



U
N
E
X
P
O

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO**



**OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO Y EVALUACIÓN TÉCNICO
ECONÓMICA DE LA REPARACIÓN DE EQUIPOS MINEROS KOMATSU Y
CARTEPILLAR, FERROMINERA ORINOCO C.A**

U
N
E
X
P
O

Autor: Hernández R. Irma M.

PUERTO ORDAZ, MAYO DE 2012



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO**



**OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO Y EVALUACIÓN TÉCNICO
ECONÓMICA DE LA REPARACIÓN DE EQUIPOS MINEROS KOMATSU Y
CARTEPILLAR, FERROMINERA ORINOCO C.A**

Trabajo que se presenta como requisito de aprobación del Trabajo de Grado ante el Departamento de Ingeniería Industrial UNEXPO (Puerto Ordaz), para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

Autor: Hernández Rodríguez, Irma María

**MSc. Ing. Iván Turmero
(Tutor Académico)**

**Ing. Pablo Bolívar
(Tutor Industrial)**

PUERTO ORDAZ, MAYO DE 2012

Hernández Rodríguez, Irma María (2012)

Optimización del Mantenimiento y Evaluación Técnico Económica de la Reparación de Equipos Mineros Komatsu y Caterpillar, Ferrominera Orinoco C.A

Páginas. 159

Trabajo de Grado

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre".
Vice-Rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial
Trabajo de Grado

Tutor Académico: MSc. Ing. Iván Turmero
Tutor Industrial: Ing. Pablo Bolívar

Bibliografía Página. 149

Apéndices Página. 150

Capítulos: I. El Problema, II. Generalidades de la Empresa. III. Marco Referencial, IV. Marco Metodológico, V. Situación Actual, VI. Resultado, Conclusión, Recomendaciones, Bibliografía, Apéndices y Anexos.



**OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO Y EVALUACIÓN TÉCNICO
ECONÓMICA DE LA REPARACIÓN DE EQUIPOS MINEROS KOMATSU Y
CARTEPILLAR, FERROMINERA ORINOCO C.A**

**U
N
E
X
P
O**



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO



Quienes suscriben, miembros del Jurado Evaluador designados por la Comisión de Trabajo de Grado del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” Vice-Rectorado Puerto Ordaz, para examinar el Trabajo de Grado presentado por la **Br. Hernández Irma**, portador de la cedula de identidad **Nº 18158071**, titulado **“OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO Y EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA DE LA REPARACIÓN DE EQUIPOS MINEROS KOMATSU Y CARTEPILLAR, FERROMINERA ORINOCO C.A.”**, como requisito para la aprobación del Trabajo de Grado, consideramos que dicho trabajo cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por tanto lo declaramos: **APROBADO**

MSc. Ing. Iván Turmero
Tutor Académico

Ing. Pablo Bolívar
Tutor Industrial

Jurado Evaluador

Jurado Evaluador

PUERTO ORDAZ, MAYO DE 2012

DEDICATORIA

Primero que todo se lo dedico a **Dios**, por darme salud, inteligencia y fortaleza en cada instante de lo que ha transcurrido mi vida, por escucharme, ayudarme, dándome fuerzas y valor para continuar en todos los momentos buenos y malos. Permitirme estar con mis seres queridos.

A mis **Queridos padres** María Rodríguez y José Hernández, que me dieron el ser y la oportunidad de crecer a su lado. Educándome con rectitud y buenas costumbres; y de forma muy especial quiero dedicarle este primer triunfo a ustedes, por darme esta gran oportunidad, gracias mis padres los amo.

A mis **hermanos**: Dilma, Yudilma, José Manuel y Wilme. Por todo el apoyo, cariño y comprensión que me han brindado hasta el día de hoy. Todos ustedes contribuyeron a alcanzar esta meta tan anhelada y soñada por mi se las dedico con mucho amor.

A mi **abuelo**, por estar siempre pendiente de mí y apoyarme

AGRADECIMIENTOS

Ante todo a Dios, por estar siempre a mi lado, acompañarme a lo largo de toda mi vida, sin dejarme sola en ningún instante y permitirme llegar hasta donde hoy me encuentro, logrando las primeras metas de mi desarrollo profesional.

A mis padres, por estar siempre conmigo y apoyarme siempre en lo que necesito, porque sin su apoyo y amor se me hubiera dificultado poder lograrlo. Gracias mis Padres.

A mis hermanos menores Dilma, Yudilma, José Manuel y Wilma; por estar siempre conmigo, apoyándome y en especial por saber que cuento con ellos en todo momento y ellos conmigo.

A mi abuelo por siempre estar cerca de mí y apoyarme en lo que puede.

Mi tío Eduardo Prieto por apoyarme y ayudarme en todo lo que está a su alcance.

A mis amigos Nilso López, Barrió, Johanna, Evelyn, Virnitza, Alfonzo por darme siempre su apoyo.

A los trabajadores del taller de Mantenimiento Mecánico Cuadrilátero Ferrífero San Isidro: Ing. Pablo Bolívar, Ing. Rafael Zavala y todos los supervisores de los Cuatros turnos, al personal de la sección de Planificación de Mantenimiento; de igual forma a los trabajadores de las contrata Venequip y Mega por darme su apoyo en cada momento que lo requería dedicándome todo el tiempo necesario. En especial al Superintendente de esta área Ing. Germán Noriega por su gran positivismo para el desarrollo de este proyecto

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO**

**OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO Y EVALUACIÓN TÉCNICO
ECONÓMICA DE LA REPARACIÓN DE EQUIPOS MINEROS KOMATSU Y
CARTEPILLAR, FERROMINERA ORINOCO C.A**

Autor: Hernández Rodríguez, Irma María
Tutor Académico: MSc. Ing. Iván Turmero
Tutor Industrial: Ing. Pablo Bolívar

Año: 2012

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo general, diseñar un sistema que optimice el Mantenimiento Correctivo y Programado de los Componentes Principales, Evaluando la Factibilidad Técnico Económico de la Reparación de los Equipos Mineros Komatsu y Caterpillar con que cuenta el Taller de Mantenimiento Cuadrilátero Ferrífero San Isidro; de manera que se pueda realizar la evaluación si los componentes averiados que se encuentran en dicho taller es factible para la empresa repararlo o hay que desecharlo mediante el nivel de criticidad de daño del componentes tanto los principales como los subcomponentes. Metodológicamente la investigación que se aplicó fue de tipo evaluativa-descriptiva con apoyo en un tipo de diseño de campo, el cual permitió recolectar datos del área del taller y del sistema que posee la empresa. Se determinaron los diferentes componentes y se clasificaron; se tomó la decisión del destino de cada componente según el grado de avería. Se creó una estructura para evaluar y decidir si el componente es repararlo o no.

Palabras claves: Sistema, Repuestos, Taller, Mantenimiento, Indicadores, Objetivos del mantenimiento, Costo, Desechar, Avería, Fallas, Reparar, Crítico, Componentes, Subcomponentes

INDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Resumen	vii
Índice de Contenidos	viii
Índices de Tablas	xii
Índices de Figuras	xiv
Índice de Gráficos	xv
Introducción	1
CAPÍTULO I	4
EI PROBLEMA	8
1.1 Planteamiento del Problema	8
1.2 Objetivo de la Investigación	8
1.2.1 Objetivo General	8
1.2.2 Objetivos Específicos	8
1.3 Justificación	9
1.4 Delimitación o Alcance	9
CAPÍTULO II	
GENERALIDADES DE LA EMPRESA	
Reseña Histórica	10
Situación Geográfica	11
Cuadrilátero Ferriferico San Isidro	12
Descripción de la Empresa	13
Filosofía de Gestión	13
Objetivos de la Empresa	13
Misión	14
Visión	14
Políticas (de la empresa)	15
Estructura Organizativa	17
Superintendencia de Mantenimiento	22
Filosofía del Departamento de Sup. de Mantto	22
Objetivo	22
Misión	22
Visión	23
Descripción del Proceso de Producción de la Empresa	23
CAPÍTULO III	
MARCO TEÓRICO	
Componente	26
Mantenimiento	27
Manuales de mantenimiento	27
Implementación del plan de mantenimiento	27
Ventajas del Mantenimiento	28
Indicadores	28

Indicador o índice	28
Evaluación de la Gestión de Mantenimiento	29
Sistema de Mantenimiento	31
Actividades Básicas de un Sist. de Mantto	31
Características de un Sist. de Mantto	32
Estándares del Sist. de Mantto	32
Programas del Sist. de Mantto	33
Tipos de Mantenimientos	33
Mantenimiento Preventivo	33
Mantenimiento Predictivo	33
Mantenimiento de Mejora	33
Mantenimiento correctivo	33
Herramientas de confiabilidad operacional	35
Análisis de Criticidad (CA)	35
Otras herramientas de la Confiabilidad Op	40
Estándares de funcionamiento de equipos	41
Fallas Funcionales	41
Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA)	42
Evaluación para realizar los manttos a las equipos	44
Factibilidad Económica	47
Factibilidad Técnica	47
Diagrama de Pareto	47
Procedimiento para Elaborar Diagrama de Pareto	48
Diagrama causa - efecto	50
Procedimiento para la Elab. Diag. Causa-Efecto	50
Ventajas del diagrama Causa-Efecto	50
Matriz Foda	51
Pasos para construir una Matriz Foda	52
Definición de Términos Básicos	54
CAPITULO IV	
MARCO METODOLÓGICO	
Tipo de Investigación	56
Diseño de Investigación	57
Población y Muestra	58
Técnicas e Instrumento de Recolección de Datos	59
Técnicas	59
Instrumentos	60
Procedimiento de la Investigación	60
Procesamiento de la Información	62
Tipos de Análisis	63
CAPITULO V	
SITUACIÓN ACTUAL	
Área del taller de mantenimiento	65
Factor Hombre	67
Ubicación de los Componentes	67
Manejo de Información de Componentes	67
Componentes principales de los diferentes equipos	68

Situación Actual de los Componentes Averiadados	77
Porcentajes de los Componentes Mayores que más se dañan. Utilizando el Diag. de Pareto	89
Diag. de Pareto de los subcomponentes principales	91
Causas que llevan a que los Componentes Mayores se dañen	97
Frecuencias de fallas de los componentes mayores	99
Análisis Foda del Taller de Mantenimiento	101
Evaluación de la Gestión de Mantenimiento	108
CAPITULO VI	
ANÁLISIS Y RESULTADOS	
Análisis de Tablas y Diag. elaboradas en el capítulo V	120
Inventarios de diferentes equipos mineros	120
Inventarios de componentes mayores y subcomponentes.	121
Diagrama de Pareto de los Componentes que han fallado mas	124
Modos de Fallas a través de Diagrama Causa-Efecto y Diagrama de Pareto.	126
Criterios técnicos y operacionales para las rep.	128
Análisis de la Matriz FODA realiza en el Taller de Mantenimiento	129
Análisis de la evaluación la Gestión de Mantenimiento del Taller.	132
Costo y tiempo de adquisición de los Componentes Principales	135
Situación Propuesta	141
CONCLUSIONES	147
RECOMENDACIONES	148
BIBLIOGRAFIA	149
APENDICE	150
ANEXOS	151

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.2: Situación Actual de los Equipos Mineros	69
Tabla 5.3: Componentes Principales de los Equipos Mineros Komatsu y Caterpillar.	75
Tabla 5.4: Inventario de Componentes Mayores y Subcomponentes para realizar el Estudio de Factibilidad	77
Tabla 5.5: Información de cada Componente Averiado.	79
Tabla 5.6: Representación de la Tabla de Pareto de los Componentes Mayores que han fallado más	89
Tabla 5.7: Representación de la Tabla de Pareto de los Subcomponentes Principales que han fallado más	92
Tabla 5.8: De la Tabla de Pareto con las Fallas que Presentan los Componentes.	99
Tabla 5.9: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que presenta la Gestión de Mantenimiento del Taller.	110
Tabla 5.10: Representación de las Demoras de los Equipos Mineros Caterpillar y Komatsu de Cuadrilátero San Isidro en un lapso del 01/12/2011 al 01/01/2012	
Tabla 5.11: Representación de las Demoras de los Equipos Mineros Caterpillar y Komatsu de Cuadrilátero San Isidro en un lapso del 02/01/2012 al 01/02/2012	113
Tabla 5.12: Representación de las Demoras de los Equipos Mineros Caterpillar y Komatsu de Cuadrilátero San Isidro en un lapso del 02/02/2012 al 01/03/2012	115
Tabla 5.13: Representación de las Demoras de los Equipos Mineros Caterpillar y Komatsu de Cuadrilátero San Isidro en un lapso de 02/03/2012 al 01/04/2012.	118
Tabla 6.14: Componentes y Subcomponentes que la decisión tomada es desecharlo	121
Tabla 6.15: Componentes y Subcomponentes que la Decisión Tomada es Repararlo.	123
Tabla 6.16 Estrategias del Análisis FODA	129
Tabla 5.17: Análisis FODA de la Gestión del Taller de Mantto	131
Tabla 6.18: Totales específicas de Demoras por Mes.	133
Tabla 6.19: Representa los Costos y Tiempo de Adquisición de los Componentes Mayores	135
Tabla 6.20: Estructura Para Estimar los Costos y Tiempo de Reparación de los Componentes Principales.	148

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 2.1: Ubicación Geográfica del Cerro San Isidro	12
Figura 2. 2: Política Integral Del Sistema de Gestión de Ferrominera Orinoco	13
Figura 2.3: Estructura Organizativa de Ferrominera Orinoco	18
Figura 2. 4: Organigrama (1) de posición de Ferrominera Orinoco	19
Figura 2. 5: Organigrama (2) de posición de Ferrominera	20
Figura 2. 6: Organigrama 3 de posición de Ferrominera Orinoco	21
Figura 2.7: Superintendencia de Mantenimiento	22
Figura 2. 8 Esquema del Proceso Productivo de CVG Ferrominera Orinoco.	25
Figura:3.9: Mantenimiento y restauración en función de la falla	34
Figura:3.10: Principio de Pareto	49
Figura:3.11: Diagrama de Pareto	49
Figura:3.12: Diagrama Causa-Efecto	51
Figura:3.13: Esquema de la Matriz FODA	53
Figura:5.14: Situación Actual de Componentes Desmontados Averiados	66
Figura 5.15: Diagrama Causa-Efecto de las causas que provocan los daños a los componentes.	98

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 5.1: Representación de la Flotas de los Equipos Mineros Accidentados	74
Gráfico 5.2: Representación de la Flotas de los Equipos Mineros Disponibles.	74
Gráfico 5.3: Representación del Diagrama de Pareto con los Componentes Mayores que han Fallado más.	91
Gráfico 5.4: Representación del Diagrama de Pareto con los Subcomponentes que han Fallado más.	93
Gráfico 5.5: Representación de los Equipos Caterpillar con Componentes Averiadados, que se les va a practicar reparación .	94
Gráfico 5.6: Representación de los Equipos Caterpillar con Componentes Averiadados, que se van a desechar por presentar más del 50% de daño.	95
Gráfico 5.7: Representación de los Equipos Komatsu con Componentes Averiadados, que se les va a practicar reparaciones de sus componentes.	96
Gráfico 5.8: Representación de los Equipos Komatsu con Componentes Averiadados, que se van a desechar por presentar más del 50% de daño	96
Gráfico 5.9 Representación del Diagrama de Pareto con las Fallas Presentada en los Componentes dañados.	101
Gráfico 5.10 Fortalezas, Debilidades, Amenazas y Oportunidades de la Gestión de Mantenimiento del Taller	107
Gráfico 5.11 Representación en Cantidades de las Ordenes Creadas a los Principales Equipos Mineros, que se han Ejecutados y las que están Pendiente Desde el 01/12/2011 Hasta el 01/04/2012	108
Gráfico 5.12 Representación en Cantidades de las Ordenes Creadas a los Principales Equipos Mineros, que se han Ejecutados y las que están Pendiente Desde el 01/12/2011 Hasta el 01/02/2012	109
Gráfico 5.13 Representación en Cantidades de las Ordenes Creadas a los Principales Equipos Mineros, que se han Ejecutados y las que están Pendiente Desde el 02/02/2012 Hasta el 01/04/2012	109
Gráfico 5.14 Representación de las Demoras de los Equipos Mineros obtenidas en un lapso de Cuatro meses.	119

INTRODUCCIÓN

CVG Ferrominera Orinoco, es una empresa del estado venezolano, dedicada a la extracción procesamiento y comercialización de mineral de hierro. La explotación del mineral, se realiza con base a los Planes Anuales de Producción, los cuales se elaboran tomando en consideración la demanda exigida por los clientes y la cantidad y calidad del mineral existente, el cual es destinado tanto al mercado nacional como al de exportación. Estableciendo niveles estándares en la producción, en procura de obtener ventajas competitivas y potenciar el mejoramiento continuo de los procesos, con sentido social y comunitario, contribuyendo de tal manera al desarrollo integral del país, mediante la producción eficiente de hierro.

Para el cumplimiento de los Planes de Producción, la empresa requiere que en su primera fase o etapa que es el proceso de extracción del mineral se realice de forma optima; sus flotas de equipos principales, estén en condiciones de funcionamiento adecuadas, por lo que se cuenta con un taller de mantenimiento, donde se revisan, detectan y corrigen las fallas presentadas en los equipos, adicionalmente se ejecutan los mantenimientos preventivos programados. Por lo tanto, es de suma importancia que cuente con los repuestos necesarios para intervenir estos equipos; actualmente el taller tiene una proporción elevada de equipos indisponibles por averías en sus componentes principales, situación que viene sucediendo históricamente de forma progresiva, los cuales están en esperas de sus respectivos repuestos para su respectiva reparación.

Este trabajo de investigación tiene como propósito, diseñar un sistema que optimice los mantenimientos correctivos-programados y a la vez evaluar si los

componentes averiados de los equipos accidentados son reparables, desecharlo o técnica y/o económicamente es más favorable adquirir el componente nuevo, para ponerlos operativos, con la finalidad de obtener el máximo de equipos disponibles para la producción.

El presente trabajo consta de seis capítulos distribuidos de la siguiente manera:

Capítulo I: El Problema. Se identifica la problemática existente en el taller de mantenimiento en Cuadrilátero San Isidro con respecto a la reparación de los componentes mayores de los equipos de marcas Komatsu y Caterpillar, donde se determinara si el componente desmontado es factible repararlo o adquirirlo nuevo; así como también los objetivos de la investigación, alcance y justificación e importancia de la investigación.

Capítulo II: Generalidades de la Empresa. Se presentan la descripción de la empresa, reseña histórica de la empresa, estructura organizativa, proceso de producción y breves descripciones de los departamentos que la conforman, descripción del área de pasantía, trabajo asignado.

Capítulo III: Marco de Referencia. Comprende todo lo relacionado a los antecedentes de la investigación, al igual que las bases teóricas que permitan sustentar la investigación y los términos básicos.

Capítulo IV: Marco Metodológico. Se detalla el tipo y diseño de la investigación, las unidades de análisis como la población y la muestra; las técnicas y/o instrumento y procedimiento de recolección de datos, procesamiento de la información obtenida y análisis de la información.

Capítulo V: Situación Actual de la Empresa. Se diagnóstica la realidad actual con los componentes desmontados en cuanto a cantidades y estado en que se encuentra para su respectiva reparación.

Capítulo VI: Resultados. Se muestra el Análisis de los resultados obtenidos y evaluación realizada. Finalmente, se presentan las Conclusiones, Recomendaciones, Apéndices, Anexos y Bibliografía.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En este capítulo se describirá el objeto de estudio, el objetivo alcanzar con sus respectivos objetivos específicos, que será la forma con la cual se logrará el objetivo general, la importancia y sus delimitaciones.

1.1 Planteamiento del Problema

Ferrominera Orinoco es una empresa venezolana, orientada a la producción y comercialización de mineral de hierro; con políticas de calidad en su proceso productivo para satisfacer las necesidades del cliente en un ámbito nacional e internacional. El proceso da inicio con la extracción y procesamiento, finaliza con el servicio de entrega de suministrar mineral de hierro y derivados; como lo son: pellas, briquetas, mineral de hierro fino y grueso, cumpliendo con las normativas legales y los requisitos aplicables relacionados con la calidad, el medio ambiente, la seguridad y la salud ocupacional.

La empresa Ferrominera Orinoco, constituye la única empresa productora de mineral de hierro en toda Venezuela, con una capacidad de producción instalada en el orden de los 23 millones de toneladas al año y cuenta con aproximadamente 6.715 trabajadores activos. Para llevar a cabo sus procesos, la empresa cuenta con dos centros de operaciones uno ubicado en Puerto Ordaz y el

otro en Ciudad Piar; específicamente en el centro de operaciones de Ciudad Piar es donde se realiza todo el proceso que comprende la extracción del hierro; para cuya extracción de mineral se requiere de diferentes equipos mineros que estén operando en perfectas condiciones; por lo que en este centro está un Taller de Mantenimiento, el cual está adscrito a la Superintendencia de Mantenimiento de la Gerencia de Minería, tiene un papel primordial en prestar los servicios de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo a todo los equipos y maquinarias de la empresa en Cuadrilátero San Isidro, de manera que se mantengan operativos, ya que la producción de hierro depende en gran medida de que los equipos estén funcionando en óptimas condiciones y en cantidades requeridas. Cabe señalar que la empresa cuenta con diferentes marcas de equipos dentro de los cuales están: TEREX, LETORNEAU, CATERPILLAR, KOMAT'SU; donde de 115 equipos mineros que se encuentran, 89 equipos están comprendido entre estas dos (2) últimas marcas, representando el 77.39% de los equipos existentes en Cuadrilátero San Isidro, esta información fue obtenida de la base de dato que maneja la sección de planificación estratégicas de la empresa.

En este taller de mantenimiento del 77.39% de los equipos existentes entre las dos marcas ya mencionadas se encuentran el 46.07% de equipos accidentados, por fallas en sus componentes mayores; es decir 41 equipos averiados, entre los siguientes equipos mineros; camiones de acarreo de 21 hay 10 accidentados, cargadores frontales de 17 equipos existentes se encuentran 7 averiados, tractores de orugas de 20 equipos 11 se encuentran accidentados, tractores de caucho de 10 existente se encuentran 5 equipos averiados, camiones cisternas de 7 equipos se encuentran 3 accidentados, motoniveladora de 8 equipos hay 3 averiados, mototraillas de 2 se encuentra 1 averiada y de 3 retroexcavadoras se encuentra 1 accidentada, vibrocompactadora se encuentra 1 y esta operativa todo estos equipos correspondientes a marca Caterpillar y Komatsu; siendo estos equipos necesario para llevar a cabo de manera optima el proceso productivo de la empresa; donde se desconoce que es más favorable técnico y/o

económicamente para la empresa, si reparar el componente desmontado o desecharlo y adquirirlo nuevo.

La situación antes señalada viene aconteciendo históricamente de forma progresiva; por lo que se realizara una investigación para diseñar un sistema que optimice el mantenimiento correctivo que permita de forma rápida visualizar la reparación de los componentes principales como: cámaras, transmisiones, cilindros, diferencial, alternador, ruedas motriz, bombas, radiador, resistencias, inducidos, bastidor, mando finales, compresor, bulldozer, suspensión, enfriador, generador, acumulador, muffle; es decir este estudio comprenderá dos procesos, una investigación relacionado con la evaluación de factibilidad técnico-económico de la reparación de los componentes, que arroje la información necesaria para tomar de forma rápida la decisión que hacer con el componente y no dejarlo a un lado en el taller ocupando espacio y poner los equipos operativo en el menor tiempo posible.

El otro enfoque trata de visualizar la forma en que realizan el plan de mantenimiento correctivo-programado de los componentes, tomando en cuenta para realizar este estudio, la evaluación de los indicadores de mantenimiento, de demoras por mantenimientos, disponibilidad y efectividad ya que permiten evaluar el comportamiento operacional de los sistemas, equipos, dispositivos y componentes; al igual el análisis de fallas y la criticidad que representan ya que a la vez es una información útil para el análisis de la factibilidad de las reparaciones; para luego formular una propuesta de mejora del mismo; el cual sea aplicable a los diferentes modelos y marca de los equipos mineros.

La problemática antes planteada puede tener origen en las siguientes causas:

- Falta de procedimiento a realizar cuando se accidenta un equipo por unos de sus componentes mayores, para decidir si el componente es reparable o hay que reemplazarlo por otro nuevo.

- La planificación del cambio de componentes no esta en concordancia con la ejecución de los cambios en sí, por cuanto la gestión de los componentes no son oportunos, al igual que los mantenimientos programados.
- Carencia de política para establecer prioridades en la asignación de recursos económicos destinados para la adquisición de los repuestos.

Al igual esta situación ocasiona las siguientes consecuencias:

- Variación regular en la disponibilidad de los equipos mineros.
- En los equipos averiados se toman los componentes en buen estado para reparar otro equipo, lo que desmejora la situación inicial del equipo accidentado, por cuanto se incrementa la cantidad de componentes a reemplazar.
- Reducción en la producción de la empresa debido a la baja disponibilidad de equipos mineros

Esta situación a futuro podría tener un impacto negativo en las operaciones productivas de la empresa, en cuanto al riesgo de quedar sin equipos disponibles; y en consecuencia incurriría en un alto costo de reparaciones y reemplazos de equipos que son irrecuperables.

El procedimiento para diseñar el sistema que optimice el mantenimiento correctivo-programado y la evaluación de la factibilidad técnico económico para la reparación de los componentes principales, estará definida por unos criterios a considerar. Dentro de las interrogantes que se derivan de esta situación se mencionan tales como: ¿Cuales serian los criterios más relevantes a considerar para realizar dicha evaluación? ¿Cuáles serán los componentes principales más complejos? ¿Que será más factible para la empresa reparar el componente o adquirir uno nuevo? ¿Cuales serán los principales componentes de las flotas de los equipos mineros, de las marcas Caterpillar y Komatsu en sus diferentes modelos?

1.2 Objetivos de la investigación

Para el desarrollo del presente trabajo se plantea cumplir los objetivos que se indican a continuación.

1.2.1 Objetivo general

Diseñar un sistema que optimice el Mantenimiento Correctivo y Programado de los Componentes Principales, Evaluando la Factibilidad Técnico Económico de la Reparación de los Equipos Mineros Komatsu y Caterpillar de la Gerencia de Minería en la empresa Ferrominera Orinoco C.A

1.2.2 Objetivos específicos

- I. Determinar los componentes principales de los diferentes tipos de equipos correspondientes a las flotas Komatsu y Caterpillar y analizar su situación actual.
- II. Identificar los componentes de los diferentes tipos de equipos de las flotas Komatsu y Caterpillar que han fallado con más frecuencias a través un análisis de un diagrama de Pareto y luego mediante el empleo de un diagrama Causa-Efecto determinar las causas que generan estas fallas en los componentes.
- III. Diagnosticar la situación actual del Taller de Mantenimiento mediante un análisis Foda.
- IV. Definir los criterios técnicos y operacionales para las reparaciones de los componentes principales de los equipos mineros.
- V. Determinar el costo y el tiempo de adquisición de los componentes principales de los equipos mineros.
- VI. Crear una hoja de cálculo para estimar los costos y tiempo de reparación de cada uno de los componentes principales de cada tipo de equipos.

- VII. Elaborar una estructura de comparación que permita determinar si la reparación de los componentes principales es más favorable o no que la adquisición de los componentes principales.
- VIII. Evaluar los indicadores de mantenimiento, los de demoras por mantenimientos, disponibilidad y efectividad, el análisis de fallas y la criticidad para proponer mejoras en el plan de Mantenimiento Correctivo-Programado aplicado para el mantenimientos de equipos, instalaciones y componentes

1.3 Justificación

La importancia y necesidad de este proyecto radica en que toda empresa está en busca de mejorar sus procesos y así aumentar sus índice de producción; por lo que se va a diseñar un sistema el cual permitirá evaluar el estado de los componentes principales de los diferentes equipos averiados en el taller de mantenimiento, para determinar si es favorable repáralos o adquirir componentes nuevos; esta evaluación es de gran beneficio, para disminuir los costos y a la vez disponer operativamente del equipo en el menor tiempo posible; y a la vez evaluar la forman como ejecutan el plan de mantenimiento correctivo-programado de los componentes, analizando los indicadores de mantenimiento, análisis de fallas y la criticidad que representan; para proponer mejoras de cuyo plan. El procedimiento de evaluación es aplicable de una manera sencilla a cualquier componente principal de los equipo sin importar las condiciones que presente.

1.4 Alcance

La presente investigación abarca el diseño de un sistema de mantenimiento para evaluar la factibilidad técnico económico de reparaciones en los componentes principales de los equipos mineros Komatsu y Caterpillar; se llevo a cabo en el departamento de la Superintendencia de Mantenimiento-Gerencia de Minería (FERROMINERA ORINOCO, C.A) la cual está ubicado en Cuadrilátero San Isidro, Municipio Angostura, Estado Bolívar. En un lapso de seis (6) meses; para dar soluciones factibles de decidir si reparar los componentes principales o adquirirlos nuevos

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Este capítulo comprende la información de la empresa como: su descripción, ubicación, estructura al igual que su proceso, lugar y trabajo específico a desarrollar.

Reseña Histórica de Ferrominera Orinoco C.A

Ferrominera Orinoco C.A., forma parte de las empresas básicas que conforman La Corporación Venezolana de Guayana (CVG), encargada de explorar, explotar y comercializar el mineral de hierro y sus derivados, para suministrar un producto con eficiencia, productividad y calidad a la industria y mercados económicamente atractivos.

El principio de esta empresa básica del país se remonta al año 1926, en el que se descubre el Cerro El Pao. Por el señor Arturo Vera, quien tenía un fundo en Las Adjuntas, encuentra un canto rodado de una roca negra, brillante, dura y pesada, luego Simón Piñero, empleado de la firma Bocardo, C.A., ubicada en Ciudad Bolívar, acompaña más tarde a Vera hasta el Cerro Florero, donde obtienen muestras suficientes para enviar a los Estados Unidos.

En el año de 1933, la empresa norteamericana Bethlehem Steel Co. hace las primeras perforaciones y se constituye La Iron Mines Company Of. Venezuela.

En 1945, la Oliver Iron Mining Co., subsidiaria de La U.S. Steel, inicia la exploración al este del Caroní, bajo la dirección del geólogo Mack C. Lake. De

allí en 1947, Folke Kihlstedt y Víctor Paulik, exploran y obtienen el título del Cerro la Parida, nombre cambiado en 1948 por el de Cerro Bolívar. Exploran igualmente los Cerros Redondo y Arimagua. En el año de 1949, se funda La Orinoco Mining Company, subsidiaria de La U.S Steel Corporación, de los Estados Unidos. El señor Mack C. Lake es designado como su primer presidente. El 24 de julio de 1950, el primer tren cargado de mineral efectúa el recorrido entre El Pao y Palúa.

En 1954 se inauguran las operaciones de La Orinoco Mining Co. Y el 9 de enero zarpa el buque Tosca con el primer cargamento comercial de mineral de hierro con destino a Fairless Works (USA). Ese año se exportan 3 millones de toneladas. En 1968 se inicia la construcción de La Planta de Briquetas de La Orinoco Mining Company. El 1º de enero de 1975, se nacionaliza la industria del hierro en Venezuela.

El 3 de enero, zarpa el buque Tyne Ore con una carga de 17.417 toneladas de mineral de hierro con destino a Estados Unidos, el primer embarque después de la nacionalización. Y el día 10 de diciembre de este año, se constituye formalmente La C.V.G. Ferrominera Orinoco C.A.

A partir del año 1976, CVG. Ferrominera Orinoco C.A. inicia sus operaciones como empresa responsable de la explotación y aprovechamiento del mineral de hierro en todo el territorio nacional, hasta la actualidad.

Situación Geográfica

Ferrominera Orinoco, se encuentra ubicada en Venezuela (América del Sur), específicamente en el estado Bolívar. Cuenta con dos centros de operaciones en las cuales se realizan las respectivas actividades: Ciudad Piar Municipio Angostura, donde se encuentran los principales yacimientos de mineral de hierro, denominado Cuadrilátero Ferrífero San Isidro, formado por los yacimientos San Isidro, Los Barrancos, Las Pailas y San Joaquín ubicados a 17 Km. al suroeste de Ciudad Piar, 120 Km. del sureste de Ciudad Bolívar y a 140Km. de Puerto Ordaz

específicamente entre 63° 10` - 63° 20` de longitud oeste y entre 7° 20` - 7° 30` De latitud norte y las actividades que se realizan en esta zona incluyen exploración geológica, planificación, desarrollo y explotación de minas y cierto trayecto en el transporte del mineral; el otro centro es Puerto Ordaz y Palua ubicadas en las riberas del río Orinoco y río Caroní en el Municipio Caroní estado Bolívar, lugar donde se encuentran las oficinas principales, al igual están las áreas de almacenaje, procesamiento, despacho de mineral de hierro y sus derivados y parte de las operaciones ferroviarias. (Ver figura 2.1).



Figura 2.1: Ubicación Geográfica del Cerro San Isidro
Fuente: <http://www.ferrominera.com/?q=node/77>

Cuadrilátero Ferríferico San Isidro

Es una colina alargada de 10 km de largo por 2 km de ancho. El mineral está recargado hacia el Sur. Tiene una altura máxima de 710 m.s.n.m., unos 410m sobre las sabanas circundantes, el área de la zona mineralizada tiene 3 Km. de largo por 600 m. de ancho promedio y la profundidad media de 60 m. A profundidad, la mineralización es también bastante uniforme y está constituida por 80% de finos y 20% de costra.

Descripción de la Empresa

Ferrominera Orinoco es una empresa venezolana, orientada a la producción y comercialización de mineral de hierro, con políticas de calidad en su proceso productivo para satisfacer las necesidades del cliente en un ámbito nacional e internacional. El proceso da inicio con la extracción y procesamiento, finaliza con el servicio de entrega de suministrar mineral de hierro y sus derivados; cumpliendo con la normativa legal preservando la conservación del medio ambiente, utilizando tecnologías computarizadas. (Ver figura 2.2)



Figura 2. 2: Política Integral Del Sistema de Gestión de Ferrominera Orinoco

Fuente: Recursos Humanos de Ferrominera Orinoco

Filosofía de Gestión

Objetivos, visión, misión y política de la calidad de la empresa:

Objetivos de la Empresa:

- Explorar, explotar, extraer y procesar el mineral de hierro de todos los yacimientos, con el fin de obtener un máximo aprovechamiento de los recursos mineros existentes.
- Obtener eficiencia en todos sus procesos productivo.

- Establecer un margen de rentabilidad, generar utilidades en todos los productos que comercializan
- Comercializar sus productos, tanto en el mercado nacional como internacional.
- Mejorar el nivel tecnológico y profesional de su personal

Misión

Ferrominera Orinoco C.A., tiene como misión la explotación y extracción del mineral de hierro para beneficiar, transformar, suministrar y comercializar mineral de hierro y sus derivados, con productividad, calidad y sustentabilidad; abasteciendo prioritariamente al sector siderúrgico nacional, y aquellos mercados internacionales que resulten económicos y atractivos, garantizando la rentabilidad de la empresa en armonía con el medio ambiente, con la participación protagónica de los trabajadores y trabajadoras para así contribuir al desarrollo económico del país para una mejor calidad de vida.

Visión.

Ser una empresa socialista de producción para el pueblo venezolano con una gestión de calidad que responda al bienestar del estado, base del desarrollo siderúrgico del país. Generador de valor y conservación del medio ambiente, sea la fortaleza del desarrollo de nuestra organización.

Políticas (de la empresa):

Comercial: Mantener una excelente relación con los clientes, apoyada en el respeto, equidad, solidaridad, honestidad, cooperación y apego a las leyes, normas y lineamientos establecidos, con el fin de ser reconocidos como una empresa proveedora oportuna de mineral de hierro y productos de valor agregado, dando prioridad al mercado nacional y exportando hacia aquellos mercados estratégicamente atractivo.

Operaciones: Ejecutar los procesos de producción otorgando prioridad al aprovechamiento racional de los recursos y cumpliendo nuestras obligaciones con seguridad, calidad, productividad y oportunidad,

Integral de sistemas de gestión: La política en CVG Ferrominera Orinoco es extraer, procesar y suministrar mineral de hierro y derivados, cumpliendo con la normativa legal, los compromisos acordados con nuestros clientes y los requisitos aplicables relacionados con la calidad, el medio ambiente, la seguridad y la salud ocupacional.

Seguridad e Higiene Industrial: En el marco de las Política de Seguridad e Higiene Industrial, la empresa Ferrominera Orinoco C.A. tiene como prioridad asegurar la ejecución de sus actividades en condiciones óptimas de higiene y seguridad industrial, manteniendo un ambiente de trabajo que asegure la integridad física y mental de sus trabajadores.

Recursos humanos: Disponer del talento humano competente requerido por la organización para el logro de sus objetivos, propiciando las condiciones necesarias para los puestos de trabajos.

Financiera: Asegurar de manera eficiente, la captación, disponibilidad y administración de los recursos monetarios necesarios para la sustentabilidad del

modelo productivo socialista; así como también para elevar las oportunidades de crecimiento y competitividad de la empresa, generando excedentes que garanticen el bienestar social de las trabajadoras y trabajadores y de la comunidad, así como los aportes al Estado.

Administrativa: CVG Ferrominera Orinoco, C.A. Asegura que todos los procesos administrativos de la empresa se realicen de manera transparente, honesta, participativa, efectiva y eficiente, garantizando la rendición de cuentas y responsabilidad por el buen uso de los recursos, en procura de apoyar todos los procesos de la empresa.

Tributaria: La principal política de tributos que sostiene la empresa CVG Ferrominera Orinoco, C.A. es mantener una adecuada planificación y control tributario, que garantice la solvencia de la empresa dentro del marco jurídico vigente.

Compras: La política de compras de la CVG Ferrominera Orinoco, C.A. es fomentar y mantener una relación de mutuo beneficio con nuestros proveedores dentro de las normativas legales vigentes, procurando las mejores condiciones de calidad, precio y oportunidad en la adquisición de bienes y servicios.

Sistemas y tecnología informática: Implantar prioritariamente el software libre desarrollado con estándares abiertos en los sistemas de información y las tecnologías de vanguardia en hardware que sean de utilidad para el negocio, impulsando las estrategias y lineamientos establecidos, en procura de obtener ventajas competitivas y potenciar el mejoramiento continuo de los procesos, ampliando su alcance al uso con sentido social y comunitario.

Inversiones: Realizar las inversiones que se requieren para mantener e incrementar la capacidad instalada de extracción, transporte y procesamiento de mineral de hierro y sus derivados; así como para aumentar el aprovechamiento de

las reservas minerales, teniendo en cuenta la reducción de los impactos ambientales y mejorar la calidad de vida de las comunidades, de acuerdo con los lineamientos emitidos por el Ejecutivo Nacional.

Ciencia, tecnología e innovación: Promover la investigación para la generación, aplicación y divulgación de conocimientos, técnicas y tecnologías, con base en las necesidades de la organización en materia de ciencia, tecnología e innovación, mediante el fortalecimiento de las actividades de desarrollo tecnológico, vigilancia y resguardo de la información, transferencia y consolidación de redes de conocimiento y de apoyo en la ejecución y seguimiento de proyectos.

Política de la Jefatura de Mantenimiento: La Superintendencia de Mantenimiento, tiene como meta garantizar la disponibilidad operativa de los equipos móviles de mina haciendo un uso adecuado, racional y sustentable de los recursos disponibles, como medio para sustentar el logro de los objetivos de producción y rentabilidad trazados por nuestra empresa. Es por esto y en virtud de las condiciones que actualmente afronta nuestra organización, que la Superintendencia de Mantenimiento ha establecido como meta, optimizar los recursos con el único fin de disminuir los costos por concepto de mantenimiento y por ende elevados niveles de producción.

Estructura Organizativa

Debido a la complejidad de las operaciones que se llevan a cabo en Ferrominera Orinoco ésta se organiza por direcciones y departamentos, tal como se muestra en la figura; con el fin de agilizar los procesos y procedimientos que se desarrollan en dicha empresa y garantizar el correcto funcionamiento de la misma. (Ver figura 2.3, 2.4, 2.5)

:

FERRO-6081 09/06/08	CVG FERROMINERA ORINOCO ESTRUCTURA ORGANIZATIVA	SUSTITUYE A: 04/08/2010	Nº DE PÁGINA: 01 DE 01
CONFORMACIÓN			
GTE. DE LA UNIDAD:		GTE. GENERAL:	
GTE. DE REC. HUMANOS:		GTE. GRAL. DE PERSONAL:	
APROBACIÓN			
PRESIDENTE:		FECHA DE VIGENCIA: 15/10/2010	

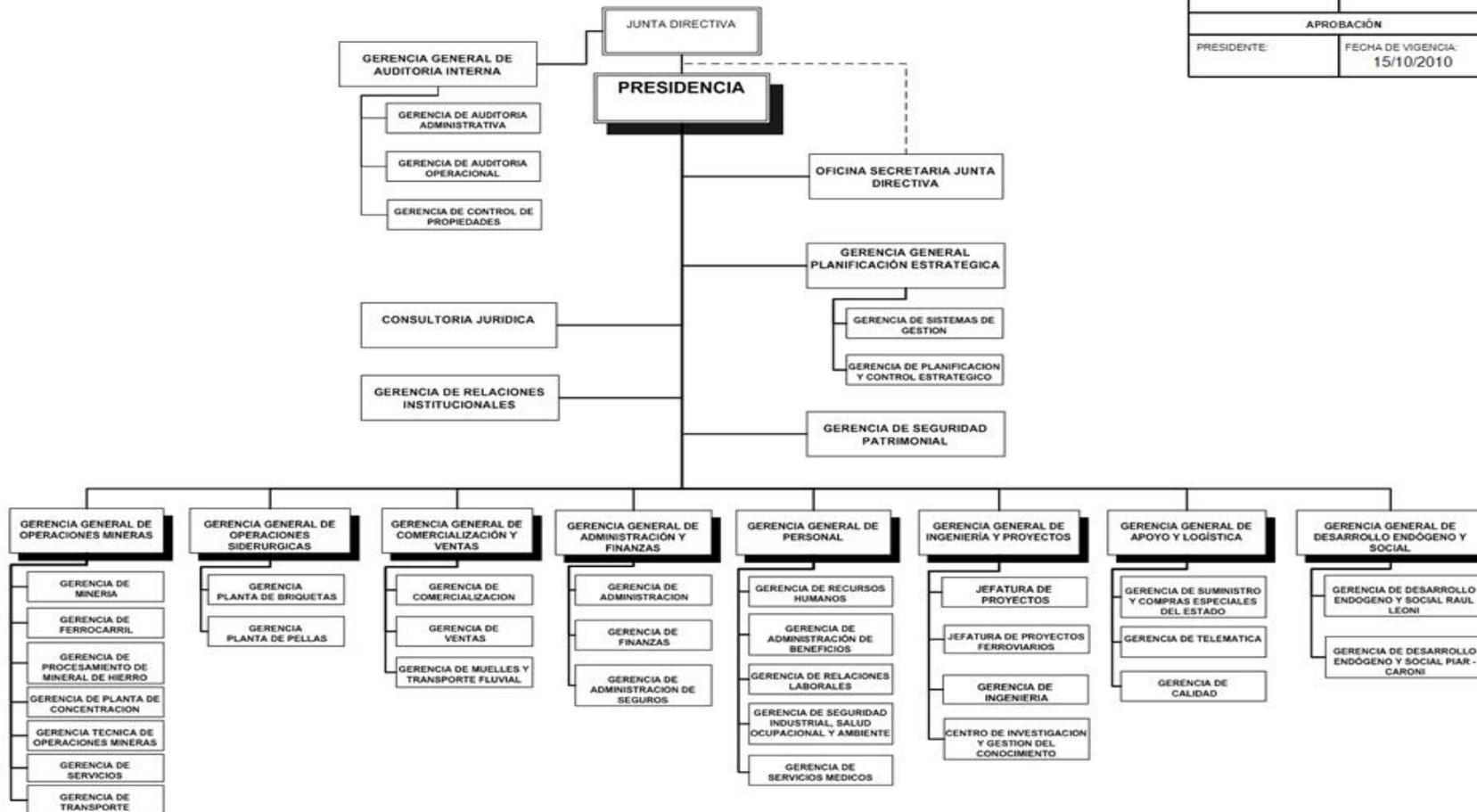
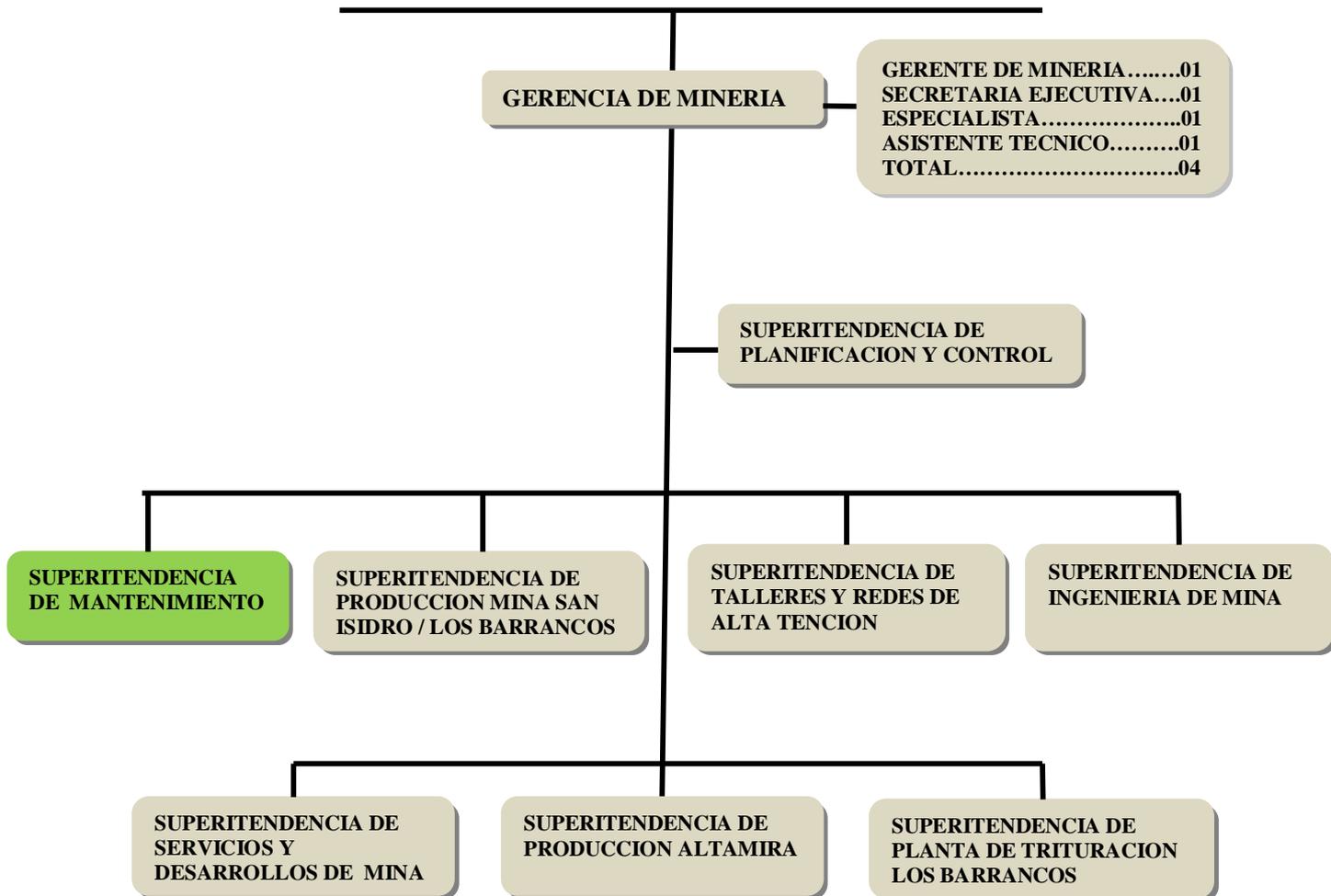


Figura 2.3: Estructura Organizativa de Ferrominera Orinoco
Fuente: Recursos Humanos de Ferrominera Orinoco

PRESIDENCIA

GERENCIA GENERAL DE OPERACIONES MINERAS



FUERZA LABORAL	
GERENCIA.....	04
SUPERITENDENCIA DE PLANIFICACION Y CONTRO.....	63
SUPERITENDENCIA DE MANTENIMIENTO	317
SUPERITENDENCIA DE PRODUCCION MINA SAN ISIDRO / LOS BARRANCOS.....	221
SUPERITENDENCIA DE TALLERES Y REDES DE ALTA TENCION	65
SUPERITENDENCIA DE INGENIERIA DE MINA.....	66
SUPERITENDENCIA DE SERVICIOS Y DESARROLLOS DE MINA.....	36
SUPERITENDENCIA DE PRODUCCION ALTAMIRA.....	69
SUPERITENDENCIA DE PLANTA DE TRITURACION LOS BARRANCOS.....	111
TOTAL.....	101

Figura 2. 4: Organigrama (1) de posición de Ferrominera Orinoco

Fuente: Recursos Humanos de Ferrominera Orinoco

GERENCIA GENERAL DE OPERACIONES MINERA

GERENCIA DE MINERIA

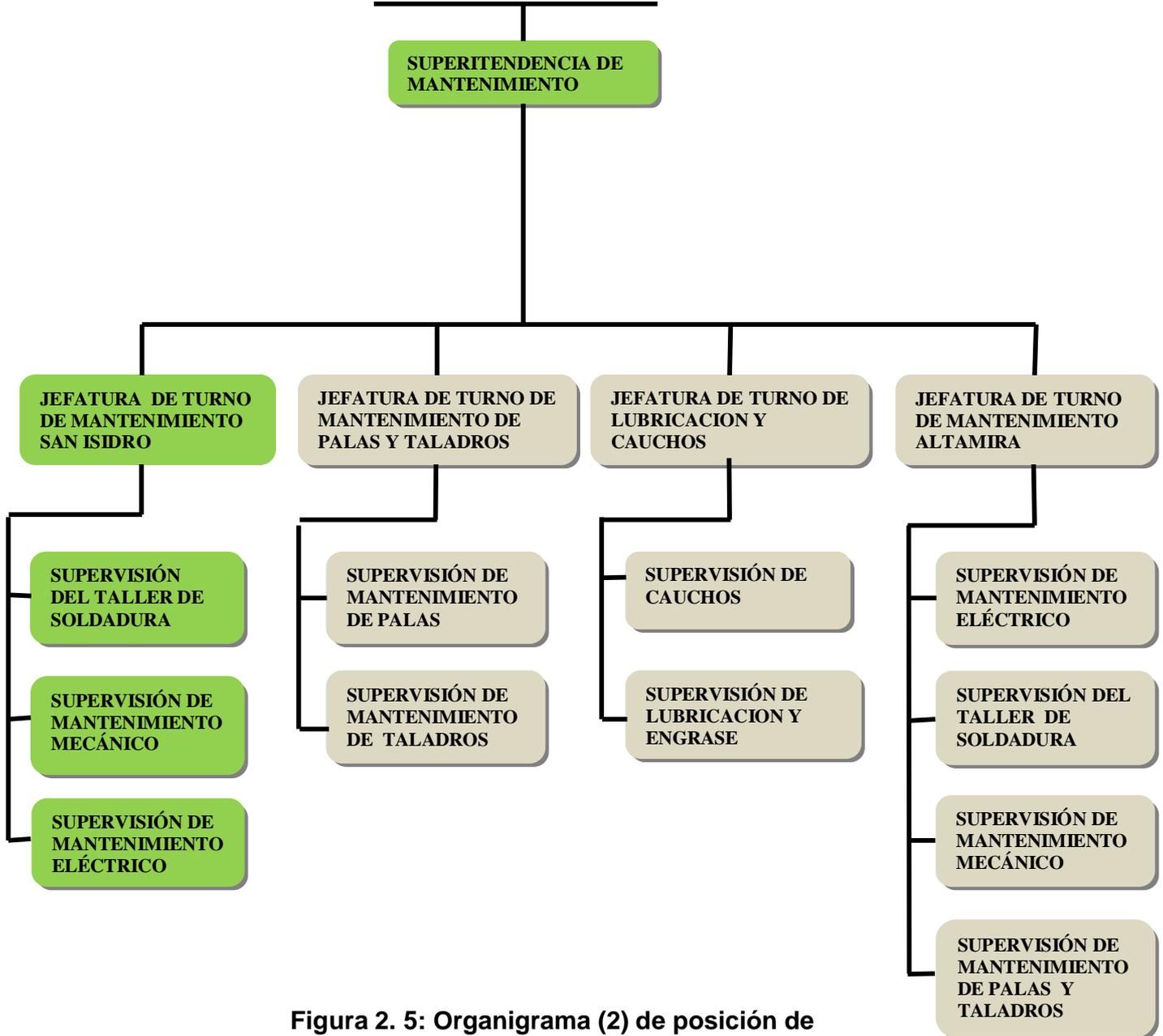


Figura 2. 5: Organigrama (2) de posición de Ferrominera Orinoco

Fuente: Recursos Humanos de Ferrominera

Jefatura de Turno de Mantenimiento San Isidro está dividida. (Ver figura 2.6)

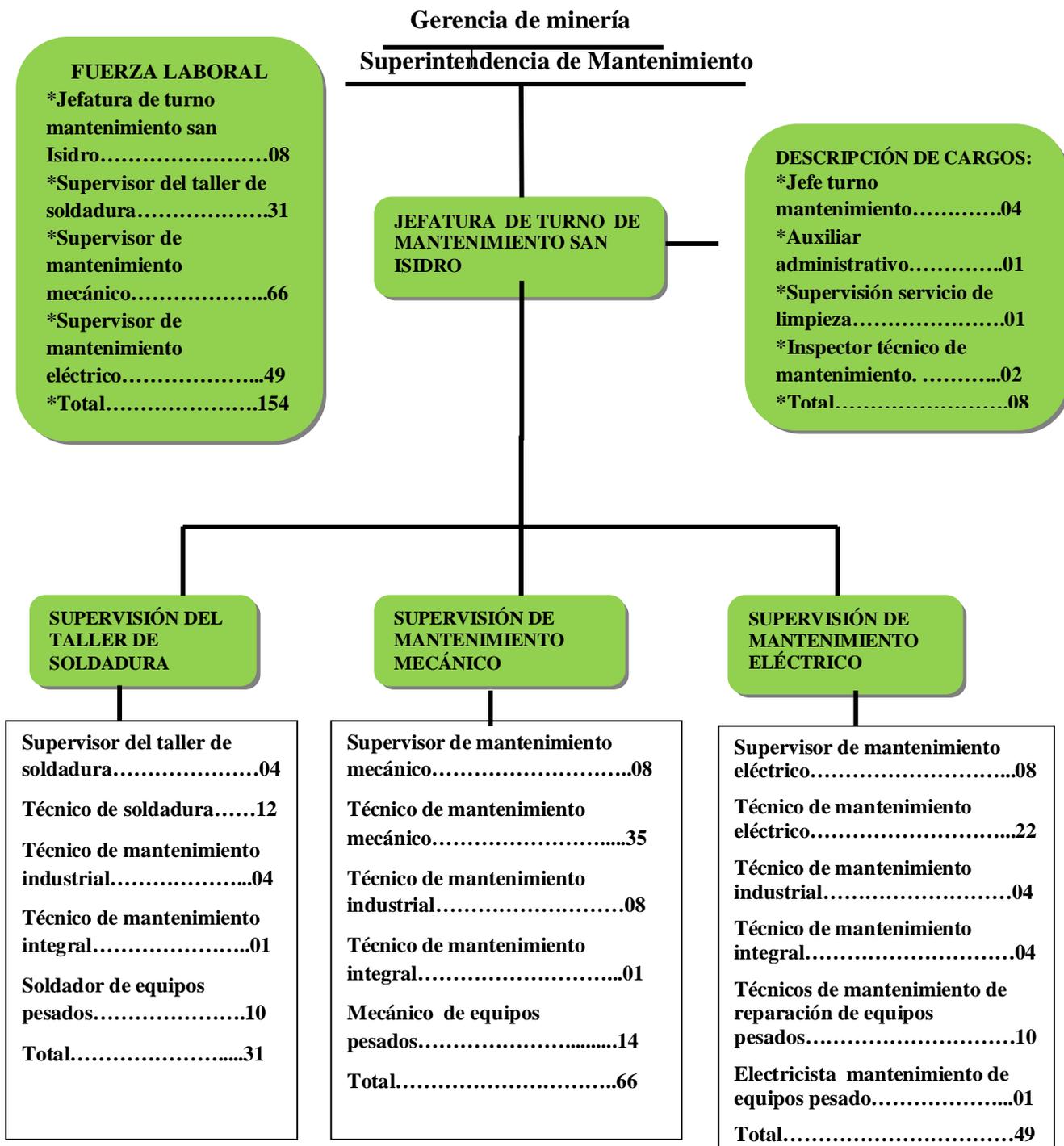


Figura 2. 6: Organigrama 3 de posición de Ferrominera Orinoco
Fuente: Recursos Humanos de Ferrominera Orinoco

Superintendencia de Mantenimiento

Se encarga de garantizar el funcionamiento de todos los equipos y maquinarias en la mina San Isidro, así como mantener las redes eléctricas de alta tensión. En este lugar específicamente es donde se realizan las reparaciones de las averías de los equipos. (Ver Figura 2.7)



Figura 2.7: Superintendencia de Mantenimiento (Taller De Mantenimiento)
Fuente: Autor

Filosofía del Departamento de Superintendencia de Mantenimiento

(Objetivos, Misión y Visión).

Objetivo

Garantizar de manera eficiente la disponibilidad operativa de todos los equipos móviles de la mina; aplicando políticas que permitan aprovechar al máximo la vida útil de estos equipos

Misión

La superintendencia de Mantenimiento, tiene como fin garantizar la disponibilidad operativa de los equipos móviles de mina San Isidro haciendo uso adecuado, racional y sustentable de los recursos disponibles para sustentar el logro de los objetivos de producción y estabilidad trazados por CVG

Visión

Ser una unidad capaz de dar respuesta con la calidad requerida al mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo necesario para asegurar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos móviles de mina, cumpliendo con las normas de seguridad, higiene y medio ambiente.

El trabajo asignado por la empresa consiste en Diseñar un procedimiento de evaluación de factibilidad técnico económico para la Reparación de los Componentes Principales de los Equipos mineros Komatsu y Cartepillar de la Gerencia de Minería en la empresa Ferrominera Orinoco, para decidir si es conveniente reparar dichos componentes o adquirirlos nuevos

Descripción del Proceso de Producción de la Empresa

La producción del mineral de hierro, se realiza en base a los planes de minas a largo, mediano y corto plazo, los cuales se elaboran tomando como base la cantidad y calidad de las reservas y la demanda exigida por los clientes. Para la evaluación de recursos, planificación y diseño de la secuencia de excavación en las minas se utilizan sistemas computarizados. Los procesos involucrados en la explotación del mineral son: (ver figura 2.8)

- **Exploración:** El paso inicial en la explotación del mineral de hierro consiste en la prospección y exploración de los yacimientos, con el propósito de identificar la cantidad de recursos así como sus características físicas y químicas
- **Perforación:** Esta operación se realiza con 4 taladros eléctricos rotativos que perforan huecos con brocas entre 0,11 m y 0,31 m de diámetro a

profundidades de 17,5m y patrones de perforación de 7mx12m y 10mx12m lo que permite bancos efectivos de explotación de 15 m de altura.

- **Voladura:** Se utiliza como explosivo el ANFO, sustancia compuesta por 94% de nitrato de amonio, mezclado con 6% de gasoil y el ANFOAL compuesto por 87% de nitrato de amonio, 3% de gasoil y 10% de aluminio metálico.
- **Excavación:** Una vez fracturado el mineral por efecto de la voladura, es removido por palas eléctricas desde los frentes de producción. Se cuenta con 5 palas eléctricas con baldes de 10, 70 m³ y 3 con baldes de 7, 6 m³.
- **Acarreo:** Se cuenta con 22 camiones de 90 t de capacidad que se encargan de acarrear el mineral para depositarlo en vagones góndola ubicados en las plataformas o muelles de carga. El suministro de mineral de hierro a la Planta de Trituración Los Barrancos se realiza con camiones de 170 t.

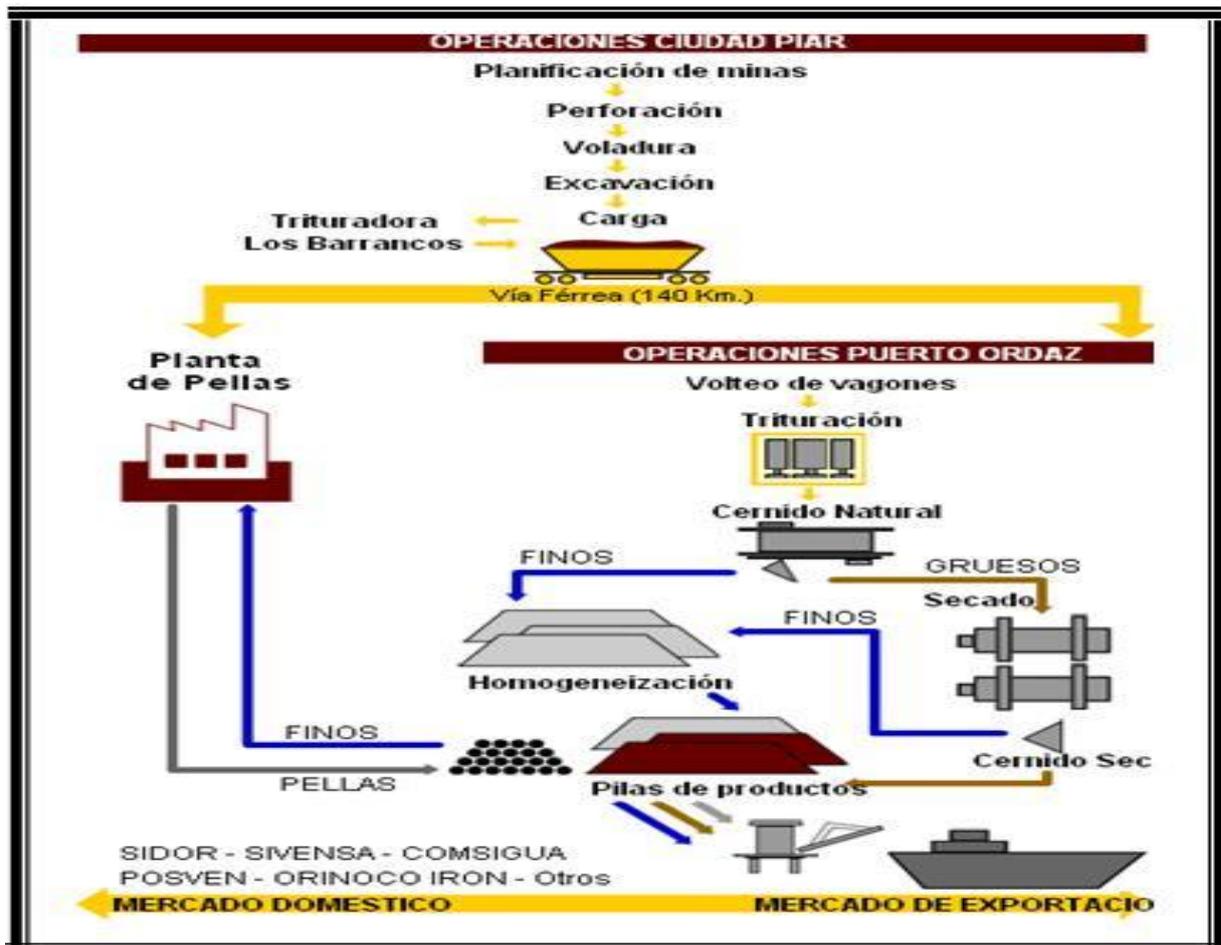


Figura 2. 8 Esquema del Proceso Productivo de CVG Ferrominera Orinoco.
Fuente: Intranet de la Empresa CVG Ferrominera Orinoco, C.A.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

Este capítulo comprende todo lo relacionado con las investigaciones que se han realizado acerca de este tema, al igual las bases teóricas que sustentan dicha investigación.

A finales del siglo XVIII y comienzo del siglo XIX durante la revolución industrial, con las primeras máquinas se iniciaron los trabajos de reparación, el inicio de los conceptos de competitividad de costos, planteo en las grandes empresas, las primeras preocupaciones hacia las fallas o paro que se producían en la producción. Hacia los años 20 ya aparecen las primeras estadísticas sobre tasas de falla en motores y equipos de aviación. La necesidad de organizar adecuadamente el Servicio de Mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo nace hace ya varias décadas en base, fundamentalmente, al objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores.

Posteriormente, la necesidad de minimizar los costos propios de mantenimiento acentúa esta necesidad de organización mediante la introducción de controles adecuados de costos.

Componente: es lo que compone un sistema. El sistema puede estar formado por varios de estos. Toda unidad de equipo pesado está compuesta de componentes y diferentes sistemas que en conjunto le dan un adecuado funcionamiento, capacidad, confort y seguridad durante los trabajos de conducción.

Para los fines de la valuación es importante saber identificar y asociar los accesorios y los elementos que pertenecen a cada componente y sistema, realizar una secuencia adecuada de levantamiento de daños sin omitir o duplicar elementos.

Mantenimiento

El mantenimiento es la conservación o protección de componentes o equipos para una condición determinada, especialmente en lo que se refiere a su eficiencia y bajo costo de operación, donde toda empresa debe poseer sus planes de mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo, para mantener sus equipos con la mayor operatividad.

Manuales de mantenimiento

Los manuales son procedimientos de trabajo que se preparan para ayudar al personal de mantenimiento. Se elaboran teniendo en cuenta los catálogos de los equipos suministrados por el fabricante y la experiencia de los técnicos. Para esto se elaboran los siguientes manuales:

1. Manual de mantenimiento del equipo;
2. Manual para eliminar averías del equipo.

Implementación del plan de mantenimiento

Para desarrollar la implementación de un programa de mantenimiento, pueden usarse técnicas de administración por proyectos, para lo que deben hacerse supuestos en los cuales se basarán las premisas sobre las que se edificará un plan de mantenimiento adecuadamente sólido y confiable. La puesta en práctica del plan de mantenimiento en sí mismo será materia de la segunda entrega. No obstante para que un programa posea éxito, es menester que tenga en cuenta los siguientes factores que hacen al funcionamiento general de la empresa.

- Programa general de producción.
- Situación real de la compañía.

Un plan de mantenimiento que no posea conocimiento cabal de la forma de producción y los recursos materiales de la empresa tendrá pocas posibilidades de éxito. Todo esto independientemente de los componentes del programa en sí mismo, que serán analizados en la segunda parte.

Ventajas del Mantenimiento

Entre las principales ventajas del mantenimiento, podemos mencionar las siguientes:

- Mejor conservación de los equipos.
- Aumento de la calidad y de la productividad.
- Disminución de paralizaciones imprevistas.
- Disminución de reparaciones.
- Reducción de horas extra de trabajo, y
- Reducción de costos.

Indicadores.

Los indicadores permiten observar la situación y las tendencias de cambio generadas en el objeto o fenómeno observado, respecto de objetivos y metas previstas e influencias esperadas.

Indicador o índice: Es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo-calidad y plazos. Los indicadores de mantenimiento permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes. De esta manera será posible implementar un plan de mantenimiento industrial, son las siguientes:

- ✓ Que permitan analizar la gestión.
- ✓ Claros de entender y fácil de calcular.

Es por ello que los índices deben:

- ✓ Identificar los factores claves del mantenimiento.
- ✓ Permitir realizar una evaluación profunda de la actividad en estudio.
- ✓ Establecer un registro de datos que permita su cálculo periódico.
- ✓ Implantar unos valores plan que determine los objetivos a lograr.
- ✓ Controlar los objetivos propuestos comparando los valores reales con los valores planificados o consigna.
- ✓ Facilitar la toma de decisiones y acciones oportunas ante las desviaciones que se presentan.

Evaluación de la Gestión de Mantenimiento.

La evaluación de la gestión de mantenimiento se medirá por la relación porcentual entre los valores de la meta establecida y los valores reales de los indicadores elegidos. Estos indicadores utilizados son:

$$(3.1) \quad \% \text{ Cumplimiento} = \frac{\text{Meta} \times 100}{\text{Real}}$$

El % de cumplimiento será aplicado para medir la gestión de mantenimiento a los siguientes indicadores:

- % Demoras por Mantenimiento.
- Paradas por Mantenimientos Programado

La evaluación para otros aspectos es medida por la relación inversa del cumplimiento con que se mide la gestión de mantenimiento, como la disponibilidad y efectividad es medida por el indicador:

$$(3.2) \quad \% \text{ Cumplimiento} = \frac{\text{Real} \times 100}{\text{Meta}}$$

Disponibilidad: es la probabilidad que un sistema productivo o equipos este en capacidad de cumplir su misión en un momento dado bajo condiciones

determinadas; sean estas para operar y ejecutar reparaciones de fallas imprevistas.

(3.3) Tiempo Disponible = Hora Calendario - Hora D. por Mantenimiento

(3.4) % Disponibilidad = $\frac{\text{Horas Disponibles} \times 100}{\text{Horas Calendario}}$

Horas Calendario: es el tiempo de horas que se toma como referencia para realizar las evaluaciones de la gestión de mantenimientos, para un día son 24 horas, para una semana son $(24 \times 7) = 168$ horas, etc.

Efectividad: la línea, planta o equipo están aptos para operar.

(3.5) % Efectividad = $\frac{\text{Horas Efectividad} \times 100}{\text{Horas Disponibles}}$

Para efecto de este estudio la efectividad de la gestión de mantenimiento se obtendrá mediante:

(3.6) % Efectividad = $\frac{\text{Total de Ordenes Recibida por Mantenimiento} \times 100}{\text{Total de Órdenes Ejecutada}}$

Demoras por Mantenimientos: son las horas en que la línea, planta o equipos no producen o no están operativos por causa imputables al mantenimiento, excepto en el caso de que se esté ejecutando mantenimiento programado.

(3.7) % Demoras por Mantenimientos = $\frac{\text{Hora D. por Mantenimientos} \times 100}{\text{Horas Disponibles}}$

Periodo de vida útil de un sistema productivo o maquinarias. Es el periodo durante el cual un sistema productivo o maquinarias cumplen un objetivo determinado, bajo un costo aceptable para la organización; esta se divide en tres periodos que son:

- 1. Periodo de arranque:** el índice de fallas decrece a medida que transcurre el tiempo, en este periodo cada vez que a un sistema productivo o maquinarias se le realiza una reparación general comienza un nuevo periodo de vida con un nuevo periodo de arranque.
- 2. Periodo de operación normal:** se caracteriza porque el índice de fallas permanece aproximadamente constante a medida que transcurre el tiempo, las fallas son debidas a acumulación de esfuerzos por encima de la resistencia de diseño y de la especificación, etc.
- 3. Periodo de desgaste:** el índice de falas aumenta a medida que transcurre el tiempo, las fallas son debidos a fatigas, desgaste mecánico, erosión, corrosión

Sistema de Mantenimiento

Es un conjunto coherente de políticas, procedimientos y normas que permiten ejecutar y controlar el mantenimiento.

Actividades Básicas de un Sistema de Mantenimiento.

Las actividades básicas son tres:

- 1. Inspección y planificación:** basado en los estándares, establece para los equipos e instalaciones: que hacer, cuando hacerlo, como hacerlo, con quien hacerlo y con qué hacerlo.
- 2. Ejecución:** tomando en cuenta los estándares ejecuta: lo que decidió hacer planificación, en la fecha decidida y con los recursos decididos.
- 3. Control y análisis:** basado en los resultados de funcionamiento de los equipos decide mejorar los estándares cuando corresponda.

Características de un Sistema de Mantenimiento

- **Basado en Estándares:** los estándares son los documentos que indican la forma en que debe hacerse el mantenimiento y contienen la información técnica necesaria
- **Intervenciones Programadas:** se conoce con mucha anticipación las fechas probables en que deben ejecutarse las intervenciones dando el tiempo suficiente para la planificación de los recursos necesarios como repuestos, mano de obra, etc.
- **Con Inspección:** que ayudan a definir la fecha exacta de las intervenciones cuando estas se aproximan aprovechando al máximo la vida útil de las partes a cambiar.
- **Auto mejoramiento:** los procedimientos obligan a mejorar los estándares cuando los resultados no son buenos y en esta forma se va elevando continuamente en el nivel tecnológico del mantenimiento.

Estándares del Sistema de Mantenimientos.

- **Croquis:** sirve para graficar en forma simple los diferentes mecanismos de un equipo; en el que se individualizan las partes componentes que serán objeto de intervenciones de mantenimientos en alguna oportunidad.
- **Listados de trabajo rutinarios:** sirve para individualizar los trabajos rutinarios que se harán a cada equipo y la frecuencia que se ha decidido para cada uno de ellos.
- **Estándar de inspección:** se utiliza para definir que se va a inspeccionar, indicando para cada caso frecuencia, rango normal, etc.
- **Guía de inspección especial:** sirve para indicar el método técnico detallado que se usara para realizar una inspección especial a la parte de un equipo.
- **Tabla de control periódico:** define las partes que alguna vez deben ser cambiadas en un equipo y permite conocer los cambios ya efectuados y el próximo en forma tentativa.

- **Practica operativa de mantenimiento:** indica la secuencia de pasos necesarios para ejecutar un trabajo de mantenimiento y la información técnica y de seguridad requerida, equipos y repuestos a utilizar.

Programas del Sistema de Mantenimiento.

- Programa Mensuales.
- Programa Semanal o de Parada
- Programa de Reabastecimiento de Repuesto a largo plazo

Tipos de Mantenimientos definidos en el Sistemas.

Mantenimiento Preventivo.

Las acciones de mantenimiento que se ejecutan antes de que ocurra la falla.

Mantenimiento Predictivo.

Servicio de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas o estimaciones hechas por evaluación estadísticas, especialmente como puede fallar y evaluando sus consecuencias para así aplicar las tareas adecuadas de mantenimientos (preventivos o correctivos).

Mantenimiento de Mejora.

Consiste en introducir mejoras a los equipos existentes para facilitar o minimizar la necesidad de mantenimiento.

Mantenimiento correctivo.

Consiste en el conjunto de tareas destinadas a colocar el activo averiado en condiciones operativas luego que haya ocurrido una rotura, ocasionando paradas no programadas. Este método consiste en dejar los equipos o máquinas en servicio hasta que arreglen la avería.

En algunos casos, puede ser imposible de predecir o prevenir un fracaso, lo que hace el mantenimiento correctivo la única opción. En otros casos, un sistema de mantenimiento deficiente puede exigir la reparación como consecuencia de la falta de mantenimiento preventivo, y en algunas situaciones la gente puede optar por centrarse en correctivas, en lugar de preventivo, reparaciones, como parte de una estrategia de mantenimiento.

El proceso de mantenimiento correctivo se inicia con el fracaso y un diagnóstico de la falta de determinar por qué el fracaso apareció. El proceso de diagnóstico puede incluir la inspección física de un sistema, el uso de un equipo de diagnóstico para evaluar el sistema, las entrevistas con los usuarios del sistema, y una serie de otras medidas. (Ver Figura 3.9)



Figura: 3.9 Mantenimiento y restauración en función de la falla
Fuente: www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/mineria.pdf

Ventajas del Mantenimiento Correctivo.

- Si el equipo está preparado la intervención en el fallo es rápida y la reposición en la mayoría de los casos será con el mínimo tiempo.
- No se necesita de una infraestructura excesiva, un grupo de operarios competentes será suficiente, por lo tanto el costo de mano de obra será mínimo, será prioritaria la experiencia y la pericia de los operarios, que la capacidad de análisis o estudio del tipo de problema que se produzca.
- Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantánea en la producción, donde la implantación de otro sistema resultaría poco económico.

Desventajas del Mantenimiento Correctivo.

- Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción que afectan a la planificación de manera incontrolada
- Se suele producir una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención, y a la prioridad de reponer antes que reparar definitivamente, por lo que produce un hábito a trabajar defectuosamente, sensación de insatisfacción e impotencia, ya que este tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo por la mala reparación por lo tanto será muy difícil romper con esta inercia.

Herramientas de confiabilidad operacional

La confiabilidad como metodología de análisis debe soportarse en una serie de herramientas que permitan evaluar el comportamiento del componente de una forma sistemática a fin de poder determinar el nivel de operabilidad, la magnitud del riesgo y las acciones de mitigación y de mantenimiento que requiere el mismo para asegurar al dueño del activo su integridad y continuidad operacional.

El empleo de las herramientas de confiabilidad permite detectar la condición más probable en cuanto al comportamiento de un activo, ello a su vez proporciona un marco referencial para la toma de decisiones que van a direccionar la formulación de planes estratégicos.

A continuación se describen algunas de estas herramientas de Confiabilidad Operacional más utilizadas a nivel mundial.

Análisis de Criticidad (CA)

El Análisis de Criticidad es una metodología que permite jerarquizar instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones.

La información que se recolecta mediante este estudio puede ser utilizada para:

- Priorizar órdenes de trabajo de operaciones y mantenimiento.
- Priorizar proyectos de inversión.
- Diseñar políticas de mantenimiento.
- Seleccionar una política de manejo de repuestos y materiales.
- Dirigir las políticas de mantenimiento a las áreas o sistemas más críticos.

Los criterios a tomar en cuenta para realizar un Análisis de Criticidad son los siguientes: seguridad, ambiente, producción, costos (Operaciones y Mantenimiento), frecuencia de fallas y tiempo promedio para reparar. Estos criterios se relacionan con una ecuación matemática, que genera puntuación para cada elemento evaluado.

Los pasos a seguir en el estudio de criticidad de una planta de cualquier naturaleza son:

- Identificación de los sistemas a estudiar.
- Definir el alcance y objetivo para el estudio.
- Selección del personal a entrevistar.
- Informar al personal sobre la importancia del estudio.
- Recolección de datos.
- Verificación y análisis de datos.
- Retroalimentación.
- Implementación de resultados.

A través de los aspectos mencionados, se observa la gran utilidad del Análisis de Criticidad, de allí su importancia. Este análisis permite obtener una jerarquización validada de todos los procesos / sistemas lo cual permite:

- Utilización óptima de los recursos humanos y económicos dirigidos hacia sistemas claves de alto impacto.
- Potencializar adiestramiento y desarrollo de habilidades en el personal, basado en la criticidad de sus procesos y sistemas.

- Priorizar la ejecución / detección de oportunidades perdidas y aplicación de otras herramientas de Confiabilidad Operacional.

¿Cómo establecer que una planta, proceso, sistema, componente o equipo es más crítico que otro? ¿Qué criterio se debe utilizar? ¿Todos los que toman decisiones, utilizan el mismo criterio?, el Análisis de Criticidad da respuesta a estas interrogantes, dado que genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total del universo analizado, diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad.

El estudio de criticidad permite potenciar el adiestramiento y desarrollo de habilidades en el personal, dado que se puede diseñar un plan de formación técnica, artesanal y de crecimiento personal, basado en las necesidades reales de la instalación, tomando en cuenta primero las áreas más críticas, que es donde se concentran las mejores oportunidades iniciales de mejora y de agregar el máximo valor.

Información Requerida para Análisis de Criticidad

La condición ideal sería disponer de datos estadísticos de los sistemas a evaluar que sean bien precisos, lo cual permite cálculos “exactos y absolutos”. Sin embargo desde el punto de vista práctico, dado que pocas veces se dispone de una data histórica de excelente calidad, el Análisis de Criticidad permite trabajar en rangos, es decir, establecer cuál es la condición más favorable, así como la condición menos favorable de cada uno de los criterios a evaluar. La información requerida para el análisis siempre estará referida con la frecuencia de fallas y sus consecuencias.

Para obtener la información requerida, el paso inicial es formar un equipo natural de trabajo integrado por un facilitador (experto en Análisis de Criticidad, y quien será el encargado de conducir la actividad), y personal de las organizaciones involucradas en el estudio como lo son operaciones,

mantenimiento y especialidades, quienes serán los puntos focales para identificar, seleccionar y conducir al personal conocedor de la realidad operativa de los sistemas objeto del análisis.

Este personal que realiza el análisis de criticidad debe conocer el sistema y formar parte de las áreas de: operaciones, mecánica, electricidad, instrumentación, estructura, programadores, especialistas en proceso, diseñadores, etc.; adicionalmente deben formar parte de todos los estratos de la organización, es decir, personal gerencial, supervisores, capataces y obreros, dado que cada uno de ellos tiene un nivel particular de conocimiento así como diferente visión del negocio. Mientras mayor sea el número de personas involucradas en el análisis, se tendrán mayores puntos de vista evitando resultados parcializados, además el personal que participa nivela conocimientos y acepta con mayor facilidad los resultados, dado que su opinión fue tomada en cuenta.

Manejo de la Información del Análisis de Criticidad

El nivel natural entre las labores a realizar comienza con una discusión entre los representantes principales del equipo natural de trabajo, para preparar una lista de todos los sistemas que forman parte del análisis.

Ecuación de criticidad vista desde un punto matemático

(3.8) Criticidad = frecuencia de falla x consecuencia

Siendo: consecuencia = **a+b**

a = Costo reparación+ impacto seguridad personal+impacto ambiental+impacto satisfacción cliente.

b = Impacto en la producción x Tiempo promedio para reparar MTTR

Los criterios o parámetros utilizarse, para la elaboración de las tablas de ponderación y realizar el cálculo de los valores de criticidad serán los siguientes:

- **Frecuencia de Fallas.** Representa las veces que falla cualquier componente del sistema que produzca la pérdida de su función, es decir, que implique una parada, en un periodo de un año.
- **Nivel de Producción.** Representa la producción aproximada por día de la instalación y sirve para valorar el grado de importancia de la instalación a nivel económico.
- **Tiempo Promedio para Reparar.** Es el tiempo promedio por día empleado para reparar la falla, se considera desde que el equipo pierde su función hasta que esté disponible para cumplirla nuevamente. El MTTR, mide la efectividad que se tiene para restituir la unidad o unidades del sistema en estudio a condiciones óptimas de operabilidad.
- **Impacto en la Producción.** Representa la producción aproximada porcentualmente que se deja de obtener (por día), debido a fallas ocurridas (diferimiento de la producción). Se define como la consecuencia inmediata de la ocurrencia de la falla, que puede representar un paro total o parcial de los equipos del sistema estudiado y al mismo tiempo el paro del proceso productivo de la unidad.
- **Costo de Reparación.** Se refiere al costo promedio por falla requerido para restituir el equipo a condiciones óptimas de funcionamiento, incluye labor, materiales y transporte.
- **Impacto en la Seguridad Personal.** Representa la posibilidad de que sucedan eventos no deseados que ocasionen daños a equipos e instalaciones y en los cuales alguna persona pueda o no resultar lesionada.
- **Impacto Ambiental.** Representa la posibilidad de que sucedan eventos no deseados que ocasionen daños a equipos e instalaciones produciendo la violación de cualquier regulación ambiental, además de ocasionar daños a otras instalaciones.

Otras herramientas de la Confiabilidad Operacional

Análisis Causa Raíz (RCA)

Dentro del marco de confiabilidad es la herramienta principal para determinar las causas fundamentales que generan una repetición de falla o en su defecto dentro de un conjunto de fallas, la anomalía de mayor peso en cuanto al impacto operacional, económico y de seguridad y ambiente. Es una herramienta sistemática que se aplica con el objetivo de determinar las causas que originan las fallas, sus impactos y frecuencias de aparición, para luego mitigarlas o suprimirlas totalmente. Se aplica generalmente en problemas puntuales para equipos críticos de un proceso o cuando existe la presencia de fallas repetitivas.

- **Inspección Basada en Riesgos (RBI).** Es una metodología que permite determinar la probabilidad de falla de un equipo que transporte y/o almacene fluidos y las consecuencias que estas pudieran generar sobre la gente, el ambiente y los procesos.
- **Análisis de Árbol de Falla (FTA).** La técnica del diagrama del árbol de falla es un método que nos permite identificar todas las posibles causas de un modo de falla en un sistema en particular. Además nos proporciona una base para calcular la probabilidad de ocurrencia por cada modo de falla del sistema. Mediante un FTA se observa en forma gráfica la relación lógica entre un modo de falla de un sistema en particular y la causa básica de la falla.
- **Optimización Costo Riesgo.** La optimización costo riesgo es una metodología que permite determinar los costos asociados a la realización de actividades de mantenimiento preventivo y los beneficios esperados por sus ejecuciones, sin dejar de considerar los riesgos involucrados, para identificar la frecuencia óptima de las acciones de mantenimiento con base en el costo total mínimo que se genera. El objetivo de una Optimización Costo Riesgo es determinar la frecuencia óptima de las acciones de mantenimiento preventivo por medio de

la realización de un balance de costos / riesgos asociados a estas actividades y los beneficios que generan.

Estándares de Funcionamiento de Equipos

El objetivo del mantenimiento es asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo que sus usuarios quieren que haga. Definirse a través de un estándar mínimo de funcionamiento. Entonces si el deterioro es inevitable, debe ser tolerable. Esto significa que cuando cualquier activo físico es puesto en funcionamiento debe ser capaz de rendir más que el estándar mínimo de funcionamiento deseado por el usuario.

Lo que el activo físico es capaz de rendir es conocido como capacidad inicial (o condición inherente). En este orden de ideas, para que un activo físico sea mantenible, el Funcionamiento deseado debe estar dentro del margen de su capacidad inicial. Para determinar esto no sólo se debe conocer la capacidad inicial del activo físico, sino también cual es exactamente el funcionamiento mínimo que el usuario está dispuesto a aceptar dentro del contexto en que va a ser utilizado.

Fallas Funcionales

- **Fallas Funcionales.** La definición citada trata el concepto de falla de la manera que se aplica a un activo como un todo. En la práctica esta definición es un poco vaga ya que no distingue claramente entre el estado de falla (falla funcional) y los eventos que causan este estado de falla (modos de falla).
- **Funciones y Fallas.** Se ha visto que si un activo no hace aquello que los usuarios quieren que haga, ha fallado. También que cualquier cosa que deba hacer se define como una función y que cada activo tiene más de una y por lo general varias funciones diferentes.

Por ejemplo, una bomba tiene al menos dos funciones. Una es la de bombear agua a no menos de 800 litros por minuto y la otra es contener el agua. Es perfectamente posible que dicha bomba sea capaz de bombear la cantidad requerida (no hay falla de la función primaria) a la vez que pierda una cantidad excesiva de líquido (falla en la función secundaria). Por otra parte es posible que la bomba se deteriore hasta el punto de no poder bombear la cantidad requerida (Falla de la función primaria), mientras que contiene el líquido (no hay falla en la función secundaria). Esto muestra porque es más preciso definir una falla en términos de pérdida de una función específica, más que la falla del activo como un todo.

Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA)

Es un proceso sistemático para identificar fallas potenciales de diseño y proceso antes de que estas ocurran, con la intención de eliminar o minimizar los riesgos asociados con ellas. El FMEA documenta las acciones preventivas y la revisión del proceso.

Las cuatro primeras preguntas del RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad) ayudan a identificar las fallas funcionales, los modos de falla que probablemente causen cada falla funcional y los efectos de falla asociados con cada modo de falla. Las cuatro preguntas son:

1. ¿Cuáles son las funciones que queremos que el equipo haga?
2. ¿De qué forma se puede fallar?
3. ¿Qué causa la falla?
4. ¿Qué sucede cuando falla?

Modos de Falla

Un modo de falla podría ser definido como cualquier evento que pueda causar la falla de un activo físico (o sistema o proceso). Sin embargo, como ya se explicó, es vago y simplista aplicar el término “falla” a un activo físico en general. Es mucho más preciso distinguir entre “una falla funcional” (un estado de falla) y un “modo de falla” (un evento que puede causar un estado de falla). Esta distinción lleva a una definición más precisa de un modo de falla, como puede ser: un modo de falla es cualquier evento que causa una falla funcional.

La mejor manera de mostrar la conexión y la diferencia entre los estados de falla y los eventos que podrían causarlos es primero hacer un listado de fallas funcionales, luego registrar los modos de falla que podrían causar cada falla funcional.

Categorías de Modos de Falla

Al aceptar que mantenimiento significa asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo que los usuarios quieren que haga, entonces un programa de mantenimiento global debe tener en cuenta todos los eventos que tienen la posibilidad de amenazar esa funcionalidad. Los modos de falla pueden ser clasificados en tres grupos de la siguiente manera:

- Cuando la capacidad cae por debajo del funcionamiento deseado.
- Cuando el funcionamiento deseado se eleva encima de la capacidad inicial.
- Cuando desde el comienzo el activo físico no es capaz de hacer lo que se quiere.

Efectos de Falla

Consiste en hacer una lista de lo que de hecho sucede al producirse cada modo de falla. Los efectos de la falla describen que pasa cuando ocurre un modo de falla. Un efecto de falla no es lo mismo que consecuencia de falla. Un efecto de falla responde a la pregunta ¿Qué ocurre?, mientras que una consecuencia de falla responde la pregunta ¿Qué importancia tiene?

La descripción de estos efectos debe incluir toda la información necesaria para ayudar en la evaluación de las consecuencias de las fallas. Concretamente, al describir los efectos de una falla, debe hacerse constar lo siguiente:

- La evidencia (si la hubiera) de que se ha producido una falla.
- Las maneras (si las hubiera) en que la falla supone una amenaza para la seguridad o el medio ambiente.
- Las maneras (si las hubiera) en que afecta a la producción o a las operaciones.
- Los daños físicos (si los hubiera) causados por la falla.
- Que debe hacerse para reparar la falla.

Evaluación para Realizar los Mantenimientos a las Maquinarias

En esta actividad se emplean datos históricos para predecir el futuro, teniendo en cuenta que sin una evaluación, cualquier sistema de mantenimiento tiende a fracasar. Para la evaluación, se analizan los datos o la información contenida en las fichas de trabajo.

Esta evaluación hace posible lo siguiente:

- Ajustar el programa y mantener actualizados los manuales de mantenimiento.
- Analizar los trabajos realizados y los materiales empleados a fin de determinar los costos de mantenimiento, para efectos de programación y control del presupuesto.
- Determinar los costos que demanda la gestión administrativa del almacenamiento, adquisición y uso de los repuestos e informar a los demás sobre lo que se ha realizado y lo que se pretende realizar.

Fichas de Trabajo

Para ejecutar el programa de mantenimiento se requiere elaborar unas fichas que servirán para controlar, solicitar, reportar, etcétera, las actividades que se van a ejecutar. Entre estas fichas, se tiene las siguientes:

1. Orden de trabajo.
2. Solicitud de repuestos y materiales.
3. Reporte semanal de mantenimiento.
4. Historial de los equipos.

Costos de Mantenimientos de Equipos Mineros

El costo de vida útil de los equipos para minería encierra el análisis del costo de capital y los costos de operación y de mantenimiento. El costo de capital considera variables como el precio total del equipo, y del traslado, es decir, el costo de llevar el vehículo y el material asociado desde la fábrica hasta el lugar de operaciones.

También considera el ensamblado y la puesta en servicio, que es el costo de verificación o pruebas necesarias para aceptar formalmente la entrega del vehículo. A ellos deben sumarse las herramientas, los repuestos y la capacitación, es decir el costo para mantener el camión con un stock de repuestos, al igual que la capacitación para operadores y mecánicos. Se debe tomar en cuenta, además, la transacción o el costo de capital inicial de crédito por reembolso de transacción otorgado por el valor residual de equipos comercializados contra camiones nuevos.

Si bien el costo de capital representa el gasto único que generará un costo que multiplicará varias veces el gasto de capital durante su vida útil. Estos gastos representan una porción significativa del presupuesto anual de una mina y suelen constituir el 50% de los gastos totales de minería de superficie. A partir del plan de equipo, el análisis de costos de vida útil requiere un cálculo razonable del gasto anual de mantenimiento para cada camión. Estos cálculos suelen categorizarse en reparaciones en funcionamiento, mantenimiento preventivo programado y revisiones mayores.

Las reparaciones en funcionamiento son gastos variables que suelen estimarse en función del historial. El mantenimiento preventivo programado puede estimarse

con precisión a partir del uso proyectado del equipo. Debe generarse órdenes de trabajo estandarizadas y definidas, con cálculos de mano de obra y materiales anticipados.

A los equipos se les debe Realizar lo Siguiete

- **Inspección.** Actividad sistemática de verificación periódica de las estructuras, equipos, etcétera, que sirve para detectar condiciones que puedan causar su interrupción o deterioro excesivo.
- **Servicio.** Realización de acciones rutinarias orientadas a mantener los equipos en óptimas condiciones de funcionamiento y a prevenir desperfectos de mayor envergadura y costo. Entre estas actividades están las siguientes: lubricación, ajustes, limpieza, reemplazo de pequeñas partes, pintura, arreglo de jardines, etcétera.
- **Reparaciones.** Restauración o reemplazo de las partes defectuosas o gastadas, identificadas ya sea por inspecciones o por interrupciones de la operación, para ponerlas en buenas condiciones de funcionamiento.
- **Modificación.** Alteración de la configuración o diseño original de partes de un equipo o estructura o cambio material con miras a reducir el costo y aumentar la eficiencia.
- **Sustitución.** Instalación de unidades nuevas en lugar de las existentes, que se han vuelto obsoletas y que muchas veces se tornan antieconómicas o ineficaces debido al uso excesivo, o generan costos elevados de mantenimiento por su mal funcionamiento.

Factibilidad Económica

Los estudios de factibilidad económica incluyen análisis de costos y beneficios asociados con cada alternativa del proyecto. Con análisis de costos/beneficio, todos los costos y beneficios de adquirir y operar cada sistema alternativo se identifican y se hace una comparación de ellos. Primero se comparan los costos esperados de cada alternativa con los beneficios esperados para asegurarse que los beneficios excedan a los costos. Después la proporción costo/beneficio de cada alternativa se compara con las proporcionan costo/beneficio de las otras alternativas para identificar la alternativa que sea más atractiva e su aspecto económico. Una tercera comparación, por lo general implícita, se relaciona con las formas en que la organización podría gastar su dinero de modo que no fuera en un proyecto de sistemas.

Factibilidad Técnica

El análisis de factibilidad técnica evalúa si el equipo está disponible y si tienen las capacidades técnicas requeridas por cada alternativa del diseño que se esté considerando. Los estudios de factibilidad técnica consideran las interfaces entre los sistemas actuales y nuevos; también consideran si la organización tiene el personal que posee la experiencia técnica requerida para diseñar, implementar, operar y mantener el sistema propuesto.

Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto, también llamado curva 80-20 o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los genera. El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos graves. Mediante la gráfica colocamos los "pocos vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

Procedimiento para Elaborar Diagrama de Pareto

1. Decidir el problema a analizar.
2. Diseñar una tabla para recoger y verificar datos.
3. Elaborar una tabla de datos para el diagrama de Pareto con la lista de ítems, los totales individuales, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados.
4. Jerarquizar los ítems por orden de cantidad llenando la tabla respectiva.
5. Dibujar dos ejes verticales y un horizontal.
6. Construir gráficos de barras en base a las cantidades y porcentajes de cada ítem.
7. Dibujar la curva acumulada, para lo cual se marcan los valores acumulados en la parte superior, al lado derecho de los intervalos de cada ítem, y finalmente une los puntos con una línea continua.
8. Escribir cualquier información necesaria sobre el diagrama.

Para determinar las causas con mayor incidencia en un problema se traza una línea horizontal a partir del eje vertical derecho, desde el punto donde se indica el 80% hasta su intersección con la curva acumulada. De ese punto trazar una línea vertical hacia el eje horizontal. Los ítems comprendidos entre esta línea vertical y el eje izquierdo constituyen las causas cuya eliminación resuelven el 80% del problema.

El diagrama facilita el estudio comparativo de numerosos procesos dentro de las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales, como se puede ver en el ejemplo de la gráfica al principio del artículo. Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos. Se representa por barras. (Ver Figura 3.10 y 3.11)

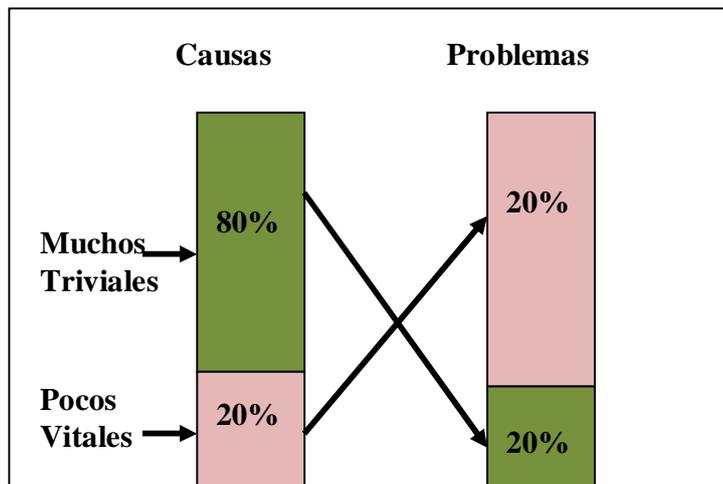


Figura 3. 10: Principio de Pareto

Fuente: www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/diagramadepareto/

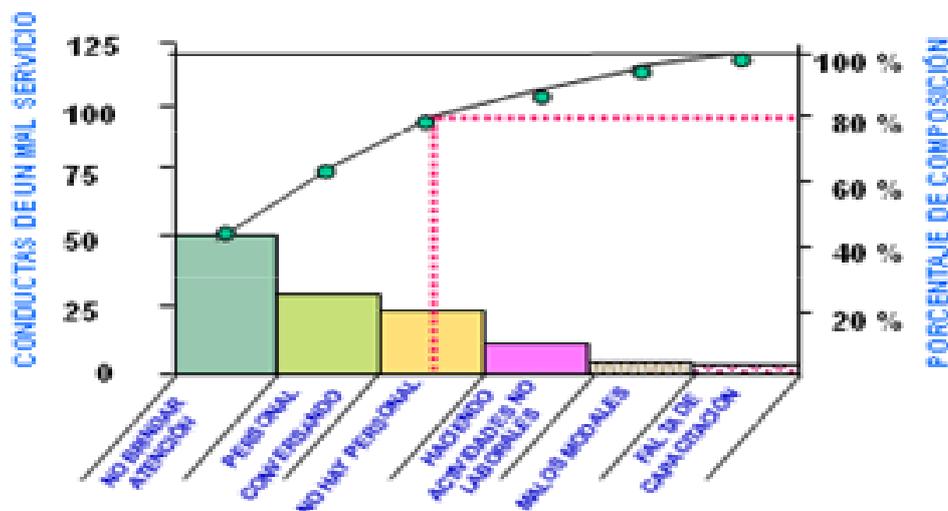


Figura 3. 11: Diagrama de Pareto

Fuente: www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/diagramadepareto/

Ventajas de Utilización del diagrama de Pareto:

Identificar en forma clara y objetiva hacia donde enfocar los esfuerzos para la solución de problemas.

Diagrama causa - efecto

El diagrama Causa-Efecto (Ishikawa o espina de pescado), se utiliza para identificar y representar la relación entre un efecto y todas sus posibles causas; es una herramienta técnica que permite encontrar la relación entre un efecto y sus causas inmediatas. Fundamentalmente, esta técnica persigue como objetivo determinar las causas principales de una calidad deficiente. Es decir, encontrar lo que en la técnica del Diagrama de Pareto, definimos como causas vitales.

Procedimiento para Elaborar Diagrama Causa-Efecto

1. Determinar claramente el efecto a estudiar.
2. Encuadrar el efecto a la derecha y dibujar una línea gruesa centrada apuntándole.
3. Usar Brainstorming o un enfoque racional para identificar las posibles causas.
4. Distribuir y unir las causas principales a la línea central mediante líneas.
5. Añadir subcausas a las causas principales a lo largo de las líneas inclinadas.
6. Descender de niveles hasta llegar a las causas raíz (fuente original del problema).

Ventajas del Empleo del Diagrama Causa-Efecto:

- Propicia el análisis de los problemas desde una visión integral.
- Promueve la participación y el aprovechamiento de la experiencia y conocimiento de todos los miembros de un grupo

Las causas principales o primarias a la cual se refiere el diagrama causa-efecto están relacionadas con las 6 M; a partir de ellas se llega a las causas que originaron el problema. Las 6M se muestran a continuación. (Ver figura 3.12)

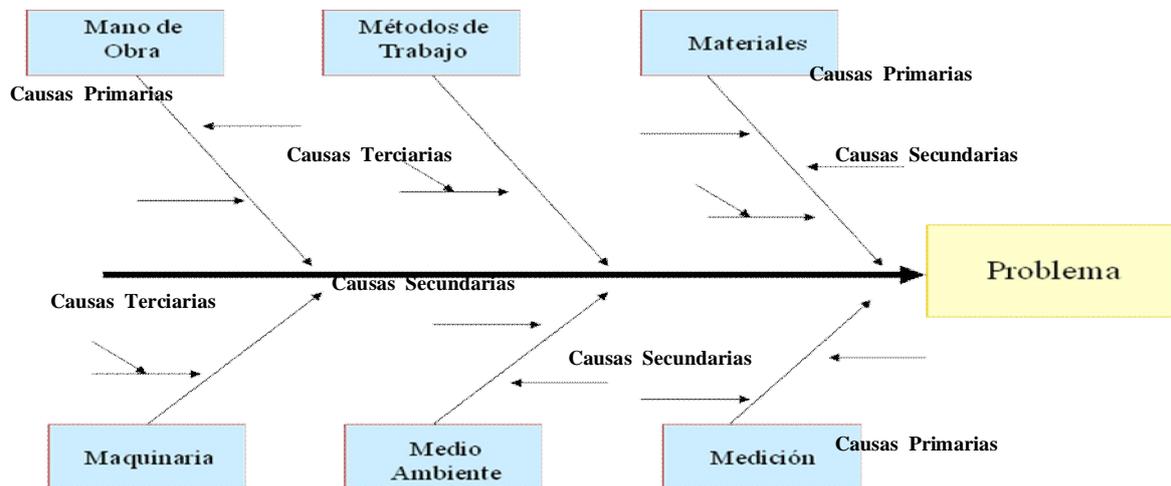


Figura 3.12: Diagrama Causa-Efecto
Fuente: Autor

Matriz Foda:

Es una importante herramienta de la planeación estratégica que conducen al desarrollo de cuatro tipos de estrategias: FO, DO, FA y DA. Las letras F, O, D y A representan fortalezas (I), oportunidades (E), debilidades (I) y amenazas (E) respectivamente y constituyen el ámbito externo e interno de una organización.

- **Ámbito Interno:** se analizan las debilidades y fortalezas de una empresa en los aspectos claves de gerencia, financieros, mercadeo, maquinaria, tecnologías, rentabilidad, producción, investigación y desarrollo, capacidad instalada y utilizada de la empresa, recursos humanos, índice de rotación de empleados, si existe descripción de cargos, antigüedad de empleados, políticas de remuneración, sueldos con respecto a la competencia.

- **Ámbito Externo:** enfoca las oportunidades y amenazas en los aspectos sociales, culturales, demográficos, geográficos, políticas gubernamentales y jurídicas, tecnológicos, competitivos y económicos: inflación, control de cambio, intereses.
- **Las estrategias FO:** usan las fuerzas internas de la empresa para aprovechar la ventaja de las oportunidades externas.
- **Las estrategias DO:** pretenden superar las debilidades internas aprovechando las oportunidades externas.
- **Las estrategias FA:** aprovechan las fuerzas de la empresa para evitar o disminuir las repercusiones de las amenazas externas.
- **Las estrategias DA:** son tácticas defensivas que pretenden disminuir las debilidades internas y evitar las amenazas del entorno.

Pasos para Construir una Matriz Foda (Ver Figura 3.13)

1. Hacer una lista de las fortalezas internas claves.
2. Hacer una lista de las debilidades internas decisivas.
3. Hacer una lista de las oportunidades externas importantes.
4. Hacer una lista de las amenazas externas claves.
5. Comparar las fortalezas internas con las oportunidades externas y registrar las estrategias FO resultantes en la casilla apropiada.
6. Cotejar las debilidades internas con las oportunidades externas y registrar las estrategias DO resultantes.
7. Comparar las fortalezas internas con las amenazas externas y registrar las estrategias FA resultantes.
8. Hacer comparación de las debilidades internas con las amenazas externas y registrar las estrategias DA resultantes.

Colocar el nombre de la unidad o departamento de estudio	FORTALEZAS (Lista de fortalezas)	DEBILIDADES (Lista de debilidades)
OPORTUNIDADES (Lista de oportunidades)	ESTRATEGIAS (FO) (Utilizar de fortalezas para aprovechar oportunidades)	ESTRATEGIAS (DO) (Aprovechar las oportunidades para superar debilidades)
AMENAZAS (Lista de amenazas)	ESTRATEGIAS (FA) (Uso de fortalezas para evitar amenazas o hacerle frente)	ESTRATEGIAS (DA) (Reducir debilidades y evitar amenazas)

Figura. 3.13: Esquema de la Matriz FODA
Fuente: Investigación de Profesora Mónica Torres

Definición de Términos Básicos.

Los términos básicos en este estudio realizado son los siguientes:

Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA): Es un proceso sistemático para identificar fallas potenciales de diseño y proceso antes de que estas ocurran, con la intención de eliminar o minimizar los riesgos asociados con ellas. El FMEA documenta las acciones preventivas y la revisión del proceso.

Componentes Mayores: son los componentes, piezas de un equipos que mueven un sistema y compuesto por subcomponentes

Demoras en los Equipos: Se refiere al tiempo que los equipos no están disponibles para operar debido a que se les está ejecutando ya sea mantenimiento preventivo o correctivo

Diseño de Sistema: subsistema. Identificación de la concurrencia. Asignación. Almacenamiento de datos. Administración de los recursos.

Disponibilidad: El factor de disponibilidad de un equipo o sistema es una medida que nos indica cuanto tiempo está ese equipo o sistema operativo

Efectividad: Es la capacidad de lograr un efecto deseado, esperado o anhelado.

Efecto de falla. Describe las consecuencias de la ocurrencia de la falla que se está analizando. Esta descripción debe incluir toda la información necesaria para apoyar la evaluación de la máquina.

Horas Maquinas: es el tiempo acumulado que permanece en funcionamiento una máquina, hasta completar la hora

Horas Componentes: Son las horas acumuladas que tiene el componentes desde que se instala a la maquina.

Indicador: es la expresión matemática que cuantifica el estado de la característica o hecho que se quiere controlar. Medios, instrumentos o mecanismos para poder evaluar en qué medida estamos logrando los objetivos estratégicos propuestos. Como tal un indicador es una variable de interés cuya naturaleza obviamente se circunscribe al tipo de escala sobre el cual se define. Esto implica una clasificación en términos de su naturaleza como cuantitativos y cualitativos.

Mantenimiento: todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondiente

Mantenimiento Correctivo: es una forma de mantenimiento del sistema que se realiza después de un fallo o problema surge en un sistema, con el objetivo de restablecer la operatividad del sistema. En algunos casos, puede ser imposible de predecir o prevenir un fracaso, lo que hace el mantenimiento correctivo la única opción

Mantenimiento Preventivo: permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costos de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas.

Modo de falla. Un modo de falla podría ser definido como cualquier evento que pueda causar la falla de un activo físico (sistema o proceso).

Sistema: es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas reciben (entrada) datos, energía o materia del ambiente y proveen (salida) información, energía o materia.

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo comprende de forma más amplia la información en cuanto a las actividades a desarrollar, igual que las aplicaciones de las técnicas que se emplearán para la ejecución de este trabajo, representando la función principal; es decir, ser el soporte de la investigación que se está realizando.

Tipo de Investigación

La metodología a utilizada en este proyecto de investigación, de acuerdo al objetivo planteado: “ Diseñar un sistema que optimice el mantenimienti correctivo-programado, evaluando la Factibilidad Técnico Económico para la Reparacion de los Componentes Principales de los Equipos de las flota Komatsu y Cartepillar de la Gerencia de Minería en la empresa Ferrominera Orinoco C.A”, corresponde a una investigación de tipo Evaluativa y Descriptiva, ya que fue necesario describir, registrar y analizar toda la información correspondiente para la respectiva evaluación de los Componentes Principales de los Equipos de las flota Komatsu y Cartepillar con el fin de hacer las comparaciones y decidir si es mejor reparar el componente o adquirir un componente nuevo; así permitirá conducir a la organización a los resultados deseados. En este mismo orden de ideas, Tamayo (2003) dice que: “La investigación evaluativa y descriptiva comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos”. (p. 46)

Diseño de Investigación

Este proyecto está basado en una investigación no experimental, ya que se elaboro tomando como base información y documentación relacionada con todos los aspectos representativos de esta investigación, necesarios para su argumentación, sin necesidad de manipular variables o situaciones actuales presentadas.

Así mismo, debido a la estrategia adoptada para responder al problema de la investigación, se dice que la presente, en relación a su diseño, es de campo y documental. Es de campo, ya que permite la observación y la recolección de datos directamente de la realidad en un ambiente cotidiano, para luego interpretar los resultados, estableciendo relaciones de integración. Arias (2006) señala:

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. (p. 31).

De igual manera, la investigación es considerada de tipo documental, ya que requirió indagar y obtener documentos institucionales como, procedimientos, normas, informes, libros, prácticas operativas entre otros para conocer la información de las fallas de los componentes de los equipos para llevar a cabo la investigación. Para luego realizar el diseño del sistema que optimice el mantenimiento correctivo-programado y por ende realizar las respectivas evaluaciones de las reparaciones de los componentes mayores averiados.

Población y Muestra

La población se definió según Arias (2006, p. 81) quien afirma que la población es “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación”. En este caso en específico, la población fue finita conformada por todo los componentes mayores o principales averiados de los equipos de las flotas Komatsu y Caterpillar. Para efectos de esta investigación, la muestra fue coincidente con la población objeto de estudio, puesto que es necesario trabajar con la totalidad de los datos que conforman la misma, ya que cada uno de los componentes presenta averías o fallas diferentes, la población a estudiar para definirlo no fue necesario hacer uso de formulas matemáticas, fue tomada de la observación directa en el área donde se encuentran los equipos y de documentación de bases de datos existentes en la Superintendencia de Planificación y control de la Gerencia de Minería, de la siguiente manera (Ver tabla 4.1)

Tabla 4.1: Principales Equipos Mineros

Flotas de Equipos	Cantidad Disponible	Cantidad Accidentado	Total de Equipos por Flota
Camiones de Acarreo	11	10	21
Cargadores Frontales	10	7	17
Tractores de Orugas	9	11	20
Tractores de Caucho	5	5	10
Camiones Cisternas	4	3	7

Motoniveladora	5	3	8
Mototraillas	1	1	2
Retroexcavadoras	2	1	3
Vibrocompactador	1	0	1
Total de Disponibilidad de Equipos y de Accidentados	48	41	89

Fuente: Sección de Planificación de Mantenimiento San Isidro

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnicas

En cuanto a las técnicas que se emplearan con el fin de recoger la información pertinente a dicho estudio, están representadas por las siguientes:

- Observación directa, que permite visualizar la situación actual, al igual que detectar cuales son los componentes que fallan con más frecuencia.
- Entrevista no estructurada, aplicada al personal es decir a los supervisores, líderes de los grupos técnicos, coordinadores, al jefe de sector, al superintendente y a los analistas de planificación y control de la empresa, ya que estos conocen el deber ser de la gestión y lo qué realmente se realiza.
- Revisión de bibliografías y documentos que contienen información relevante para este estudio como procedimientos, textos, internet, SAP, entre otros,

proporcionados por la empresa. Así mismo, se indagará en material bibliográfico para el basamento teórico de la presente investigación.

Instrumentos

La aplicación de las técnicas antes mencionada conducirá a la necesidad de guardar en un medio material la información, para su posterior procesamiento, los cuales serán representados a través de los siguientes instrumentos:

- **Sistema SAP (Intranet):** utilizado para obtener el historial de los repuestos, clasificarlos y colocarles su código SAP a cada componente. Es un sistema estándar de software, totalmente integrado. Esto significa que incluye y vincula la parte administrativa, financiera, de abastecimiento y gestión industrial de toda la empresa.
- **Sistema LINKONE (Intranet):** utilizado para obtener el historial de los repuestos y clasificarlos.
- Lápiz, hojas y una tabla de apunte, los cuales permitiera realizar todas las anotaciones pertinentes a los datos recogidos durante las actividades.
- Computadora, para el análisis de información electrónica y elaboración del informe del proyecto.

Procedimiento de la Investigación

A continuación se presenta el procedimiento que permitió llevar a cabo este estudio:

1. Asesoría y recopilación de información para clasificar los componentes mayores pertenecientes a las flotas Komatsu y Caterpillar de

las otras marcas de equipos mineros, mediante el uso de base de datos existentes.

2. Análisis Foda para visualizar la situación actual del Taller de Mantenimiento.

3. Diseño de procedimiento, definiendo los criterios para la recopilación de la información concerniente para efectuar la evaluación de los componentes averiados.

4. Búsqueda de información de la disponibilidad de los equipos mineros existentes en Cuadrilátero San Isidro en la sección de la Superintendencia de Planificación y control de la Gerencia de Minería de la empresa.

5. Aplicación de entrevista no estructurada al personal que planifican y realizan los respectivos mantenimientos a los equipos mineros.

6. Recopilación de información concerniente al historial de fallas y la frecuencia de cambios de componentes.

7. Determinación de indicadores de mantenimientos disponibilidad, efectividad, demoras y luego se analizarán.

8. Elaboración de diagramas de Pareto, de causa-efecto para visualizar los equipos, componentes más complejos y las causas de las fallas que se presenten con más frecuencias, con sus respectivos análisis y el nivel de criticidad que generan.

9. Análisis de la situación actual del costo y el tiempo de reparación de los componentes principales de los equipos de las flotas Komatsu y Caterpillar y luego se comparara con el costo real y el tiempo de adquirir un componente nuevo.

10. Luego mediante la realización de una estructura con datos de comparación se decidirá que es más conveniente para la empresa si reparar o adquirir los componentes nuevos.

11. Se realizaron los ajustes del diseño del sistema y se crearan las normas a utilizar cuando se utilice el sistema para evaluar la factibilidad técnico y/o económico de reparar el componente cuando presente falla, de

manera que de una forma rápida puedan decidir si es factible reparar el componente o adquirirlo nuevo.

12. Se evaluó la forma o procedimientos que utilizan para realizar el mantenimiento correctivo-programado a los componentes, considerando el análisis de fallas, criticidad y los indicadores de mantenimiento los cuales permitirán evaluar el comportamiento operacional de los sistemas, equipos y componentes; para luego formular una propuesta de mejora de dicha ejecución de mantenimiento, igual cuya informaron será utilizada para realizar el estudio de factibilidad de las reparaciones.

Procesamiento de la Información

Con la información obtenida para llevar a cabo la evaluación de los componentes principales averiados de las flotas Komatsu y Caterpillar, para luego decidir si conviene repararlo o comprarlo; fue necesario trabajarlo mediante un procesamiento de datos; donde se tomaron en cuentas bases de datos existentes, en el que se puede clasificar los datos y procesar la información de manera más fácil; la información se recopiló de forma manual y mecánica, la cual se procesara de manera mecánica:

Manualmente: se requirió de observar e ir tomando nota de todo lo que se está observando y preguntando a medida que fue avanzando la investigación.

Mecánica (computadora): Por medio de esta se obtuvo información del SAP, el costo de los componentes, estadísticas de las veces que dichos componentes han presentado fallas y procesar todos los datos obtenidos, mediante tablas, gráficos entre otros.

Se Realizaron Tabulaciones:(Elaboración de Tablas, Diagramas)

Para la tabulación de los datos obtenidos en el proceso de recolección de datos y mostrar los resultados obtenidos del análisis de la información se elaboraron tablas con los componentes mayores de las flotas de equipos Komatsu y Caterpillar. Se utilizó las herramientas básicas de calidad como el diagrama de Pareto para determinar la frecuencia de las fallas, el diagrama Causa-Efecto para identificar las causas de las fallas de los componentes y realizar su respectivo análisis, mediante tablas se representan la evaluación de los indicadores de mantenimientos a utilizados, la criticidad; al igual se emplearon diagrama de flujo el cual se usará para decidir que hacer con el componentes según el porcentajes de daño que presente si repararlo o comprar el componente. Además se realizó un análisis Foda para ver cuáles son las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que presenta el taller de mantenimiento para mantener un máximo de operativos sus equipos.

Tipos de Análisis

En el presente estudio se realizó una investigación de campo no experimental descriptiva-evaluativa; de campo porque se efectuó en el área de trabajo y no experimental descriptiva-evaluativa ya que se describió y se evaluaron las averías que presentan los componentes principales de las flotas Komatsu y Caterpillar, para decidir si es ventajoso repararlo o adquirir los componentes nuevos; haciendo análisis de tipo cualitativo y cuantitativo; para comprender mejor cada análisis en particular se describe lo siguiente:

Análisis de Cualitativo (descriptivo-evaluativo): A partir de las técnicas de revisión documental, la observación y la entrevista permitió decidir qué es lo que mejor le conviene a la empresa si reparar los componentes o comprarlo

Análisis Cuantitativo: Con los conocimientos obtenidos mediante la revisión documental, entrevista se efectuó la evaluación y luego las comparaciones; ya que se analizarán los costos de oportunidades de la reparación de los componentes accidentados.

CAPÍTULO V

SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se presenta la descripción de la situación actual referente a los Cambios de Componentes Mayores ya realizados a las diferentes flotas de los equipos mineros de las marcas Komatsu y Caterpillar, visualizando sus estados de criticidad.

Área del Taller de Mantenimiento

En el Taller de Mantenimiento de Cuadrilátero San Isidro, es el lugar donde se practican los mantenimientos respectivos ya sean rutinarios, preventivos, predictivos o correctivos a las diferentes flotas de los equipos mineros de las marcas Komatsu y Caterpillar; específicamente esta investigación está enfocada a los Cambios de Componentes Mayores de las maquinarias. Actualmente en toda el área que comprende el Taller de Mantenimiento se encuentran componentes, que se le han desmontados a las diversas maquinarias y se desconoce si es favorable para la empresa repararlo o desecharlo y adquirir dicho componente nuevo; para lo cual se requiere realizar un estudio técnico-económico para la reparación de los componentes. (Ver Figura 5.14)



Bomba Hidráulica



Cilindros de Levantes



Trasmisión



Motor

Figura 5.14: Situación Actual de Componentes Desmontados Averiados

Fuente: Autor

Para visualizar un poco la realidad de los componentes, se tomo en cuenta algunos de los factores de distribución de plantas, se tiene que:

Factor Hombre

La empresa le da toda la capacitación y adiestramiento a sus trabajadores para que realicen las actividades correspondiente a los cambios de componentes; pero los trabajadores no realizan su trabajo como se le indica ya que se encuentran varios componentes desmontados averiados y se desconoce la fecha y motivo de su desmontaje, al igual no se conoce a que equipo se le desmonto dicho componente.

Ubicación de los Componentes

No se cuenta con un lugar específico para ubicar los componentes averiados; ya que por toda el área del taller de mantenimientos están tirados los componentes sin ninguna clasificación de su nivel de avería; donde se encuentran componentes de diferentes tamaños pequeños, grandes; ya sean nuevos, averiados para repararlos o averiados para desecharlos, todos están juntos.

Manejo de Información de Componentes

La información de los cambios o desmontajes de Componentes se obtiene y se maneja mediante los reporte de fallas diaria reportadas por los mecánicos; a través del sistema SAP se procesan todos cambios y mantenimientos que se le realizan a los diferentes equipos mineros existentes en Cuadrilátero San Isidro; pero hay cambios o desmontajes de componentes que no lo registran.

Para diagnosticar la situación actual y así buscar soluciones, se tomaron en cuenta los objetivos específicos:

Componentes principales de los diferentes tipos de equipos correspondientes a las flotas Komatsu y Caterpillar

Los diferentes tipos de equipos correspondientes a las flotas Komatsu y Caterpillar de la Superintendencia de Mantenimiento de la Gerencia de Minería en Cuadrilátero San Isidro; son los siguientes:

- Cargadores Frontales.
- Tractores Orugas.
- Tractores de Cauchos.
- Motor Nivelador (Patrol).
- Camiones de Acarreos.
- Retro Excavadora.
- Camiones Cisternas.

Los equipos antes mencionados son indispensables para llevar a cabo la producción del mineral; donde de 89 equipos comprendidos entre las marcas Komatsu y Caterpillar el 46% de los equipos se encuentran accidentados por faltas de unos de sus componentes mayores. A continuación se muestra una tabla de los principales equipos mineros, los que están disponibles y los que se encuentran accidentados (Ver tabla 5.2)

Tabla 5. 2: Situación Actual de los Equipos Mineros

Nº	FLOTA	31-119 #FMO	KOMATSU MARCA	730E MODELO	180Tn CAP.	01.05.2003 FECHA DE ADQUISICI ON	PRODUCCION CLASIFICACI ON	VIDA UTIL (AÑO S)	HORA S OPER ACION 2011	DISPONI BILIDAD 2011 REAL (%)	DISPÓNIBILID AD 2011 PLANIFICADA (%)	En espera de repuestos (08/06/2007) ESTADO
1	CAMI ONES DE ACARR EO	31-115	CATERPILLAR	789B	170Tn	01.12.1996	PRODUCCIO N	5	40427	67	52	
2		31-116	CATERPILLAR	789B	170Tn	01.12.1996	PRODUCCIO N	5	38105	0	-	En espera de repuestos desde 12/06/2009
3		31-117	CATERPILLAR	789B	170Tn	01.12.1996	PRODUCCIO N	5	34924	76	62	
4		31-122	CATERPILLAR	789B	170Tn	01.12.1998	PRODUCCIO N	5	38851	30	52	
5		31-123	CATERPILLAR	789B	170Tn	01.12.1998	PRODUCCIO N	5	32746	0	-	En espera de repuestos
6		31-131	CATERPILLAR	789C	170Tn	01.04.2005	PRODUCCIO N	5	19522	0	65	En espera de repuestos desde el 29/05/2009
7		31-132	CATERPILLAR	789C	170Tn	01.04.2005	PRODUCCIO N	5	26466	55	78	Dañada suspensión 05/02/12
8		1110355	CATERPILLAR	789C	170Tn	30.11.2006	PRODUCCIO N	5	16350	5	71	En espera de repuestos desde el 12/02/2011
9		1110373	CATERPILLAR	789C	170Tn	30.01.2007	PRODUCCIO N	5	16941	46	70	
10		1110374	CATERPILLAR	789C	170Tn	30.01.2007	PRODUCCIO N	5	21333	52	78	
11		1110351	CATERPILLAR	777D	100Tn	23.09.2006	PRODUCCIO N	5	12333	88	79	
12		1100040	CATERPILLAR	777F	100Tn	25.08.2008	PRODUCCIO N	5	8343	71	82	
13		1100041	CATERPILLAR	777F	100Tn	25.08.2008	PRODUCCIO N	5	8188	66	82	

Continuación Tabla 5. 2:...

15		31-120	KOMATSU	730E	180Tn	01.05.2003	PRODUCCION	5	26681	67	77	
16		31-125	KOMATSU	730E	180Tn	01.08.2003	PRODUCCION	5	31555	67	71	Dañado motor diesel 24/01/2012
17		31-126	KOMATSU	730E	180Tn	01.08.2003	PRODUCCION	5	30595	68	72	Cambio de tolva 26/01/2012
18		31-127	KOMATSU	730E	180Tn	01.11.2003	PRODUCCION	5	27579	5	71	
19		31-128	KOMATSU	730E	180Tn	01.11.2003	PRODUCCION	5	21949	0	71	En espera de repuestos desde el 20/01/2010
20		31-129	KOMATSU	730E	180Tn	01.11.2004	PRODUCCION	5	29363	29	73	En espera de repuestos desde 11/05/2011
21		31-130	KOMATSU	730E	180Tn	01.11.2004	PRODUCCION	5	31092	63	73	
24		4-483	CATERPILLAR	992C	12,5YD ₃							En proceso de desincorporación
25		4-492	CATERPILLAR	992D	12,5YD ₃	01.12.1996	PRODUCCION	5	37232	0	63	En espera de repuestos desde 12/10/2009
26		4-464	CATERPILLAR	966D	4,25 Yd ³	01.12.1986	APOYO	5	745			
27		4-497	CATERPILLAR	966F	5 Yd ³	01.09.1999	APOYO	5	8610			
28		4-498	CATERPILLAR	928G	2,75 Yd ³	01.09.1999	APOYO	5	6778			
29		4-499	CATERPILLAR	928G	2,75 Yd ³	01.09.1999	APOYO	5	6317			
30		4-500	CATERPILLAR	938G	3,25 Yd ³	01.09.1999	APOYO	5	8622			
31	CARGADOR FRONTALES	1110339	CATERPILLAR	994F	18,4YD ₃	20.07.2006	PRODUCCION	5	15816	59	79	Accidentado
32		4-528	KOMATSU	WA-900	12,5YD ₃	01.06.2004	PRODUCCION	5	22304	48	74	
33		4-537	KOMATSU	WA-1200	19,5YD ₃	01.12.2004	PRODUCCION	5	18234	11	74	Reparación Mayor 11/09/2011
34		1110357	KOMATSU	WA-900	12,5YD ₃	05.10.2006	PRODUCCION	5	10949	19	77	Problemas con el motor diesel desde 06/04/2011

Continuación Tabla 5. 2:...

35		1110408	KOMATSU	WA-900-3E0	12,5YD ₃	12.08.2008	PRODUCCION	5	11074	36	70	Accidentado
36		1110400	KOMATSU	WA-900-3E0	12,5YD ₃	15.09.2008	PRODUCCION	5	8934	59	78	
37		1100054	CATERPILLAR	992G	11,80YD ₃	19.11.2008	PRODUCCION	5	12608	44	80	Accidentado
38		1105000	KOMATSU	WA-900-3E0	12,5YD ₃	07.11.2008	PRODUCCION	5	7156	60	70	
39		1105020	CATERPILLAR	972H	5YD ₃	30.04.2009	APOYO	5	2048	82	80	
40		1105036	KOMATSU	WA-1200	19,5YD ₃	05.12.2009	PRODUCCION	5	9870	71	70	
41		4-407	CATERPILLAR	D9L	17,7Yd ₃							En proceso de desincorporación
42		4-408	CATERPILLAR	D9L	17,7Yd ₃	01.06.1986	APOYO	5	1559	10	-	
43		4-410	CATERPILLAR	D8L	11,4Yd ₃	01.12.1986	APOYO	5	1678	61	57	fuera de la zona
44		4-415	CATERPILLAR	D10N	24 Yd ₃	01.06.1989	APOYO	5	8340	1	57	En espera de repuestos
45	TRACTORES DE ORUGAS	4-423	CATERPILLAR	D10N	24 Yd ₃	12.01.1990	APOYO	5	3545	0	63	En espera de repuestos
46		4-424	CATERPILLAR	D10N	24 Yd ₃	01.02.1990	APOYO	5	2970	14	60	
47		4-426	CATERPILLAR	D10N	24 Yd ₃	01.02.1994	APOYO	5	6863	89	60	
48		4-429	CATERPILLAR	D11N	35,5Yd ₃	01.05.1992	APOYO	5	6692	42	59	
49		4-514	CATERPILLAR	D9L	17,7Yd ₃	01.12.1986	APOYO	5	5252	47	57	
50		4-532	CATERPILLAR	D10R	24 Yd ₃	01.11.2004	APOYO	5	8120	31	69	
51		4-533	CATERPILLAR	D10R	24 Yd ₃	01.11.2004	APOYO	5	7996	1	69	En espera de repuestos
52		4-543	CATERPILLAR	D11R	35,5Yd ₃	01.10.2005	APOYO	5	6000	13	68	Accidentado desde 30/01/2012

Continuación Tabla 5. 2:...

53		4-529	KOMATSU	D375	24 Yd ³	01.06.2004	APOYO	5	6658	22	70		
54		4-536	KOMATSU	D155A X	15,3Yd ₃	01.12.2004	APOYO	5	3652	58	65		
55		4-540	KOMATSU	D375	24 Yd ³	01.12.2004	APOYO	5	7470	0	69	En espera de repuestos	
56		1110353	KOMATSU	D375	24 Yd ³	30.08.2006	APOYO	5	7047	0	79	En espera de repuestos	
57		1110354	KOMATSU	D375	24 Yd ³	30.08.2006	APOYO	5	5496	0	60	En espera de repuestos	
58		1100038	CATERPILLAR	D10T	24 Yd ³	11.08.2008	APOYO	5	4459	68	81		
59		1100039	CATERPILLAR	D10T	24 Yd ³	11.08.2008	APOYO	5	5127	68	81	Accidentado desde 08/02/12	
60		1105018	CATERPILLAR	D8T	11 Yd ³	11.05.2009	APOYO	5	1361	70	83	Accidentado	
61		4-465	CATERPILLAR	824C	7Yd ³							En proceso de desincorporación	
62		4-478	CATERPILLAR	824C	7Yd ³							En proceso de desincorporación	
63		4-1012	CATERPILLAR	824C	7Yd ³							En proceso de desincorporación	
64	TRACTORES DE CAUCHO	4-534	CATERPILLAR	824G	7Yd ³	01.11.2004	APOYO	5	1080	43	75	Reparación general desde 24/05/2011	
65		4-535	CATERPILLAR	824G	7Yd ³	01.11.2004	APOYO	5	12102	59	75		
66		4-530	KOMATSU	WD500	7Yd ³	01.06.2004	APOYO	5	11437	1	75	En espera de repuestos desde 13/10/2009	
67		4-531	KOMATSU	WD500	7Yd ³	01.06.2004	APOYO	5	6484	79	75		
68		1110376	KOMATSU	WD500	7Yd ³	05.03.2007	APOYO	5	8661	73	75		
69		1110377	KOMATSU	WD500	7Yd ³	05.03.2007	APOYO	5	4594	66	75		
70		1100037	KOMATSU	WD500	7Yd ³	08.07.2008	APOYO	5	3234	91	75		
71		CAMIONES CISTERNAS	31-98	CATERPILLAR	769C		01.02.1990	APOYO	5	9112	0	70	Dañada bomba de riego desde 13/09/2010
72			31-112	CATERPILLAR	773D	13.000 Gal	01.12.1996	APOYO	5	9112	68	70	

Continuación Tabla 5. 2:...

73		31-113	CATERPILLAR	773D	13.000 Gal	01.12.1996	APOYO	5	18957	81	70	
74		31-118	CATERPILLAR	773D	13.000 Gal	01.06.2001	APOYO	5	12583	0	70	En espera de repuestos desde 05/10/2009
75		4-215	CATERPILLAR	773E	13.000 Gal	01.02.2005	APOYO	5	7262	0	70	
76		1110384	CATERPILLAR	773F	13.000 Gal	08.05.2007	APOYO	5	2855	14	70	En espera de repuestos desde 30/04/2009
77		1105002	CATERPILLAR	773F	13.000 Gal	30.01.2009	APOYO	5	4241	65	70	
78		4-213	CATERPILLAR	16G	16 Ft	01.02.1990	APOYO	5	17724	75	71	
79		4-214	CATERPILLAR	16G	16 Ft	01.03.1990	APOYO	5	2865	42	71	
80		4-520	CATERPILLAR	12H	12 Ft	02.09.1999	APOYO	5	5791	58	71	
81		4-538	CATERPILLAR	16H	16 Ft	01.12.2004	APOYO	5	8296	54	71	
82		MOTO NIVEL ADOR A	4-2006	CATERPILLAR	16G	16 Ft	01.11.1990	APOYO	5	2312	0	71
83		4-542	KOMATSU	GD825 A	16 Ft	01.04.2005	APOYO	5	3454	0	71	En espera de repuestos desde 03/05/2010
84		1110375	KOMATSU	GD825 A	16 Ft	09.05.2007	APOYO	5	3423	0	71	En espera de repuestos desde 07/09/2010
85		1105013	CATERPILLAR	24M	24 Ft	20.04.2009	APOYO	5	3536	70	71	
86	MOTO TRAIL LAS	4-210	CATERPILLAR	651E	47Tn	01.12.1986	APOYO	5	1254	38	69	
87		4-544	CATERPILLAR	651E	47Tn	09.01.2006	APOYO	5	1721	0	69	Motor diesel trancado desde 25/11/2009
88	RETR OEXC AVAD ORAS	4-1013	CATERPILLAR	E240B	1,50 Yd ³							En proceso de desincorporación
89		4-435	CATERPILLAR	430D	1,40 Yd ³	13.10.2005	APOYO	5	4426	14	71	
90		1100007	CATERPILLAR	345C	3 Yd ³	28.02.2006	APOYO	5	3359	41	71	
91	VIBRO COMP ACTA DORA	4-545	CATERPILLAR	CP-563E		13.10.2005	APOYO	5	370		74	

Fuente: Jefatura de área Planificación de Mantenimiento

Representación Gráfica de los equipos mineros tanto los disponibles como los que están accidentados en los Gráficos 5.1 y 5.2:

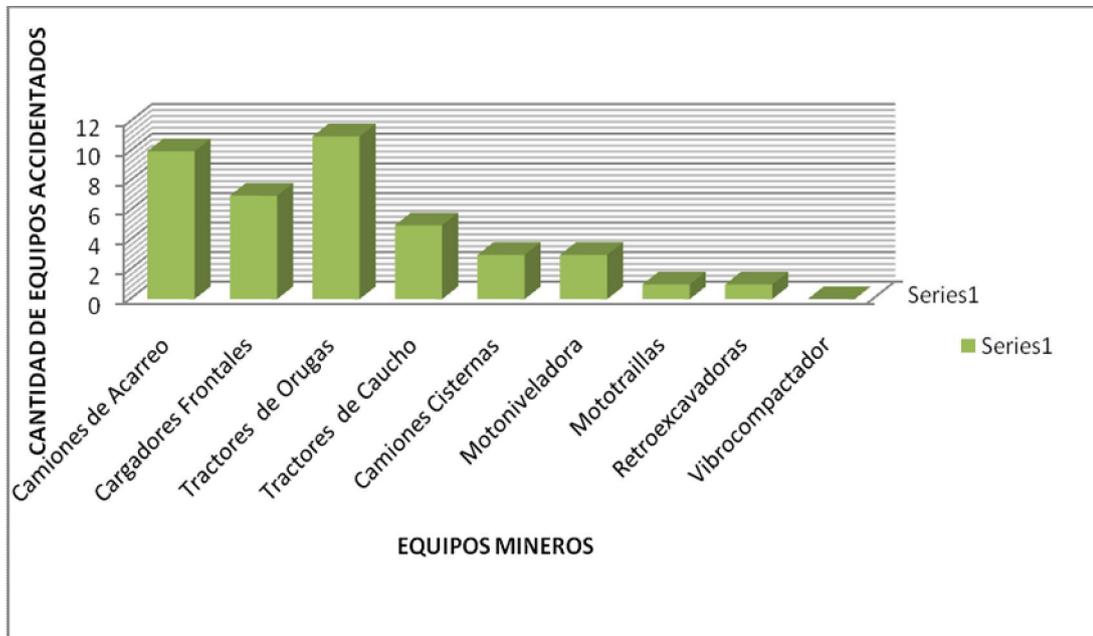


Gráfico 5.1: Representación de la Flotas de los Equipos Mineros Accidentados.
Fuente: Tabla 5.2

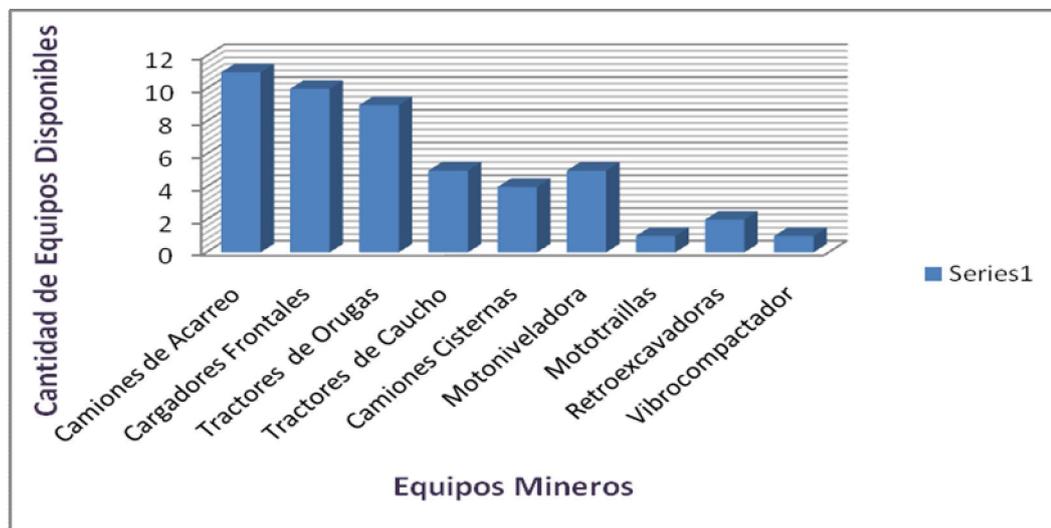


Gráfico 5.2: Representación de la Flotas de los Equipos Mineros Disponibles.
Fuente: Tabla 5.2

En los Gráficos 1 y 2 antes mencionados se observa que la diferencia entre el número de equipos disponibles con respecto al número de equipos accidentados no varía mucho; donde estos equipos accidentados están en esperas ya sea por uno o varios de sus componentes mayores. Además se encuentran equipos que están en proceso de desincorporación, en la tabla 5.2 se señalan estos equipos sombreado en color amarillo ya que estos están en esperas de algún componente y en esa espera van tomando sus repuestos o componentes mayores, sub-componentes para reparar otros que presentan daño menor para ponerlos operativos quedando estos en situación cada vez más crítica para repararlo.

Los componentes principales de los diferentes equipos mineros entre ellos varían muy pocos; son los siguientes (Ver Tabla 5.3)

Tabla 5.3: Componentes Principales de los Equipos Mineros Komatsu y Caterpillar.

COMPONENTES PRINCIPALES DE LOS EQUIPOS MINEROS		
CARGADORES FRONTALES	RETROEXCAVADORA	TRACTORES DE CAUCHO
BALDE	BALDE DELANTERO	BULLDOZER
RADIADOR	BALDE TRASERO	RADIADOR
CILINDRO TILT	CILINDRO DIRECCION	CILINDRO TILT
CILINDRO LEVANTE	CILINDRO DE ESTABILIZADORA DE LA ESCABADORA	CILINDRO DIRECCION
CILINDRO DIRECCION	CILINDRO LEVANTE	CONVERTIDOR
CONVERTIDOR	CONVERTIDOR	MANDO FINAL
MANDO FINAL	CILINDRO APETURA DEL BALDE	DIFERENCIAL
DIFERENCIAL	CILINDRO DE GIRO DE LA PLUMA	MOTOR DIESEL
MOTOR DIESEL	MOTOR DIESEL	CAUCHO
CAUCHO	CAUCHO	TRANSMISION
TRANSMICION	TRANSMISION	

Continuación Tabla 5.3:..

CAMIONES DE ACARREO	TRACTORES DE ORUGAS	MOTOTRAILLA
TRANSMISION	BULLDOZER	RADIADOR
RADIADOR	BASTIDOR	BALDE
CILINDRO LEVANTE	TRANSMISION	CILINDRO LEVANTE
CILINDRO DIRECCION	ESCARIFICADOR	CILINDRO DIRECCION
CONVERTIDOR	RADIADOR	CONVERTIDOR
MANDO FINAL (LOS USAN LOS CAMIONES CATERPILLAR, KOMATSU NO USA MANDO FINAL)	CILINDRO TILT	MANDO FINAL
	CILINDRO LEVANTE	MOTOR DIESEL
DIFERENCIAL	CILINDRO DIRECCION	CAUCHO
MOTOR DIESEL	CONVERTIDOR	
SUSPENSION	MANDO FINAL	
RUEDA MOTRIZ (LOS USAN LOS CAMIONES KOMATSUS LOS CAMIONES CATERPILLAR NO LOS USA)	DIFERENCIAL	
	MOTOR DIESEL	
ALTERNADOR PRINCIPAL (LOS USAN LOS CAMIONES KOMATSUS LOS CAMIONES CATERPILLAR NO LOS USA)	ORUGAS	
CAUCHO		
CAMIONES SISTERNA	MOTONIVELADORA	
BOMBA DE AGUA	MOTOR DIESEL	
MOTORIN HIDRAULICO	TRANSMISION	
TRANSMISION	DIFERENCIAL	
DIFERENCIAL	CAUCHO	
SUSPENSIÓN	CILINDRO LEVANTE	
RADIADOR	CILINDRO DIRECCION	
CAUCHO	RADIADOR	
MOROR DIESEL		
RADIADOR		

Fuente: Taller Mecánico.

Situación Actual de los Componentes Mayores Averiadados en el Taller de Mantenimiento Cuadrilátero Ferrifero San Isidro de los Equipos Mineros de las Marcas Komatsus y Caterpillar:

Los componentes que son objeto de estudios para evaluar la factibilidad y así tomar la decisión de realizar las respectivas reparaciones a dichos componentes; en la tabla 4 que se muestra a continuación se encuentran los componentes principales de los equipos mineros y también los subcomponentes en su situación actual; donde hay componentes que no tienen un registros de su desmontajes, información que se debe recopilar de cada uno los componentes (Ver tabla 5.4)

Tabla 5.4: Inventario de Componentes Mayores y Subcomponentes para realizar el Estudio de Factibilidad para Repararlo o Desecharlos

COMPONENTE			
COMPONENTE MAYORES O PRINCIPALES		SUBCOMPONENTE	
COMPONENTE	CANTIDAD	COMPONENTE	CANTIDAD
MANDO FINAL	5	BOMBA INYECCION	2
CONJUNTO DIFERENCIAL Y MANDOS FINALES TRASEROS	2	COMPRESOR	2
MOTOR DIESEL	9	CAJAS DE FILTROS	2
RADIADOR	6	BOMBA DE LEVANTE	2
CILINDRO VOLQUETE	1	HUESO DE PERRO	1
GENERADOR PRINCIPAL	6	JUNTA CARDIACA CENTRAL	1
TRANSMISION	10	CONTROL HIDRAULICO DE IMPLEMENTOS	1
CONVERTIDOR	4	MUFLE	2
SUSPENSION	3	INYECTORES DE GASOIL	2
CILINDRO INCLINACION DE LA PALA	4	TURBO	2
RUEDA DELANTERA	3	BOMBA DE TRANSMISION	2
RUEDA MOTRIZ	2	TENSOR DE CORREA	2
RUEDA GUIA	1	BOMBA HIDRAULICA	2
CILINDRO LEVANTE	1	BOMBA	3
CILINDRO INCLINACION DEL RIPER	2	BALANCIN	2

Continuación Tabla 5.4:..

CILINDRO INCLINACION DEL BALDE	4	CAMARA	2
CUDRANTE DE BULLDOZER	1	TENSOR DE CORREA	2
DIFERENCIAL	1	TURBO	2
HUT DELANTERO/ DIFERENCIAR TRASERO	1	CABEZAL DE FILTROS	1
HUB TRASERO	1	CUERPO DE VALVULAS DE IMPLEMENTO	2
HUT DELANTERO	2	FRENO DE TRACTOR DE 10	1
		ENFRIADOR	1
		REGILLA	1
		HUT ALTECUL	1
		BOMBA DE AGUA	1

Fuente: Taller Mecánico

Identificación de componentes de los diferentes tipos de equipos de las flotas Komatsu y Caterpillar que han fallado con más frecuencias y sus causas a través del empleo de diagrama de Pareto y diagrama Causa-Efecto.

Con la ayuda de los Jefe de turnos, supervisores y el Sistema SAP se recabo toda la información necesaria para identificar la procedencia del componente; es decir a que equipo se le desmonto, cuando y porque, de igual forma mediante sus conocimiento se decidió el destino de cada componente. En la tabla 5.5 que se muestra a continuación se visualiza la información concerniente a cada componente:

Tabla 5.5: Información de cada Componente Averiado, Causa de su Desmontaje, Fecha. Equipo Perteneiente, Destino del mismo.

FMO Equip o	FLOTA	MARCA	MODELO EQUIPO	MODELO	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	REALIZADO POR.	SISTEMA	HOROMETRO	F. DESMONTAJE	DESTINO C.	UBICACIÓN	F. INST.	SERIAL COMP. DESMONTADO	N° PARTE	SERIAL COMP. INSTALADO
1100040	CAMIONES DE ACARREO	CATERPILLAR	777F		Neutralizo. CAMBIO DE MOTOR DIESEL	(VENEQUIP)	MOTOR		01/09/2011	D	Taller	22/09/2011			
31-116	CAMIONES DE ACARREO	CATERPILLAR	789B		Camaras Quemadas. Reparacion de motor		MOTOR	38104	ANTES 2010	Definir	Taller/ E. Altamira				
4-541	CARGADORES FRONTALES LETORNEAU	LETORNEAU	L-1350 SR	Q5K45	CAMBIO DE MOTOR DIESEL	CUMINNS	MOTOR	7841		Definir	Taller	20-May-09	33151340	D232024CX02	
4-532	TRACTORES DE ORUGAS	CATERPILLAR	D10R		TRANSMISION DAÑADA		TRANSMISION		26/10/2010	R	TALLER	30/10/2010			

Continuación Tabla 5.5:..

11050 02	CAMIONES CISTERNAS	CATERPILLAR	773F		ROTO BLOQUE POR HABER PRESENCIA DE EXCESO DE AGUA EN LA ADMISION DEL EQUIPO.		MOTOR			R	Taller	27/01/2011	EHX04720	2E+06	SERIAL: EHX06401 ARREGLO: 227:5353
31- 118			773D				TRANSMISION		15/11/2011	R	TALLER		1E+07		
31- 112	CAMION CISTERNA	CATERPILLAR	773D		FALLA EN INYECTORES. FUGAS DE ACEITE EN LA PARTE INTERNA DE LOS MISMOS ORIGINAN PERDIDA DE PRESION DE ACTUACION PARA LOGRAR LA PULVERIZACION ADECUADA EN LOS MOTORES HEUI		INYECTORES DE GASOIL	352	20/04/2006	D	TALLER	22/04/2006	NO APLICA	174-7526	NO APLICA
11000 40	CAMION ROQUERO	CATERPILLAR	777F	JRP00 786			BOMBA HIDRAULICA	693 3		D	TALLER			227 - 5525	
4-429	TRACTOR ORUGAS	CATERPILLAR	D11N		MAL ALMACENAJE DE COMPONENTE POR HABER SACADO BOMBAS Y ACCESORIOS Y NO HABER TOMADO LA PREVISION DE TAPAR CUANDO SE SACARON		BOMBA DE TRANSMISION	372 32	14/04/2011	R	TALLER		NO APLICA	3P-9240	NO APLICA

Continuación Tabla 5.5:..

						HUB TRASERO			ALMACENAR	TALLER				
						HUESO DE PERRO			ALMACENAR	TALLER				
31-125	CAMION ROQUERO	KOMATSU	730E	DAÑADOS AGUJEROS DE ESPARRAGOS QUE IMPIDEN SUJETAR AL CAUCHO DE FORMA SEGURA		HUT DELANTERO	25140	10/06/2010	R		10/06/2010		EB8390	SACADO DEL CAMION ACCIDENTADO 31-119
4-534	TRACTOR CAUCHOS	CATERPILLAR	824G			TRANSMISION	9237	29/05/2010			01-Jun-10	CWZ01328	200-8205	
4-534	TRACTOR CAUCHOS	CATERPILLAR	824G			CONVERTIDOR			R	TALLER				
4-538	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	16H			TRANSMISION	7456			TALLER	03-Ago-10		231-6016	
						TURBO			LIMPIAR	TALLER				
						REGILLA			ALMACENAR	TALLER				

Continuación Tabla 5.5:..

31-125	CAMION ROQUERO	KOMATSU	730E		EXCESO DE HORAS TRABAJADAS PARA COMPONENTE DE ESTE TIPO	CUMMINS	MOTOR	27100	24/11/2010	R		02/12/2010	SERIAL: 33150254 ARREGLO:76 279-4 CONF:02830 26CX02 MODELO: K2000F	SSA16V15 9	MODELO: K2000F MOTOR NO TIENE PLACA DE IDENTIFICACION FUE RECONSTRUIDO DE UN MOTOR REMAN VENDIDO POR ROYAL
31-125	CAMION ROQUERO	KOMATSU	730E		CUMPLIMIENTO DE HORAS DE ACUERDO AL VENCIMIENTO DE VIDA UTIL	CUMMINS	GENERADOR	27100	24/11/2010	R		24/11/2010	SERIAL: EE03010235 MODELO: 5GTA22M2	PB9266	SERIAL: EE06120618 MODELO: 5GTA22M2
31-125	CAMION ROQUERO	KOMATSU	730E		CUMPLIMIENTO DE HORAS DE ACUERDO AL VENCIMIENTO DE VIDA UTIL	CUMMINS	RADIADOR	27100	24/11/2010	R		24/11/2010			
31-125	CAMION ROQUERO	KOMATSU	730E		POSIBLES FUGA INTERNA YAQUE EL EQUIPO PRESENTA PROBLEMA PARA LEVANTAR LA TOLVA, SE CAMBIO Y EL PROBLEMA SE SOLVENTO		CILINDRO VOLQUETE	28849	03/04/2011	R		10/04/2011		EJ9931	

Continuación Tabla 5.5:..

31-118	CAMION CISTERNA	CATERPILLAR	773D		DAÑO EN COMPONENTES INTERNOS POR EXCESO DE RECALENTAMIENTO DEL ACEITE.	MANDO FINAL RH	12302		R				137-6821	
31-118	CAMION CISTERNA	CATERPILLAR	773D		DAÑO EN COMPONENTES INTERNOS POR EXCESO DE RECALENTAMIENTO DEL ACEITE.	MANDO FINAL LH	12302		R				137-6822	
4-499	CARGADOR FRONTAL	CATERPILLAR	928G		TRANSMISION DAÑADA	TRANSMISION	5520						201-3318	
4-543	TRACTOR ORUGAS	CATERPILLAR	D11R		TRANSMISION DAÑADA	TRANSMISION	5962		D				116-9491	
4-528	CARGADOR FRONTAL	KOMATSU	WA-900-3		DAÑO PREMATURO EN SELLOS DE BOMBA	BOMBA	20598	05/02/2011	R		05/02/2011	NO APLICA	6215-61-1505	NO APLICA
1110408	CARGADOR FRONTAL	KOMATSU	WA-900-3EO		BAJA PRESION DE COMBUSTIBLE PARA EL COMUN RIEL, QUE SE DEBE A LA FALLA EN COMPONENTES INTERNOS DE LA BOMBA. EL PROBLEMA LO CAUSAN LAS ALTAS PRESIONES QUE MANEJA LA MISMA Y LA CALIDAD DEL GASOIL	BOMBA INYECCION IZQUIERDA	9497	05/01/2011	R		07/01/2011	SERIAL: 11J0056	6219-71-1100	

Continuación Tabla 5.5:..

11104 08	CARGADOR FRONTAL	KOMATSU	WA- 900- 3EO	BAJA PRESION DE COMBUSTIBLE PARA EL COMUN RIEL, QUE SE DEBE A LA FALLA EN COMPONENTES INTERNOS DE LA BOMBA. EL PROBLEMA LO CAUSAN LAS ALTAS PRESIONES QUE MANEJA LA MISMA Y LA CALIDAD DEL GASOIL	BOMBA INYECCION DERECHA	9 4 9 7	06/01/201 1	R				6219-71- 1120	
11000 54	CARGADOR FRONTAL	CATERPILLAR	992G	DAÑO CAUSADO POR MALA OPERACION DEL CARGADOR POR PARTE DE PRODUCCION	CONJUNTO DIFERENCIAL Y MANDOS FINALES TRASEROS	1 1 2 0 9	24/03/201 1	R			NO APLICA	107-0702	NO APLICA
4-214	PATROL	CATERPILLAR	16G		RADIADOR			R				1W-2110	
31- 116	CAMIONES DE ACARREO	CATERPILLAR	789B	DAÑADO COMPRESOR DE AIRE COMPRESO	COMPRESOR DE AIRE COMPRESO		17/02/201 1	D		17/02/201 1		160-9845	
110- 5036	CARGADOR FRONTAL	KOMATSU	WA- 1200	FALLA POR DESAJUSTE O MATERIAL CON DEFECTO EN LA FABRICACION	JUNTA CARDIACA	6 4 8 8	27/02/201 1	R		28/02/201 1		42C-20- 15002	

Continuación Tabla 5.5:..

31-125	CAMION ROQUERO	KOMATSU	730E		CUMPLIMIENTO DE HORAS DE ACUERDO AL VENCIMIENTO DE VIDA UTIL	GENERADOR PRINCIPAL	27100	24/11/2010			08/03/2001	SERIAL: EE03010235 MODELO: 5GTA22M2	PB9266	SERIAL: EE06120618 MODELO: 5GTA22M2
31-102					DAÑO POR FALTA DE AISLAMIENTO. EXCESO DE HUMEDAD. EQUIPO PRESENTA MUCHO TIEMPO PARADO	GENERADOR PRINCIPAL	7473	07/04/2011	R			SERIAL: EE01060849 MODELO: 5GTA23F1	29588	SERIAL: 8436136 MODELO: 5GTA23 B1
31-117	CAMION ROQUERO	CATERPILLAR	789B		FALLA SUBITA DE SUSPENSION. EVALUACION DE FALLA AL MOMENTO DE DESARMAR	SUSPENSION	28050	20/09/2010	R		24/09/2010	SERIAL: 593 AÑO FAB: 1096	4T5182	SERIAL: 2293379 SUSPENSION PINTADA DE VERDE
4-214	PATROL	CATERPILLAR	16G		REPARAR FUGA DEL CILINDRO POR VASTAGO DAÑADO SELLO DE TAPADONDE ENTRA Y SALE EL VASTAGO	CILINDRO INCLINACION DE PALA	139	25/03/2011	D		25/03/2011		9T-3106	
4-526					RODAMIENTOS CON DESGASTE	TENSOR DE CORREA	14110	24/01/2008	R				4E+06	

Continuación Tabla 5.5:..

4-533	TRACTOR ORUGAS	CATERPILLAR	D10R		SE DESMONTO CONTROL CON ANTERIORIDAD PARA EL 4-533 Y SE ESTA INSTALANDO UNO NUEVO. NO TIENE CAUSA DE DESMONTAJE		CONTROL HIDRAULICO DE IMPLEMENTOS	7996	29/07/2010	D			23/03/2011		180-7930
31-132					EXCESO DE HORAS DE USO RESPECTO A SU VIDA UTIL		MOTOR	23834	01/04/2011	R		08/04/2011	SERIAL: 7TR01641	CATERPILLAR MOTOR DE 789B ARREGLO: 1566250	
31-126	CAMION ROQUERO	KOMATSU	730E		PROBLEMA ELECTRICO EN SWITCH DE POSICIONAMIENTO DE LA TOLVA		BOMBA DE LEVANTE	27820	15/04/2011	D		15/04/2011		PB 9668	
4-537	CARGADOR FRONTAL	KOMATSU	WA-1200		RODAMIENTOS CON DESGASTE		TENSOR DE CORREA	11940	12/08/2007			13/08/2007		4E+06	
31-112	CAMION CISTERNA	CATERPILLAR	773D		FALLA EN INYECTORES. FUGAS DE ACEITE EN LA PARTE INTERNA DE LOS MISMOS ORIGINAN PERDIDA DE PRESION DE ACTUACION PARA LOGRAR LA PULVERIZACION ADECUADA EN LOS MOTORES HEUI		INYECTORES DE GASOIL	6400	04/04/2011			04/04/2011		174-7526	
4-537	CARGADOR FRONTAL	KOMATSU	WA-1200		FUGA DE ACEITE POR EL VASTAGO		CILINDRO DE INCLINACION	18235	06/12/2011	REPARAR				707-01-03642	

Continuación Tabla 5.5:..

4-537	CARGADOR FRONTAL	KOMATSU	WA-1200		FUGA DE ACEITE POR EL VASTAGO		CILINDRO DE INCLINACION	18235	06/12/2011	R				707-01-03642
4-514	TRACTORES DE ORUGAS	CATERPILLAR	D9L		FUGA PO LA VARILLA		CILINDRO DE INCLINACION DEL RIPPER	7729	03/02/2012	R				4T5111
4-528	CARGADOR FRONTAL	KOMATSU	WA-900-3		FUGA DE ACEITE POR EL VASTAGO		CILINDRO DE INCLINACION	21386	05/05/2011	R				707-01-02492
4-408	TRACTORES DE ORUGAS	CATERPILLAR	D9L		FUGA DE ACEITE POR EL VASTAGO		CILINDRO LEVANTE DE LA PALA	1843	16/01/2012	R		16/01/2012		9J5862
4-543	TRACTORES DE ORUGAS	CATERPILLAR	D11R		FUGA DE ACITE POR ESTOPERA DEL VASTAGO		CILINDRO DE INCLINACION DEL RIPPER	1843	10/02/2012	R				130-3263

Continuación Tabla 5.5:..

11104 00	CARGAD ORES FRONTA LES	KOMAT SU	WA- 900- 3E0		FUGA DE ACEITE POR EL VASTAGO		CILINDRO LEVANTE DE LA PALA	8843	16.1 1.20 11	REP ARA R				707- 01- 07580	
	CARGAD ORES FRONTA LES	KOMAT SU	WA- 1200		ACEITE CONTAMINADO		CILINDRO INCLINACI ON			REP ARA R					
	CARGAD ORES FRONTA LES	KOMAT SU	WA- 1200		ACEITE CONTAMINADO		CILINDRO INCLINACI ON			REP ARA R					
	CARGAD ORES FRONTA LES	KOMAT SU	WA- 900- 3E0		ACEITE CONTAMINADO		CILINDRO INCLINACI ON			REP ARA R					

Fuente: Tabla 5.4

Para determinar los componentes que han fallado con mas frecuencias se hace usos de las herramientas de calidad como indica el diagrama de Pareto y el diagrama Causa-Efecto.

Porcentajes de los componentes mayores que más se dañan. Utilizando el diagrama de Pareto. (Ver Tabla 5.6 y Grafico 5.3)

Tabla 5.6: Representación de la Tabla de Pareto de los Componentes Mayores que han fallado más según su frecuencia

Componentes Mayores o Principales					
Ítems	Componente	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	% Frecuencia	% Frecuencia Acumulada
1	TRANSMISION	10	10	14,49	14,49
2	MOTOR DIESEL	9	19	13,04	27,53
3	RADIADOR	6	25	8,69	36,22
4	GENERADOR PRINCIPAL	6	31	8,69	43,47
5	MANDO FINAL	5	36	7,25	50,72
6	CILINDRO INCLINACION DE LA PALA	4	40	5,79	56,51
7	CILINDRO INCLINACION DEL BALDE	4	44	5,79	62,3
8	CONVERTIDOR	4	48	5,79	68,09
9	SUSPENSION	3	51	4,34	72,43
10	RUEDA DELANTERA	3	54	4,34	76,77
11	CONJUNTO DIFERENCIAL Y MANDOS FINALES TRASEROS	2	56	2,89	79,66
12	RUEDA MOTRIZ	2	58	2,89	82,55
13	CILINDRO INCLINACION DEL RIPER	2	60	2,89	85,44
14	HUT DELANTERO	2	62	2,89	88,33
15	CILINDRO LEVANTE	1	63	1,44	89,77
16	RUEDA GUIA	1	64	1,44	91,21

Continuación Tabla 5.6:...

17	CUDRANTE DE BULLDOZER	1	65	1,44	92,65
18	DIFERENCIAL	1	66	1,44	94,09
19	HUT DELANTERO/ DIFERENCIAR TRASERO	1	67	1,44	95,53
20	HUB TRASERO	1	68	1,44	96,97
21	CILINDRO VOLQUETE	1	69	1,44	98,41
	TOTAL	69		99,85	100

Fuente: Tabla 5.4

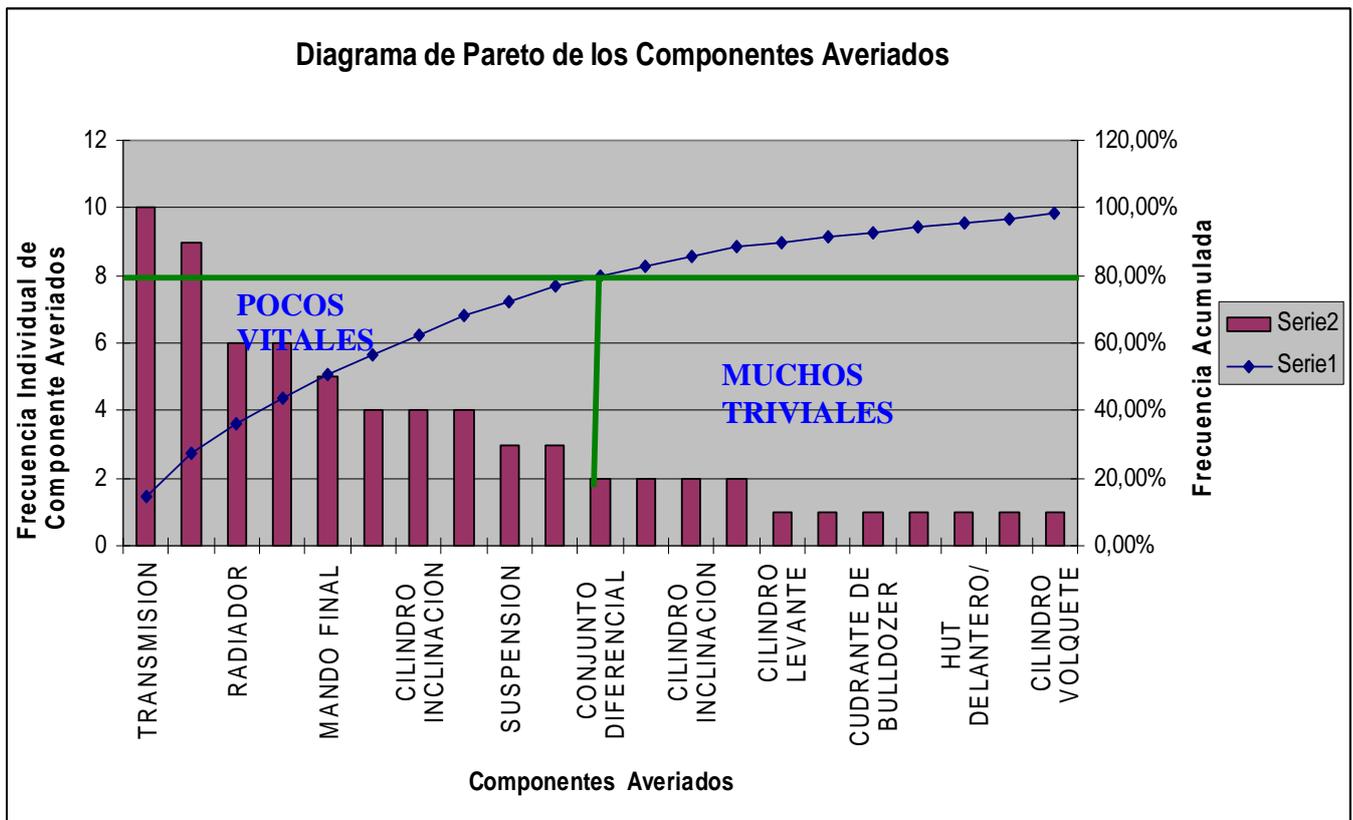


Grafico 5.3: Representación del Diagrama de Pareto con los Componentes Mayores que han Fallado más.

Fuente: Tabla 5.6

En el diagrama de Pareto Gráfico 5.3; se observa los componentes mayores que han fallado más en las diferentes flotas de equipos tanto Komatsus como Caterpillar; cabe señalar que estos componentes que se les realizo el estudio de factibilidad son componentes que se han dañados entre 2009 y el 2012:

Diagrama de Pareto de los subcomponentes principales de la flota de los equipos tanto de marca Caterpillar como Komatsu (Ver Tabla 5.7 y Grafico 5.4)

Tabla 5.7: Representación de la Tabla de Pareto de los Subcomponentes Principales que han fallado más según su frecuencia

Subcomponentes Principales					
Ítems	Componente	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	% Frecuencia	% Frecuencia Acumulada
1	BOMBA	3	3	7.14	7.14
2	BOMBA INYECCION	2	5	4.76	11.9
3	COMPRESOR	2	7	4.76	16.66
4	CAJAS DE FILTROS	2	9	4.76	21.42
5	BOMBA DE LEVANTE	2	11	4.76	26.18
6	MUFLE	2	13	4.76	30.94
7	TURBO	2	15	4.76	35.7
8	CAMARA	2	17	4.76	40.46
9	TENSOR DE CORREA	2	19	4.76	45.22
10	BALANCIN	2	21	4.76	49.98
11	CUERPO DE VALVULAS DE IMPLEMENTO	2	23	4.76	54.74
12	INYECTORES DE GASOIL	2	25	4.76	59.5
13	TURBO	2	27	4.76	64.26
14	BOMBA DE TRANSMISION	2	29	4.76	69.02
15	TENSOR DE CORREA	2	31	4.76	73.78
16	BOMBA HIDRAULICA	2	33	4.76	78.76
17	HUESO DE PERRO	1	34	2.38	80.92
18	JUNTA CARDIACA CENTRAL	1	35	2.38	83.3
19	CONTROL HIDRAULICO DE IMPLEMENTOS	1	36	2.38	85.68
20	CABEZAL DE FILTROS	1	37	2.38	88.1
21	FRENO DE TRACTOR DE 10	1	38	2.38	90.44
22	ENFRIADOR	1	39	2.38	92.82
23	REGILLA	1	40	2.38	95.2
24	HUT ALTECUL	1	41	2.38	97.58

Continuación Tabla 5.7:...

25	BOMBA DE AGUA	1	42	2.38	99.96
	TOTAL	42		99.96	100

Fuente: Tabla 5.4

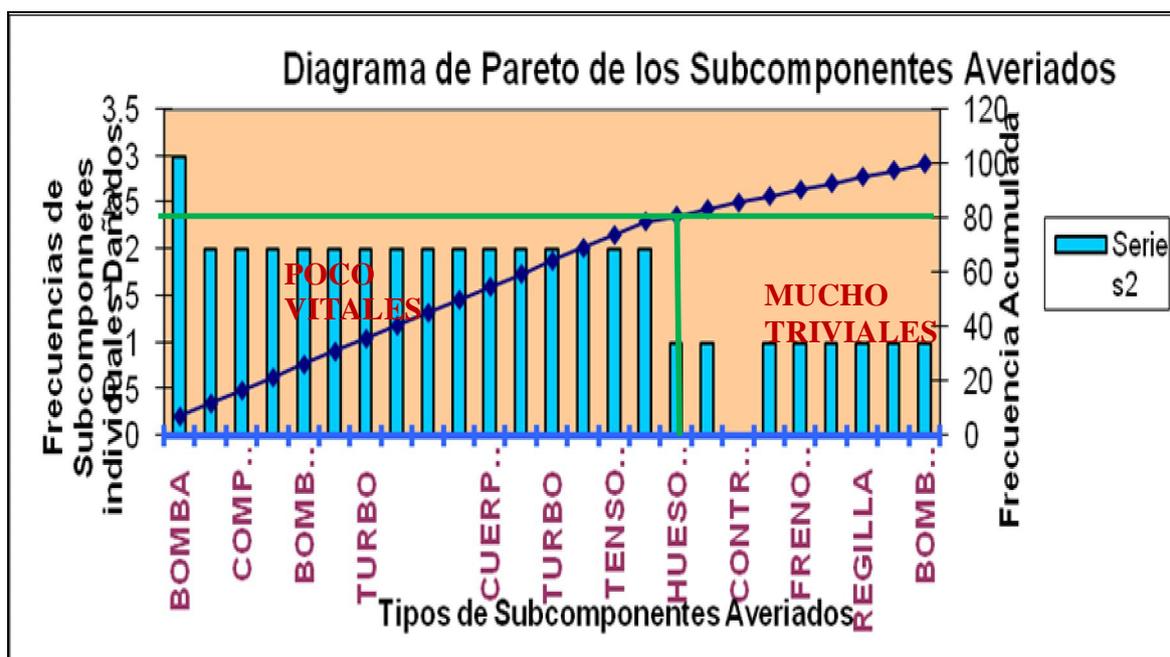


Gráfico 5.4: Representación del Diagrama de Pareto con los Subcomponentes que han Fallado más.

Fuente: Tabla 5.7

En el diagrama de Pareto del Gráfico 5.4; ante mencionado contiene la representación de los subcomponentes que han fallado con mas frecuencias de las flotas Komatsu y Caterpillar, se observa los componentes que comprenden los pocos vitales y los que abarcan los muchos triviales; cuyos subcomponentes requieren el mismo tratamiento que un componente principal.

A continuación se representan mediante gráficos los equipos de las marcas Komatsu y Caterpillar solo con la cantidad de componentes que se van a reparar y los que se van a desechar por presentar sus componentes grandes daños. (Ver Grafico 5.5)

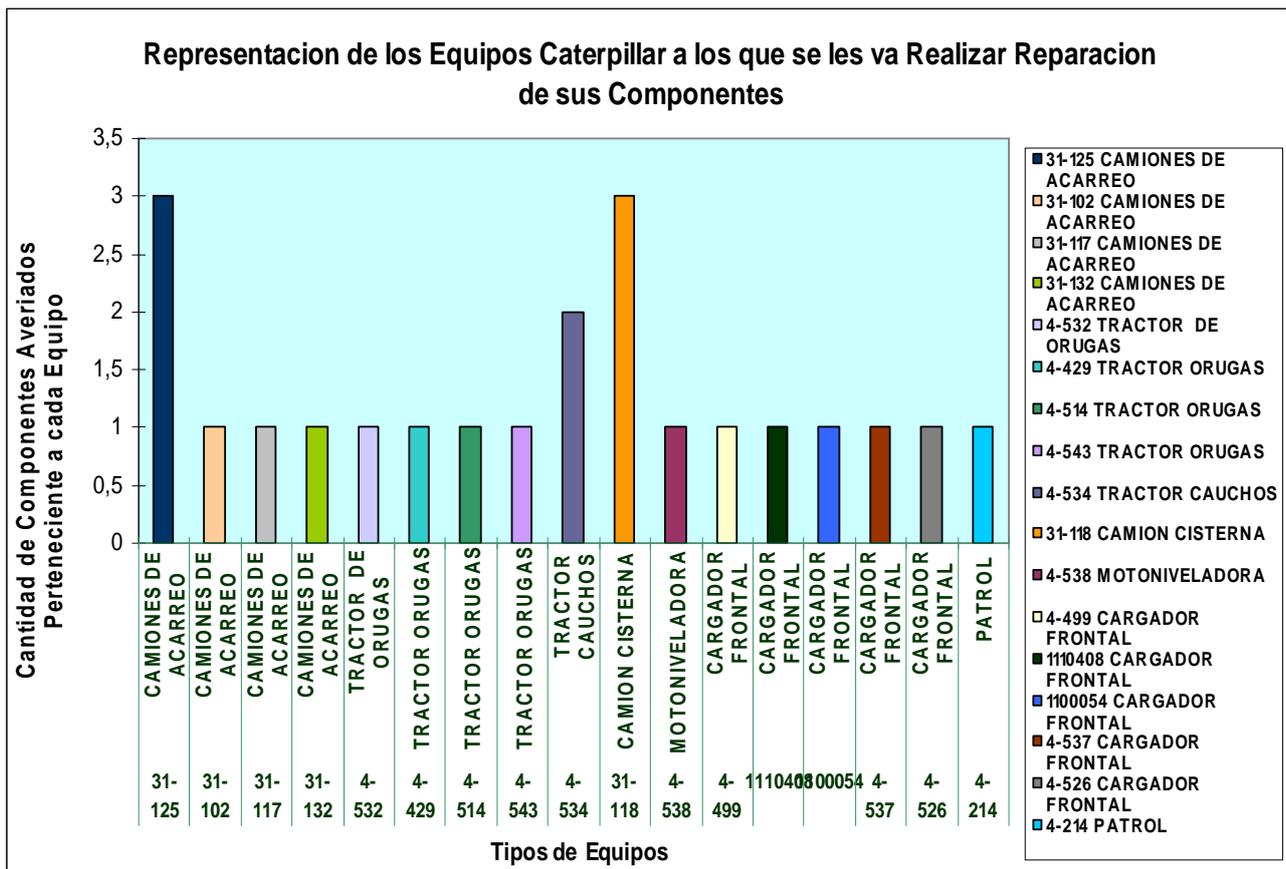


Gráfico 5.5: Representación de los Equipos Caterpillar con Componentes Averiadados, que se les va a practicar reparación.
Fuente: Tabla 5.5

En el Gráfico 5.5 señalado están representados los diferentes equipos de la marca Caterpillar con su respectivo porcentaje de componentes averiadados correspondiente a cada equipo; estos componentes se tomo la decisión de repararlo ya que los daños que presentan cada uno están entre el 30% y el 45% de daños del componentes.

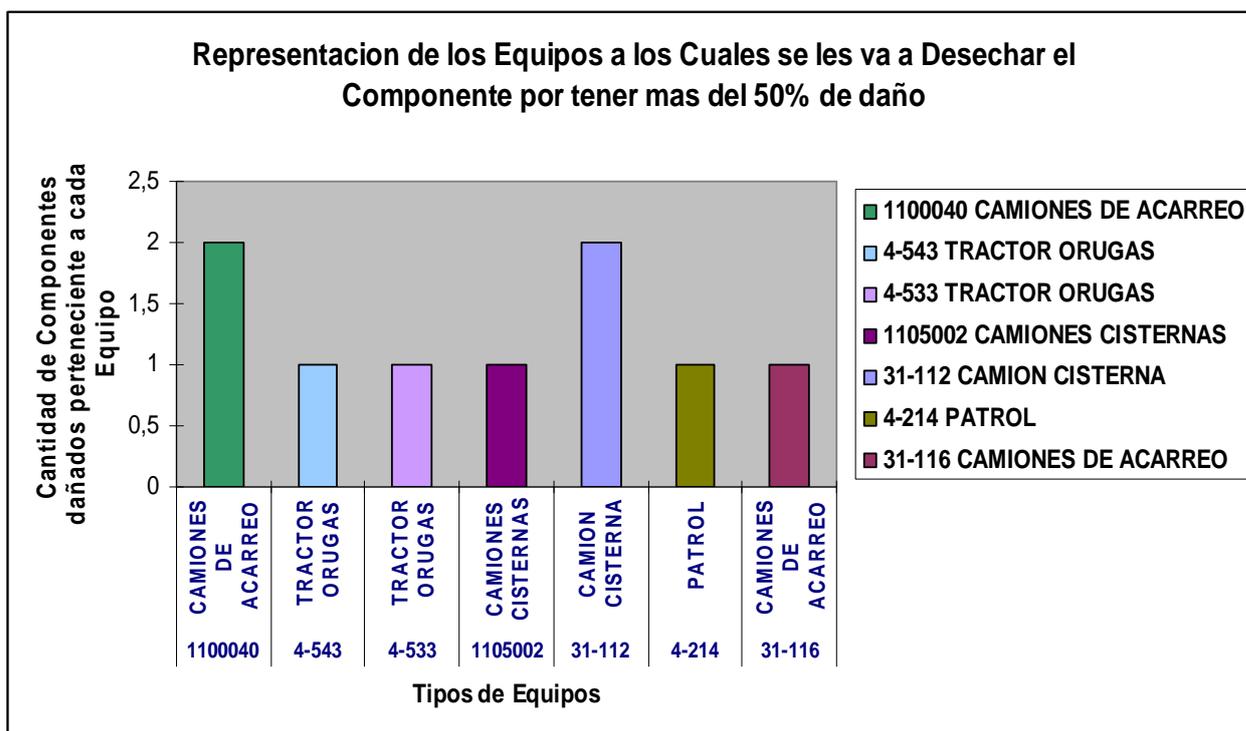


Gráfico 5.6: Representación de los Equipos Caterpillar con Componentes Averiadados, que se van a desechar por presentar mas del 50% de daño. Fuente: Tabla 5.5

En el Gráfico 5.6 se puede visualizar los equipos de la marca Caterpillar que tienen mas componentes dañados, debido a que la avería que presentan dichos componentes pasan del 50 % de daño y que cuya reparación no garantiza que dure un tiempo que compense repararlo, sino todo lo contrario por lo tanto se decidió desecharlo.

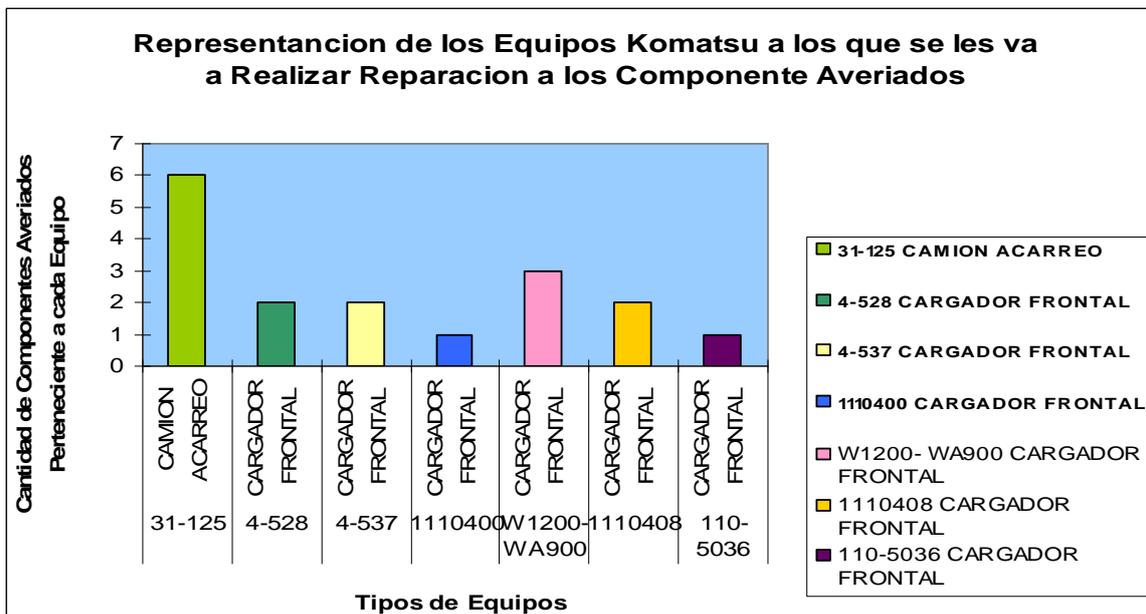


Gráfico 5.7: Representación de los Equipos Komatsu con Componentes Averiadados, que se les va a practicar reparaciones de sus componentes.
Fuente: Tabla 5.5

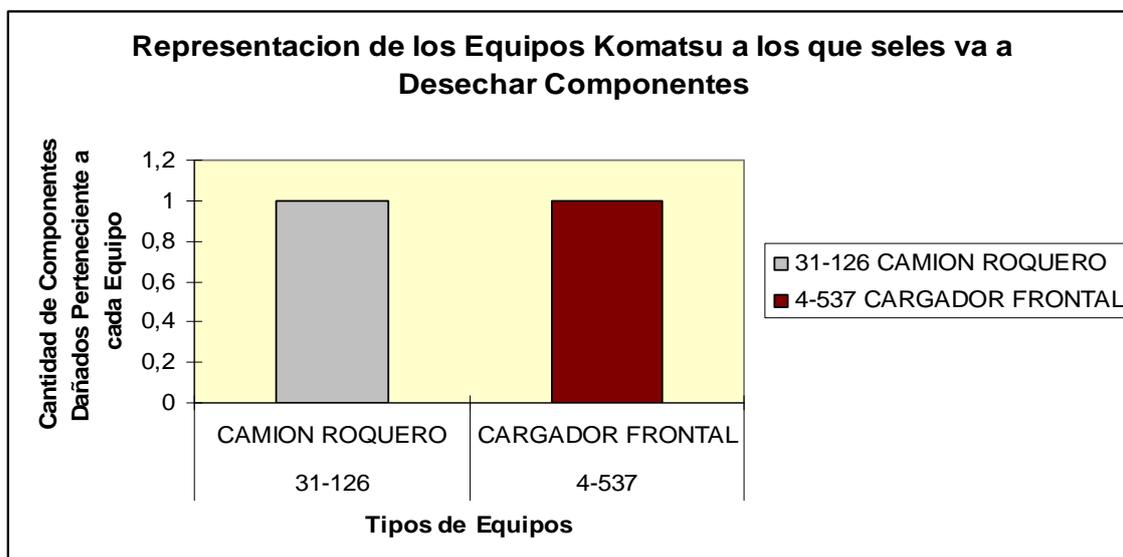


Gráfico 5.8: Representación de los Equipos Komatsu con Componentes Averiadados, que se van a desechar por presentar mas del 50% de daño
Fuente: Tabla 5.5

En los Gráficos 5.7 y 5.8 se observa la representación de los equipos a los cuales se les va realizar reparaciones de sus componentes desmontados por presentar daños entre un 30 % y 45 % de daños, de igual manera se visualizan los equipos que son pocos donde sus componentes desmontados se les va a desechar por tener mas del 50 % de daño.

Causas que llevan a que los componentes mayores se dañen

Con el uso de la herramienta del Diagrama Causa-Efecto podemos identificar y poner en manifiestos las posibles causas que llevan a que los componentes mayores tengan tanta frecuencia de ser cambiados por daños presentados; debido a que básicamente las posibles fallas por lo que un componente tiende a dañarse son muy similares las causas que lo generan, se realizo un Diagrama Causa-Efecto en general que engloba todo los componentes mayores accidentados o averiados. El Diagrama es el siguiente (Ver Figura 5.15)

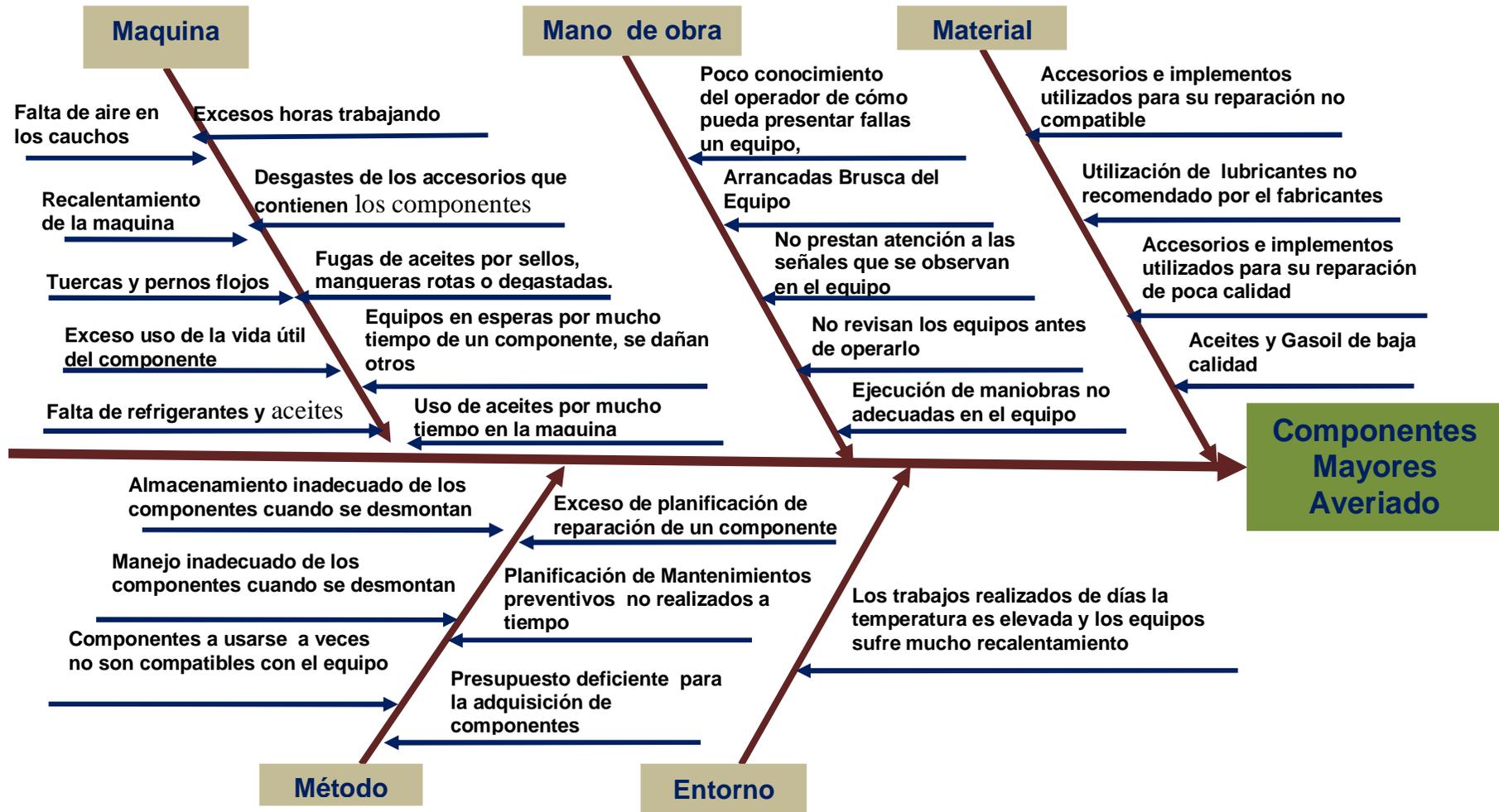


Figura 5.15: Diagrama Causa-Efecto de las causas que provocan los daños a los diferentes componentes de las flotas de los equipos Komatsu y Caterpillar.

Fuente: Autor

Observando el diagrama causa-efecto que representa las causas que originan las averías de los equipos en sus componentes y subcomponentes principales de los equipos de Komatsu y Caterpillar; siendo las mayores causa representada a la maquina y la metodología utilizado seguidamente por la mano de obra y los materiales empleados, el entorno influye en su clima; es decir en la temperatura. Por medio de esta visualización se debe prestar atención a las maquinas y la metodología ya que estas son las que presentan mayor fallas lo que lleva a que los componentes de dicho equipos se dañen con tantán frecuencia, se debe capacitar la mano de obra que comprende toda la gestión de mantenimiento.

Frecuencias de fallas de los componentes mayores

A través de las causas que originan las fallas de los componentes observados en el diagrama causa-efecto antes señalada; se utilizo un diagrama de Pareto para visualizar las fallas con mayor frecuencia presentada en dichos componentes. (Ver Tabla 5.8 y Grafico5.9)

Tabla 5.8: de la Tabla de Pareto con las Fallas que Presentan los Componentes.

Items	Fallas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	% Frecuencia	% Frecuencia Acumulada
1	Fugas de aceites.	9	9	24,32	24,32
2	Desgastes de los componentes por vencimiento de los sellos.	5	14	13,51	37,83
3	Desgastes de los componentes o fallas por cumplimiento de vida útil	5	19	13,51	51,34
4	Dañar mangueras	2	21	5,4	56,4
5	Recalentamiento del equipo en general o en unos de sus componentes.	2	23	5,4	62,14
6	Se contaminan el aceite o el gasoil.	2	25	5,4	67,54

Continuación Tabla 5.8:..

7	Se parten los anillos, los dientes, se queman las empacaduras,	2	27	5,4	72,94
8	Disminución de presión.	2	29	5,4	78,34
9	Aumento de presión.	2	31	5,4	83,74
10	Se queman los componentes.	1	32	2,7	86,44
11	Se neutraliza el equipo.	1	33	2,7	89,14
12	Desajustes o fallas de fabricación.	1	34	2,7	91,84
13	Se daña el componente por mal manejo del equipo por parte de producción.	1	35	2,7	94,54
14	Se daña el componente por mal del equipo por parte del operador.	1	36	2,7	97,24
15	Fallas en switch.	1	37	2,7	99,94
	TOTAL	37			100

Fuente: Tabla 5.5

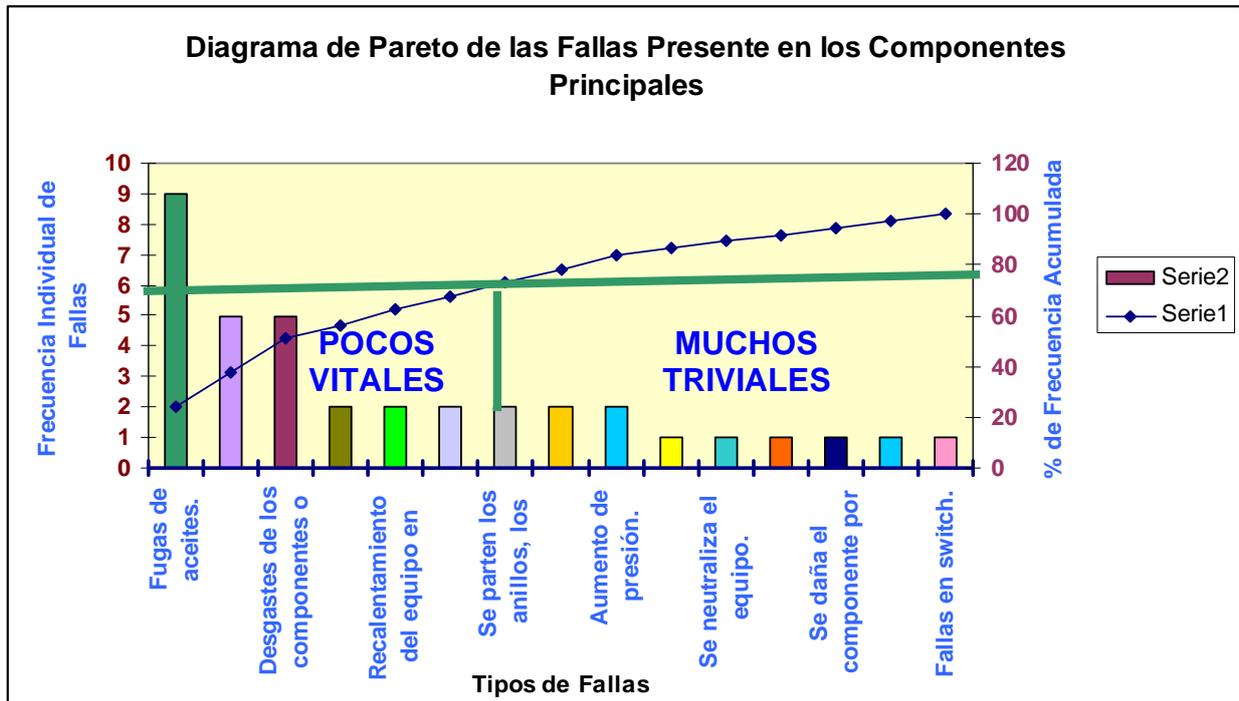


Gráfico 5.9: Representación del Diagrama de Pareto con las Fallas Presentada en los Componentes dañados.
Fuente: Tabla 5.8

En el Gráfico 5.9, se observan las fallas que comprenden las pocas vitales que atacando estas fallas resuelven el 80% del total de todas las fallas y las fallas que resolviéndola se resuelven el 20% de las fallas las abarcan las muchos triviales.

Análisis Foda del Taller de Mantenimiento

Para realizar un análisis de la situación actual del Taller de Mantenimiento se empleó una matriz Foda, mediante una entrevista no estructurada realizada al personal que labora en: la sección de planificación de mantenimiento y en el área específica donde se ejecutan los mantenimientos, aproximadamente como a 10 personas; de la cual se obtuvo la información acerca de las fortalezas y debilidades que presenta el taller de mantenimientos, haciendo preguntas de cómo es el: Compromiso, Habilidades, Trabajo en equipo, Liderazgo, Capacidad,

sistemas, proceso; de igual forma se recabo información sobre la oportunidades y amenazas que esta expuesta dicha gestión de mantenimiento. En las repuestas obtenidas de las diferentes área y personas entrevistada no hubo casi o ninguna variación en cuanto sus repuestas; razón por la cual no se elaboro una entrevista estructura adema no se considero necesario.

Las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que presenta la gestión del taller de mantenimiento (Ver tabla 5.9)

Tabla 5.9 Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que presenta la Gestión de Mantenimiento del Taller.

FORTALEZAS	F1 Personal con experiencia, comprometido con el trabajo, capacitado, cuenta con habilidades y destrezas para la resolución de problemas técnicos.
	F2 Integración del personal, calidad humana y compañerismo.
	F3 Cuenta con el sistema SAP y Sistemas de mantenimiento para gestionar y llevar a cabo todas las actividades que se encuentran involucradas en el proceso de la gestión de mantenimiento.
	F4 La cultura prevalece por el trabajo en equipo
	F5 La gestión de mantenimiento del Taller en Cuadrilátero Ferrifero San Isidro se rige por el sistema de gestión de calidad y esta a su vez esta basada por la norma ISO 9001-2000.
	F6 Participación en materia de seguridad y salud laboral.
	F7 Grupo técnicos de otras empresas con experiencia.
	F8 El taller cuenta con objetivo, misión y visión.
	F9 Cuenta con una metodología, que le permita medir el desempeño de los trabajadores.
	F10 La empresa cuenta con programas para capacitar-adiestrar su mano de obra.
OPORTUNIDADES	O1 Existencia de leyes como la LOPCYMAT, para la protección de los trabajadores en materia de seguridad y salud laboral.
	O2 Contar con la participación de los jóvenes pasantes industriales, quienes con sus nuevas ideas y aportes contribuyan al mejor desempeño de la gestión de mantenimiento. (Propuestas de desarrollo e ideas innovadoras).
	O3 Como empresa pública Ferrominera Orinoco tiene un porcentaje de la recarga de impuesto, que a su vez esto facilita la adquisición de préstamos y financiamiento mediante negociaciones gubernamentales.
	O4 Cuentas con programa de capacitación, cursos para su personal a nivel internacional.

Continuación Tabla 5.9:..

AMENAZAS	A1 Problemas económicos afectan la compra de repuestos, lo cual es vital para el mantenimiento ya sea preventivo o correctivo ya que por este motivo se encuentran varios equipos accidentados. .
	A2 Cambios políticos afectan fuertemente la estabilidad del personal.
	A3 Presupuesto altamente ajustado a la compra de repuestos.
	A4 Dependencia de la Mano de Obra Contratada (Administrativa, transporte y ejecutora), es decir es muy conflictiva su contratación y gestión con la empresa contratista por lo cual trae paros en la empresa y reclamos sindicales.
	A5 Incremento de la nomina de la empresa, ya que la situación económica no esta pasando por un buen momento, lo que lleva a que los presupuestos para la gestión de mantenimientos de los equipos disminuya.
DEBILIDADES	D1 La relación y comunicación entre líderes e inspectores y mano de obra administrativa (MOA), pertenecientes a las diferentes áreas para la toma de decisiones, a veces no concuerdan.
	D2 El suministro de repuestos es muy lento por parte de Abastecimiento.
	D3 Planificación de costo, cada vez los presupuestos estimados para cada área del taller son recortado, esto pone en riesgo el cumplimiento de la planificación del mantenimiento por falta de recursos o repuestos.
	D4 Por falta de repuestos para reparar equipos averiados, cada vez hay más equipos en esperas de sus componentes.
	D5 Deficiencia en la gestión del sector de manejo y almacenamiento de repuestos.
	D6 Bajo cumplimiento del programa de mantenimiento, debido a la falta de repuestos.

Fuente: Taller Mecánico

En el análisis FODA presentado, se pueden observar claramente las Fortalezas y debilidades de la gestión de mantenimiento donde surgieron estrategias para la mejora de la misma, de igual forma se pueden visualizar las oportunidades y amenazas a las cuales se encuentran expuestos. Es importante acotar que se realizó una entrevista no estructurada al personal que labora en dicho taller de mantenimiento.

A continuación se presenta a través de las repuestas obtenidas de la entrevista no estructurada realizada a los trabajadores y luego mediante el empleo de una grafica el porcentaje de: fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades que se encuentran en la gestión del Taller de Mantenimiento Cuadrilátero Ferrifero San Isidro.

Contexto Interno: Fortalezas y Debilidades

¿Qué fortalezas y debilidades encuentra usted en cuanto al personal que labora en la gestión de mantenimiento del Taller de Mantenimiento Cuadrilátero Ferrifero San Isidro? (Compromiso, Habilidades, Trabajo en equipo, Liderazgo, Capacidad sistemas, proceso).

De acuerdo con los resultados de de los trabajadores entrevistados se obtuvo un 50% de fortaleza en cuanto al personal que labora en el Taller de San Isidro. Dicho porcentaje, representa la existencia de experiencia, conocimiento técnico del área, compromiso con el trabajo, personal capacitado para cumplir con su labor, trabajo en equipo además de la capacidad para resolver problemas imprevistos.

La empresa cuenta con los registros o historial de fallas, mantenimientos practicados a los equipos a parte de contar con el sistema SAP, lo cual permite registrar la intervención y requerimiento de repuestos necesarios para el mantenimiento.

De igual forma las debilidades fueron representadas a través de un 35%. Los trabajadores expresaron que el personal que la labora en el área que corresponde a la gestión de mantenimiento se siente comprometido con el mantenimiento de los equipos; es decir en mantener un máximo de equipos operativos, pero la falta de recursos y a veces la toma de decisión para la planificación de los mantenimientos no concuerdan debido a la falta de repuestos para practicar dichos mantenimientos a tiempo, lleva a que se sobre usen los componentes de dichos equipos

Las debilidades en relación al proceso de mantenimiento existen debilidades en la logística en cuanto al suministro de herramientas de trabajo, repuestos y transporte producto de las finanzas; ósea se observa que la designación de recursos no va acorde con los requerimientos para practicar a tiempo los mantenimientos, es decir, hay un bajo presupuesto para la obtención de recursos para lo que realmente demanda el taller de mantenimiento, al igual falta personal calificado para llevar a cabo la gestión de mantenimiento de forma óptima; ya que se cuenta con personal capacitado comprometido pero no en cantidad suficiente para la gestión de mantenimiento, razón por la cual se acudió a mano de obra contratada.

Contexto externo: Oportunidades y Amenazas

¿Qué oportunidades y amenazas cree usted que se presentan ante la gestión del Taller de Mantenimiento Cuadrilátero Ferrífero San Isidro?

Cuentan con la existencia de la LOPCYMAT, que permite realizar los trabajos de mantenimiento cumpliendo con los requerimientos establecidos en esta Ley. Dichos requerimientos son Promover y mantener el más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las

ocupaciones y Prevenir toda causa que pueda ocasionar daño a la salud del personal, por las condiciones de trabajo; de igual forma , según los trabajadores entrevistados, la existencia de un sindicato dentro de la empresa es un factor importante ya que a través del mismo se busca mejorar la situación de los trabajadores, los cuales lo aprovechan cada vez que se le presenta la oportunidad. Comentaron que existe el control obrero en las áreas operativas y de mantenimiento, participe en la toma de decisiones y fiscalización de las actividades que realizan los trabajadores en las distintas áreas que conforman la empresa.

Por ser una empresa pública tiene un porcentaje de la recarga de impuesto, que a su vez facilita la adquisición de préstamos y financiamiento mediante negociaciones gubernamentales. A través de las opiniones obtenidas de los trabajadores el porcentaje de oportunidades que presenta el taller de mantenimiento es de un 7%.

Entre las amenaza a la cuales se encuentra expuesta representan un 8%; las cuales incurren a la situación económica que se vive tanto a nivel nacional como internacional, la planificación de los presupuestos para la adquisición de repuestos se ven cada vez mas ajustado; lo que lleva a que los equipos no se le practiquen los mantenimiento cuando corresponde, trayendo como consecuencia daños en unos de sus componentes y por ende paralizar el equipo.

Por otra parte el aspecto político se ha convertido en un factor negativo e importante, ya que esto genera conflictos dentro de los trabajadores de dicha empresa lo que afectan fuertemente la estabilidad del personal. La situación económica por la que se esta atravesando tanto a nivel nacional como internacional a influido mucho en los presupuestos destinados para la compra de repuestos; es decir cada vez están mas ajustado la planificación

para la adquisición de repuestos, ya que la materia prima de un taller de mantenimiento son los recursos tanto de repuestos como de personal

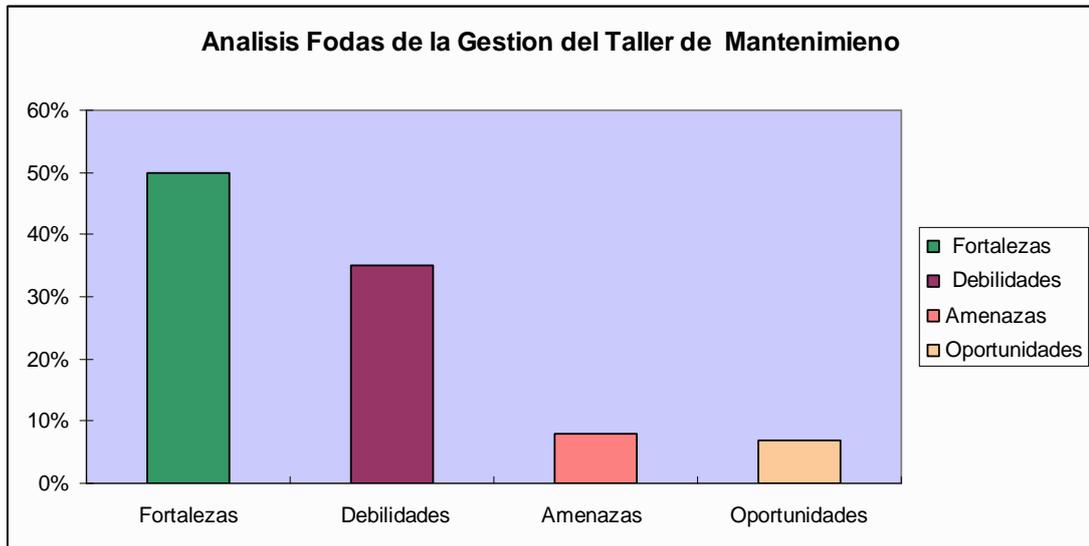


Gráfico 5.10: Fortalezas, Debilidades, Amenazas y Oportunidades de la Gestión de Mantenimiento del Taller de Mantenimiento Cuadrilátero Ferrifero San Isidro
Fuente: Taller Mecanico

Como puede ser observado en el Gráfico, en general, el nivel de debilidades es menor y las fortalezas que poseen son mayores, a pesar de la falta de presupuestos para la adquisición de repuestos que es la gran debilidad que presenta la gestión de mantenimiento. De igual manera lo oportunidades y amenazas a las cuales se encuentra expuesto en un porcentaje menor. Estos valores fueron obtenidos por medio de la entrevista realizada al personal encargado de la gestión de mantenimiento; ellos le dan el porcentaje que consideraban que le correspondía.

Evaluación de la Gestión de Mantenimiento

Análisis de indicadores de: efectividad, demoras por mantenimientos, disponibilidad, el análisis de fallas y la criticidad de los equipos y sus componentes para proponer mejoras en el plan de Mantenimiento Correctivo-Programado aplicado para los mantenimientos de equipos, instalaciones y componentes.

Para medir la efectividad de la gestión de mantenimiento del taller, se analizaron los planes de acción desde el 01 de diciembre del 2011 hasta el 01 de abril del 2012; es decir las órdenes son las siguientes:

- Órdenes Pendiente/ Tratamiento = 200
- Órdenes Concluida = 1600
- Órdenes Totales = 1800 (Ver Gráfico 5.11)

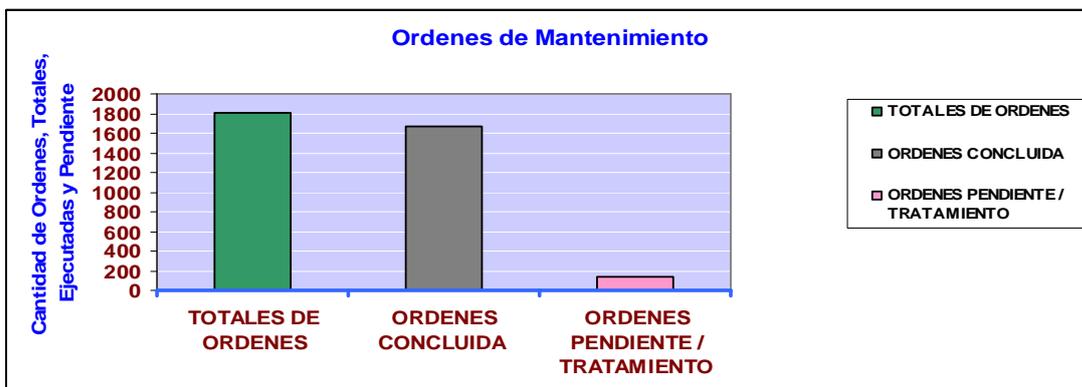


Gráfico 5.11: Representación en Cantidades de las Ordenes Creadas a los Principales Equipos Mineros, que se han Ejecutados y las que están Pendiente Desde el 01/12/2011 Hasta el 01/04/2012.

Fuente: Sistema SAP

- Órdenes Pendiente/ Tratamiento = 20
- Órdenes Concluida = 780
- Órdenes Totales = 800 (Ver Gráfico 5.12)

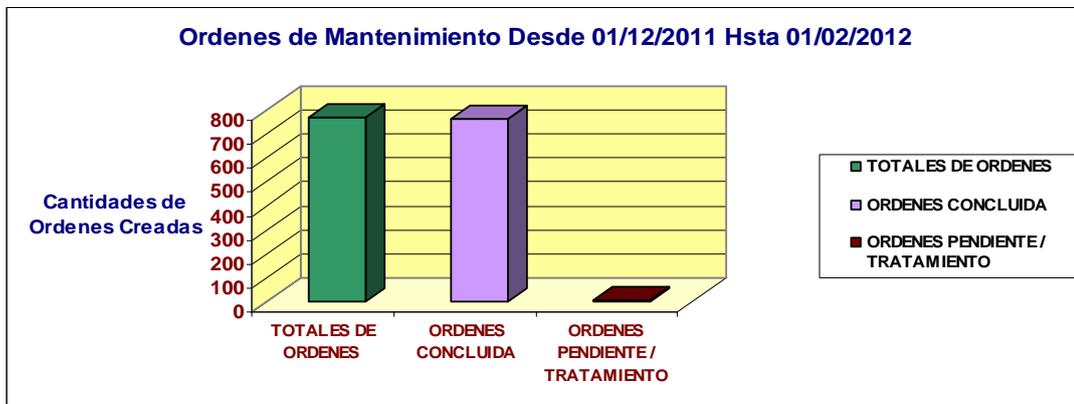


Gráfico 5.12: Representación en Cantidades de las Ordenes Creadas a los Principales Equipos Mineros, que se han Ejecutados y las que están Pendiente Desde el 01/12/2011 Hasta el 01/02/2012

Fuente: Sistema SAP

Órdenes Pendiente/ Tratamiento = 200

Órdenes Concluida = 800

Órdenes Totales = 1000 (Ver Gráfico 5.13)



Gráfico 5.13 Representación en Cantidades de las Ordenes Creadas a los Principales Equipos Mineros, que se han Ejecutados y las que están Pendiente Desde el 02/02/2012 Hasta el 01/04/2012

Fuente: Sistema SAP

El indicador de demoras por mantenimiento se calculó para visualizar el tiempo que se pierde por causas imputadas ya sea por demoras por mantenimientos programados o por mantenimientos de fallas de unos de sus componentes cuando el equipo esta operando. A continuación se muestran mediante el empleo de tablas las demoras obtenidas de los principales equipos mineros en un lapso desde 01/12/2011 hasta el 01/04/2012. (Ver Tablas 5.10, 5.11, 5.12 y 5.13)

Tabla 5.10: Representación de las Demoras de los Equipos Mineros Caterpillar y Komatsu de Cuadrilátero San Isidro en un lapso del 01/12/2011 al 01/01/2012.

Demora de los Principales Equipos Minero de Cuadrilátero Ferrifero San Isidro (01/12/2011 al 01/01/2012)					
Equipo	FMO	Marca	Demoras Por Mantenimiento Programado	Demoras Por Mantenimiento	Demoras Totales (DP+ DM)
RETROEXCAVADORAS	1100007	CATERPILLAR	21,92		21,92
TRACTORES DE ORUGAS	1100039	CATERPILLAR		740	740
CAMIONES DE ACARREO	1100040	CATERPILLAR	9	36	45
CAMIONES DE ACARREO	1100041	CATERPILLAR	16	59	75
CARGADORES FRONTALES	1100054	CATERPILLAR	16	251,74	267,74
CAMIONES CISTERNAS	1105002	CATERPILLAR	4,5	30,77	35,27
MOTONIVELADORA	1105013	CATERPILLAR		137,4	137,4
TRACTORES DE ORUGAS	1105018	CATERPILLAR	40	140,25	180,25
CARGADORES FRONTALES	1105020	CATERPILLAR		50	50
CARGADORES FRONTALES	1105036	KOMATSU	56	100,2	156,2
CAMIONES DE ACARREO	1110351	CATERPILLAR		67,28	67,28

Continuación Tabla 5.10:...

CAMIONES DE ACARREO	1110355	CATERPILLAR		704	704
MOTONIVELADORA	1110375	KOMATSU		704	704
CAMIONES DE ACARREO	1110374	CATERPILLAR	33,67	74,65	108,32
MOTONIVELADORA	1110375	KOMATSU		704	704
TRACTORES DE CAUCHO	1110376	KOMATSU		130,58	130,58
TRACTORES DE CAUCHO	1110377	KOMATSU		88,87	88,87
CAMIONES CISTERNAS	1110384	CATERPILLAR		704	704
CARGADORES FRONTALES	1110400	KOMATSU		704	704
CARGADORES FRONTALES	1110408	KOMATSU	80	387,88	467,88
CAMIONES CISTERNAS	31-112	CATERPILLAR		121,08	121,08
CAMIONES DE ACARREO	31-117	CATERPILLAR	25	148,77	173,77
CAMIONES CISTERNAS	31-118	CATERPILLAR		704	704
CAMIONES DE ACARREO	31-119	KOMATSU		704	704
CAMIONES DE ACARREO	31-120	KOMATSU	72	75	147
CAMIONES DE ACARREO	31-125	KOMATSU		429,58	429,58
CAMIONES DE ACARREO	31-126	KOMATSU	47,5	30,28	77,78
CAMIONES DE ACARREO	31-127	KOMATSU	216,5	86,26	302,76
CAMIONES DE ACARREO	31-128	KOMATSU		704	704
CAMIONES DE ACARREO	31-129	KOMATSU		704	704
CAMIONES DE ACARREO	31-130	KOMATSU	81,5	77,6	159,1
CAMIONES DE ACARREO	31-132	CATERPILLAR		583	583
CAMIONES CISTERNAS	31-98	CATERPILLAR		704	704
MOTONIVELADORA	4-213	CATERPILLAR		415,08	415,08

Continuación Tabla 5.10:...

MOTONIVELADORA	4-214	CATERPILLAR		263,47	263,47
TRACTORES DE ORUGAS	4-408	CATERPILLAR		138,2	138,2
TRACTORES DE ORUGAS	4-423	CATERPILLAR		696	696
TRACTORES DE ORUGAS	4-424	CATERPILLAR		172,95	172,95
TRACTORES DE ORUGAS	4-429	CATERPILLAR		696	696
RETROEXCAVADORAS	4-435	CATERPILLAR		1,67	1,67
CARGADORES FRONTALES	4-492	CATERPILLAR		31	31
CARGADORES FRONTALES DE APOYO	4-497	CATERPILLAR		368	368
TRACTORES DE ORUGAS	4-514	CATERPILLAR	175,5	58,75	234,25
MOTONIVELADORA	4-520	CATERPILLAR		90,75	90,75
CARGADORES FRONTALES	4-528	KOMATSU		282	282
TRACTORES DE ORUGAS	4-529	KOMATSU		204,83	204,83
TRACTORES DE CAUCHO	4-530	KOMATSU		704	704
TRACTORES DE ORUGAS	4-532	CATERPILLAR	240	167,25	407,25
TRACTORES DE ORUGAS	4-533	CATERPILLAR		704	704
TRACTORES DE CAUCHO	4-534	CATERPILLAR		12,1	12,1
TRACTORES DE CAUCHO	4-535	CATERPILLAR		17,83	17,83
CARGADORES FRONTALES	4-537	KOMATSU		704	704
TRACTORES DE ORUGAS	4-540	KOMATSU		704	704
MOTONIVELADORA	4-542	KOMATSU		704	704
TRACTORES DE ORUGAS	4-543	CATERPILLAR		660,17	660,17
MOTOTRAILLA	4-544	CATERPILLAR		704	704
Total:	56		DP: 1135,09	DM: 19386,24	(DP+DM): 20531,33

Fuente: Sección de Planificación de Mantenimiento San Isidro

Tabla 5.11: Representación de las Demoras de los Equipos Mineros Caterpillar y Komatsu de Cuadrilátero San Isidro en un lapso del 02/01/2012 al 01/02/2012.

Demora de los Principales Equipos Minero de Cuadrilatero Ferrifero San Isidro (02/01/2012 al 01/02/2012)					
Equipo	FMO	Marca	Demoras Por Mantenimiento Programado	Demoras Por Mantenimiento	Demoras Totales (DP+ DM)
RETROEXCAVADORAS	1100007	CATERPILLAR		14,57	14,57
CAMIONES DE ACARREO	1100040	CATERPILLAR		8,3	8,3
CAMIONES DE ACARREO	1100041	CATERPILLAR		46,52	46,52
CARGADORES FRONTALES	1100054	CATERPILLAR		29,1	29,1
CAMIONES CISTERNAS	1105002	CATERPILLAR		18,5	18,5
MOTONIVELADORA	1105013	CATERPILLAR		56,88	56,88
TRACTORES DE ORUGAS	1105018	CATERPILLAR		28,98	28,98
CARGADORES FRONTALES	1105020	CATERPILLAR		5	5
CARGADORES FRONTALES	1105036	KOMATSU		70,5	70,5
CAMIONES DE ACARREO	1110351	CATERPILLAR		40,87	40,87
CAMIONES DE ACARREO	1110374	CATERPILLAR		21,27	21,27
TRACTORES DE CAUCHO	1110376	KOMATSU		28,33	28,33
TRACTORES DE CAUCHO	1110377	KOMATSU		4,67	4,67
CARGADORES FRONTALES	1110400	KOMATSU		83,53	83,53

Continuación Tabla 5.11:...

CAMIONES CISTERNAS	31-112	CATERPILLAR		19,03	19,03
CAMIONES DE ACARREO	31-117	CATERPILLAR		31,23	31,23
CAMIONES DE ACARREO	31-120	KOMATSU		59,6	59,6
CAMIONES DE ACARREO	31-125	KOMATSU		15,87	15,87
CAMIONES DE ACARREO	31-126	KOMATSU		18,43	18,43
CAMIONES DE ACARREO	31-127	KOMATSU		29,92	29,92
CAMIONES DE ACARREO	31-130	KOMATSU		30,9	30,9
CAMIONES DE ACARREO	31-132	CATERPILLAR		74,23	74,23
MOTONIVELADOR A	4-213	CATERPILLAR		9,04	9,04
MOTONIVELADOR A	4-214	CATERPILLAR		5,5	5,5
TRACTORES DE ORUGAS	4-408	CATERPILLAR		10,95	10,95
TRACTORES DE ORUGAS	4-424	CATERPILLAR		39,08	39,08
TRACTORES DE ORUGAS	4-429	CATERPILLAR		24,85	24,85
CARGADORES FRONTALES DE APOYO	4-497	CATERPILLAR		2,08	2,08
TRACTORES DE ORUGAS	4-514	CATERPILLAR		26,08	26,08
MOTONIVELADOR A	4-520	CATERPILLAR		7,75	7,75
CARGADORES FRONTALES	4-528	KOMATSU		46,73	46,73
TRACTORES DE ORUGAS	4-529	KOMATSU		1,17	1,17
TRACTORES DE ORUGAS	4-532	CATERPILLAR		29,92	29,92
TRACTORES DE CAUCHO	4-534	CATERPILLAR		36,73	36,73
TRACTORES DE CAUCHO	4-535	CATERPILLAR		37,62	37,62
TRACTORES DE ORUGAS	4-543	CATERPILLAR		55,72	55,72

Continuación Tabla 5.11:...

Total:	36		DP: 0	DM: 1069,45	(DP+DM): 1069,45
--------	----	--	-------	-------------	---------------------

Fuente: Sección de Planificación de Mantenimiento San Isidro

Tabla 5.12: Representación de las Demoras de los Equipos Mineros Caterpillar y Komatsu de Cuadrilátero San Isidro en un lapso del 02/02/2012 al 01/03/2012.

Demora de los Principales Equipos Minero de Cuadrilátero Ferrifero San Isidro (02/02/2012 al 01/03/2012)					
Equipo	FMO	Marca	Demoras Por Mantenimiento o Programado	Demoras Por Mantenimiento	Demoras Totales (DP+ DM)
RETROEXCAVADORAS	1100007	CATERPILLAR		22,5	22,5
TRACTORES DE ORUGAS	1100039	CATERPILLAR		288,47	288,47
CAMIONES DE ACARREO	1100040	CATERPILLAR	23	115,58	138,58
CAMIONES DE ACARREO	1100041	CATERPILLAR		23,75	23,75
CARGADORES FRONTALES	1100054	CATERPILLAR	24	96,62	120,62
CAMIONES CISTERNAS	1105002	CATERPILLAR		98,83	98,83
MOTONIVELADORA	1105013	CATERPILLAR		50,05	50,05
TRACTORES DE ORUGAS	1105018	CATERPILLAR		47	47
CARGADORES FRONTALES	1105020	CATERPILLAR	32,67	32,76	65,43
CARGADORES FRONTALES	1105036	KOMATSU	109,5	153,63	263,13
CAMIONES DE ACARREO	1110351	CATERPILLAR		159,88	159,88
CAMIONES DE ACARREO	1110355	CATERPILLAR		668	668
CARGADORES FRONTALES	1110357	KOMATSU		688	688
MOTONIVELADORA	1110375	KOMATSU		688	688

Continuación Tabla 5.12:...

CAMIONES DE ACARREO	1110374	CATERPILLAR	43,67	122,33	166
TRACTORES DE CAUCHO	1110376	KOMATSU		321,33	321,33
TRACTORES DE CAUCHO	1110377	KOMATSU		54	54
CAMIONES CISTERNAS	1110384	CATERPILLAR		668	668
CARGADORES FRONTALES	1110400	KOMATSU	32	126,65	158,65
CARGADORES FRONTALES	1110408	KOMATSU		312	312
CAMIONES CISTERNAS	31-112	CATERPILLAR	33	54,96	87,96
CAMIONES DE ACARREO	31-117	CATERPILLAR	24,67	158,72	183,39
CAMIONES CISTERNAS	31-118	CATERPILLAR		688	688
CAMIONES DE ACARREO	31-119	KOMATSU		688	688
CAMIONES DE ACARREO	31-120	KOMATSU	82,83	52,18	135,01
CAMIONES DE ACARREO	31-125	KOMATSU		688	688
CAMIONES DE ACARREO	31-126	KOMATSU		688	688
CAMIONES DE ACARREO	31-127	KOMATSU	89	91,78	180,78
CAMIONES DE ACARREO	31-128	KOMATSU		688	688
CAMIONES DE ACARREO	31-129	KOMATSU		688	688
CAMIONES DE ACARREO	31-130	KOMATSU	63	207,28	270,28
CAMIONES DE ACARREO	31-132	CATERPILLAR	48	405,55	453,55
CAMIONES CISTERNAS	31-98	CATERPILLAR		272	272
MOTONIVELADO RA	4-,2006	CATERPILLAR		528	528
MOTONIVELADO RA	4-213	CATERPILLAR		41,58	41,58
MOTONIVELADO RA	4-214	CATERPILLAR	26,5	230,04	256,54

Continuación Tabla 5.12...

TRACTORES DE ORUGAS	4-423	CATERPILLAR		688	688
TRACTORES DE ORUGAS	4-424	CATERPILLAR		363,42	363,42
TRACTORES DE ORUGAS	4-429	CATERPILLAR	19,5	142,5	162
RETROEXCAVADORAS	4-434	CATERPILLAR		376	376
RETROEXCAVADORAS	4-435	CATERPILLAR	64	2,33	66,33
CARGADORES FRONTALES	4-492	CATERPILLAR		688	688
CARGADORES FRONTALES DE APOYO	4-497	CATERPILLAR		209,25	209,25
CARGADORES FRONTALES DE APOYO	4-499	CATERPILLAR	72	6,25	78,25
TRACTORES DE ORUGAS	4-514	CATERPILLAR	40	105,53	145,53
MOTONIVELADORA	4-520	CATERPILLAR		0,5	0,5
CARGADORES FRONTALES	4-528	KOMATSU		201,2	201,2
TRACTORES DE ORUGAS	4-529	KOMATSU		28,67	28,67
TRACTORES DE CAUCHO	4-530	KOMATSU		688	688
TRACTORES DE ORUGAS	4-532	CATERPILLAR		201,13	201,13
TRACTORES DE ORUGAS	4-533	CATERPILLAR		688	688
TRACTORES DE CAUCHO	4-534	CATERPILLAR	11	52,95	63,95
TRACTORES DE CAUCHO	4-535	CATERPILLAR		104,03	104,03
TRACTORES DE ORUGAS	4-536	KOMATSU		3,83	3,83
CARGADORES FRONTALES	4-537	KOMATSU		688	688
TRACTORES DE ORUGAS	4-540	KOMATSU		688	688
MOTONIVELADORA	4-542	KOMATSU		688	688

Continuación Tabla 5.12:...

TRACTORES DE ORUGAS	4-543	CATERPILLAR	88	427,76	515,76
MOTOTRAILLA	4-544	CATERPILLAR		688	688
Total:	59		DP: 926,34	DM: 18636,82	(DP+DM): 19563,16

Fuente: Sección de Planificación de Mantenimiento San Isidro

Tabla 5.13: Representación de las Demoras de los Equipos Mineros Caterpillar y Komatsu de Cuadrilátero San Isidro en un lapso de 02/03/2012 al 01/04/2012.

Demora de los Principales Equipos Minero de Cuadrilátero Ferrifero San Isidro (02/03/2012 al 01/04/2012)					
Equipo	FMO	Marca	Demoras Por Mantenimiento o Programado	Demoras Por Mantenimiento	Demoras Totales (DP+ DM)
TRACTORES DE ORUGAS	1100039	CATERPILLAR	79	113,83	192,83
TRACTORES DE ORUGAS	1105018	CATERPILLAR		46,5	46,5
TRACTORES DE ORUGAS	4-423	CATERPILLAR		752	752
TRACTORES DE ORUGAS	4-424	CATERPILLAR		198,05	198,05
TRACTORES DE ORUGAS	4-429	CATERPILLAR		341,27	341,27
TRACTORES DE ORUGAS	4-514	CATERPILLAR		734,5	734,5
TRACTORES DE ORUGAS	4-529	KOMATSU		383,5	383,5
TRACTORES DE ORUGAS	4-532	CATERPILLAR	32	684,45	716,45
TRACTORES DE ORUGAS	4-533	CATERPILLAR		752	752
TRACTORES DE ORUGAS	4-536	KOMATSU	27,42	116,58	144
TRACTORES DE ORUGAS	4-540	KOMATSU		752	752
TRACTORES DE ORUGAS	4-543	CATERPILLAR		203,85	203,85
Total:	12		DP: 138,42	DM: 5078,53	(DP+DM): 5216,95

Fuente: Sección de Planificación de Mantenimiento San Isidro

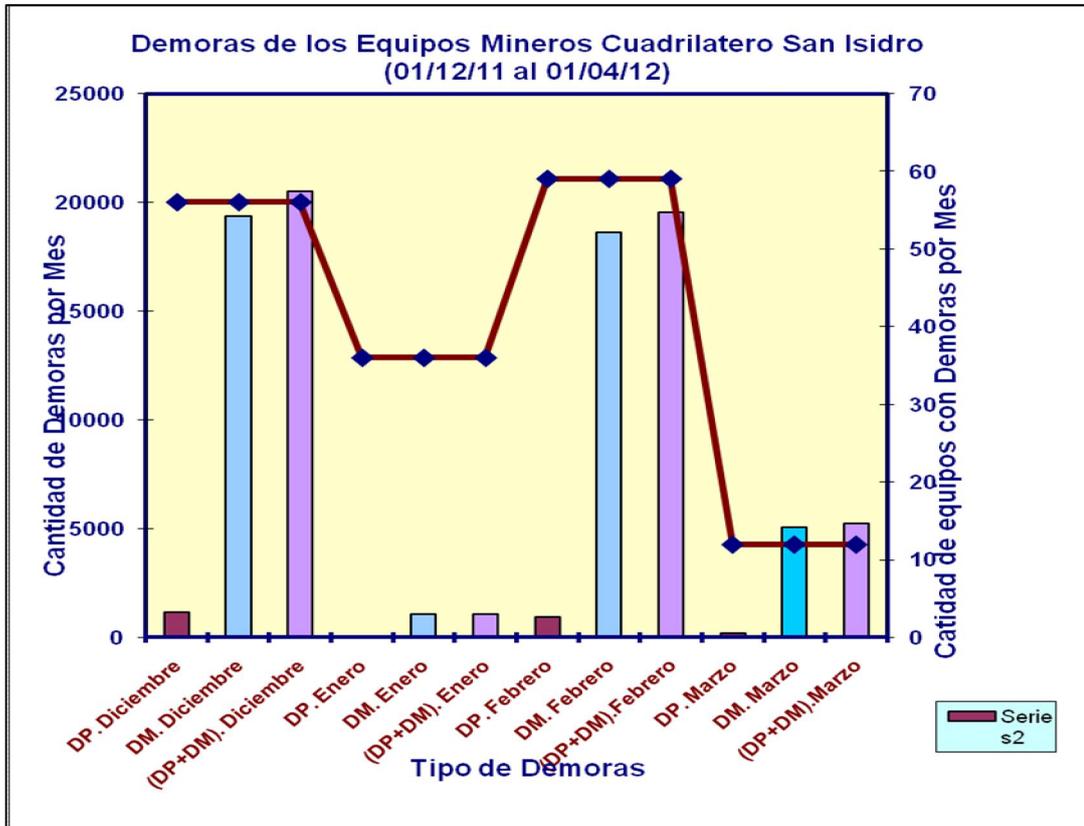


Gráfico 5.14: Representación de las Demoras de los Equipos Mineros obtenidas en un lapso de Cuatro meses.

Fuente: Tabla 5.10 a 5.13

CAPITULO VI

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Este capítulo comprende los resultados y los análisis de la información recolectada, con la que se formulara y se evaluarán las posibles opciones de solución para dicha investigación.

Para la elaboración del capítulo VI, se tomaron en cuenta los objetivos específicos de la investigación:

Análisis de Tablas y Diagramas elaboradas en el capítulo V

Inventarios de diferentes equipos mineros

Se evaluó el inventario de equipos Críticos observado de la tabla 5.2 del capítulo de situación actual, esto se refiere a los equipos más importantes en el proceso de producción, siendo todo los equipos ya mencionados de suma importancia para la producción donde la paralización continuas de los mismos incurre en disminuir la producción; donde las flotas con mas equipos accidentados que se encuentran en situación criticas son los camiones de acarreo, los tractores, cargadores frontales cuyos equipos están en esperas de repuestos, en reparaciones generales y en proceso de desincorporación . Además hay que señalar que los equipos que trabajan con motor mecánico funcionan más que los equipos que trabajan con motor eléctricos.

Inventarios de componentes mayores y subcomponentes:

Del Capítulo de situación actual la tabla 5.4 que contiene el inventario de componentes mayores y subcomponentes, con la colaboración de los jefes de turno del taller mecánico se realizó mediante la observación directa con sus conocimientos acerca del motivo del desmontaje; es decir la fallas que presentan dichos componentes se clasificaron los componentes mayores y subcomponentes, según su nivel de avería se decidió cuales componente se van a desechar y cuales se van a reparar.

A continuación se presenta mediante la tabla 6.14 los componentes que se van a desechar ya que las averías que presentan pasan más del 50% de daño, repararlo requiere mucho tiempo y costo; además no se garantiza que perdure por un tiempo que recompense la reparación a dichos componentes, por lo tanto se desecharan; donde a dichos componentes da desechar se les realizara el ferro N° 1059 de recomendación para retiro de propiedad que utiliza la empresa para desechar propiedades en el momento que lo vaya a desincorporar (Ver Anexo 1.1 y 1.2)

Tabla 6.14: Componentes y Subcomponentes que la decisión tomada es desecharlo.

COMPONENTES MATORES O PRINCIPALES		
COMPONENTE MAYORES	SUBCOMPONENTE	DESTINO
MOTOR		DESECHAR
MOTOR		Definir
MOTOR		Definir
MOTOR		DESECHAR
	INYECTORES DE GASOIL	DESECHAR
	BOMBA HIDRAULICA	DESECHAR
	BOMBA	DESECHAR

Continuación Tabla 6.14:...

	TRANSMISION	DESECHAR
	COMPRESOR DE AIRE COMPRIMIDO	DESECHAR
CILINDRO INCLINACION DE PALA		DESECHAR
	CONTROL HIDRAULICO DE IMPLEMENTOS	DESECHAR
	BOMBA DE LEVANTE	DESECHAR
RADIADOR		DESECHAR
	TENSOR DE CORREA	DESECHAR
	INYECTORES DE GASOIL	DESECHAR
	MUFLE	DESECHAR
	TURBO	DESECHAR
	CAMARA	DESECHAR
	BOMBA	DESECHAR
	ASIENTO	DESECHAR
	TURBO	DESECHAR
	HUT ALTECUL	DESECHAR
	BOMBA LEVANTE	DESECHAR
	TURBO	DESECHAR

Fuente: Tabla 5.5

Los componentes mayores y subcomponentes que se decidió reparar son porque los daños que presentan no pasan del 45% de daño y su reparación perdurara por un gran tiempo y algunos componentes están en buenas condiciones que no se conocen falla o porque se desmonto si el componente están en buen estado. Se visualizan a continuación, a los cuales se les realizara el cambio de componente y sus avisos de reparación mediante el uso del SAP (Ver Anexo 2.1 y 2.2), para trasladarlos al Cerro Bolívar para realizar sus respectivas reparaciones (dependiendo del costo de adquisición de los materiales y tiempo empleado de mano de obra para reparar dicho componente allí es cuando se decidiera el costo de la reparación ya que cada componente tienen diferentes nivel de avería, y no se puede decir por ejemplo que reparar un cilindro de levante tiene un costo ya específico y si se

daña otro cilindro de levante tiene el mismo costo, porqué depende de la avería o el daño que presente) (Ver Tabla 6.15)

Tabla 6.15: Componentes y Subcomponentes que la Decisión Tomada es Repararlo.

COMPONENTES MATORES O PRINCIPALES		
COMPONENTE MATORES	SUBCOMPONENTE	DESTINO
TRANSMISION		REPARAR
TRANSMISION		REPARAR
	BOMBA DE TRANSMISION	REPARAR
	HUB TRASERO	ALMACENAR
	HUESO DE PERRO	ALMACENAR
	HUT DELANTERO	REPARAR
TRANSMISION		REPARAR
CONVERTIDOR		REPARAR
TRANSMISION		REPARAR
	TURBO	LIMPIAR
	REGILLA	ALMACENAR
MOTOR		REPARAR
GENERADOR		REPARAR
RADIADOR		REPARAR
CILINDRO VOLQUETE		REPARAR
MANDO FINAL RH		REPARAR
MANDO FINAL LH		REPARAR
TRANSMISION		REPARAR
	BOMBA	REPARAR
	BOMBA INYECCION IZQUIERDA	REPARAR
	BOMBA INYECCION DERECHA	REPARAR
	CONJUNTO DIFERENCIAL Y MANDOS FINALES TRASEROS	REPARAR
RADIADOR		REPARAR
	JUNTA CARDIACA CENTRAL	REPARAR
GENERADOR PRINCIPAL		REPARAR
GENERADOR PRINCIPAL		REPARAR
SUSPENSION		REPARAR
	CAJAS DE FILTROS	REPARAR
	TENSOR DE CORREA	REPARAR
MOTOR		REPARAR
MUFLE		REPARAR
RUEDA DELANTERA		REPARAR
	BALANCIN	REPARAR
CONVERTIDOR		REPARAR

	CABEZAL DE FILTROS	REPARAR
TRANSMISION		REPARAR
DIFERENCIAL		REPARAR
RUEDA MOTRIZ		REPARAR
	ENFRIADOR	REPARAR
HUB RUEDA DELANTERA		REPARAR
	BOMBA	REPARAR
	CUERPO DE VALVULAS DE IMPLEMENTO	REPARAR
CONVERTIDOR		REPARAR
	CUERPO DE VALVULAS DE IMPLEMENTO	REPARAR
RUEDA MOTRIZ		REPARAR
	FRENO DE TRACTOR DE 10	REPARAR
SUSPENSION TRASERA		REPARAR
	BALANCIN	REPARAR
	COMPRESOR	REPARAR
HUT DELANTERO/ DIFERENCIAR TRASERO		REPARAR
RUEDA GUIA		REPARAR
CILINDRO LEVANTE		REPARAR
CUDRANTE DE BULLDOZER		REPARAR
GENERADOR		REPARAR
	BOMBA DE AGUA	REPARAR
	BOMBA	REPARAR
	CAMARA	REPARAR

Fuente: Tabla 5.5

Diagrama de Pareto de los Componentes que han fallado más

En el diagrama de Pareto Gráfico 5.3; se observa que los componentes mayores que han fallado más en las diferentes flotas de equipos tanto Komatsus como Caterpillar, los cuales representan un nivel crítico ya que los equipos que se encuentran accidentados es por uno o varios de los siguientes componentes que a continuación se mencionan ya que su costo es elevado donde se encuentran equipos parados en espera de repuestos desde 2009 hasta la fecha de hoy:

1. Transmisión.
2. Motor.
3. Radiador.

4. Mando Final.
5. Cilindros de Inclinación del Balde.
6. Suspensión.
7. Conjunto Diferenciales y Mandos Finales Traseros.

Estos Componentes antes señalados representan el 20% de los componentes averiados, que reparándolos, practicándoles los mantenimientos preventivos cuando le corresponde y manteniendo un stop de los mismos resuelven el 80% de los componentes dañados, siendo estos los pocos vitales. Los componentes que representan los muchos triviales son los que se mencionan a continuación representan el 80% de los componentes averiados, pero su reparación solo resuelve el 20% de los problemas en cuanto a componentes averiados.

8. Cilindro de inclinación del Ripper
9. Cilindro Levante.
10. Cuadrante de Bulldozer.
11. Hub Delantero/ Diferencial Trasero.
12. Cilindro Volquete.

De igual forma en el diagrama de Pareto del Gráfico 5.4 del capítulo V; se visualizan los subcomponentes que han fallado con mas frecuencias de las flotas Komatsu y Caterpillar, los que representan los pocos vitales los comprenden bomba inyección, compresor, cajas de filtros, bomba de levante, mufle, turbo, cámara, tensor de corra, balancín, cuerpo de válvula de implemento, inyectores de gasoil, bomba transmisión, bomba hidráulica y los muchos triviales los abarca hueso de perro, junta cardiaca central, control hidráulico de implementos, cabezal de filtros, freno de tractor de 10, enfriadores, rejilla, bomba de agua. Estos son subcomponentes que una falla en ello lleva a que un componente mayor se dañe y el equipo se accidente;

por lo que requiere del mismo cuidado que un componente mayor este difiere en que el costo del mismo es menor que un componente principal.

En los Gráficos 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8 del capítulo V, se observa que los componentes averiados la mayoría pertenece a la marca Cartepillar ya que existen más quipos de marcas Caterpillar que Komatsu, en dichos gráficos se muestra que los componentes de equipos Caterpillar a los cuales se les va realizar reparaciones son los equipos: camión cisterna 31-118, 31-132, tractor de caucho 4-534, los que se van a desechar pertenecen a: camión de acarreo 1100040 y camión cisterna 31-122. Los componentes de marcas Komatsus son pocos los cuales son: camión de acarreo 31-125, cargador frontal WA1200- WA900, los que se van a desechar camión de acarreo 31-126 y cargador frontal 4-537. En los equipos con mayores componentes averiados son los camiones de acarreo, los cargadores frontales, camiones cisternas y los tractores por lo tanto son los equipos más críticos y los cuales se les deben prestar mucha atención y dar prioridad para mantener stop de sus repuestos.

Modos de Fallas a través de Diagrama Causa-Efecto y Diagrama de Pareto

Mediante el Diagrama Causa-Efecto figura 5.15, se visualizan los modos de falla que podría ser definido como cualquier evento que pueda causar la falla de un activo físico (sistema o proceso, repuesto o componente). Causas que prácticamente se presentan en todo los equipos, las cuales provocan daños en los diferentes componentes de las flotas de los equipos Komatsu y Caterpillar, donde las que mayor se presentan son las siguientes, mencionada según su nivel de frecuencia representada en el diagrama de Pareto en el capítulo V, gráfico 5.9 son.

1. Fugas de aceites
2. Desgastes de los componentes por vencimiento de los sellos.
3. Desgastes de los componentes o fallas por cumplimiento de vida útil
4. Mangueras dañadas.
5. Recalentamiento del equipo en general o en unos de sus componentes.
6. Se contaminan el aceite o el gasoil.
7. Se parten los anillos, los dientes, se queman las empaaduras,
8. Disminución de presión.
9. Aumento de presión.

Estas fallas representa las pocos vitales las cuales se deben atacar de primero, es decir ir a la causa que generan dichas fallas en lo componentes de manera que resolviendo esta que comprende el 20% de las causas se resuelve el 80% del problemas de fallas. Las fallas presentadas a continuación comprenden el 80% de las causas que atacándolas se resuelve el 20% del problema de fallas, están representas por las causas muchos triviales.

1. Se queman los componentes
2. Se neutraliza el equipo.
3. Desajustes o fallas de fabricación.
4. Se daña el componente por mal manejo del equipo por parte de producción.
5. Se daña el componente por mal del equipo por parte del operador.
6. Fallas en switch.

Las fallas antes mencionadas llevan a la paralización del equipo por una larga espera, por la falta de componentes para su respectiva reparación; cuyas fallas son la que presentan los componentes que fueron objeto de estudios, pero las causas principales que llevan a que el equipo se accidente

es la falta de mantenimiento por ausencia de repuesto para ejecutar el mismo lo que lleva a que se reutilicen los componentes y se les practiquen reparaciones varias en un mismo componente hasta que llega el momento que el equipo se paraliza.

Criterios Técnicos y Operacionales para las Reparaciones de los Componentes Principales de los Equipos Mineros.

Los criterios a considerar para evaluar las reparaciones de los componentes principales son los siguientes:

- Porcentaje de daño del componentes; es decir si la avería pasa del 40% de daño el componente no se repara, sino se desecha y se realizan los trámites para solicitar uno nuevo.
- Frecuencia o veces que se ha reparado el componente.
- Horas del componente.
- Si adquirir el componente nuevo es costoso y la empresa no dispone de capital en ese momento para comprarlo se debe reparar para que el equipo no esté tanto tiempo accidentado y así de tiempo a la empresa comprarlo.
- Prioridad del componente; ósea si el componente hay que comprarlo y está en el extranjero y va a demorar mucho tiempo en obtenerlo y repararlo se hace en menor tiempo, entonces se decide repara el componente.

Para dar cumplimiento de los objetivo específico VI y VII, en cuanto para estimar los costos y tiempo de reparación de cada uno de los componentes principales de cada tipo de equipos mineros e igual para efectuar la comparación en cuanto a la factibilidad de reparación de dichos componentes y de adquirirlo nuevo se elaboran una propuesta automática en

excel; mediante el empleo de formulas para calcular los costos y por ende decidir que es favorable para la empresa sí reparar o comprarlo, evaluando los criterios antes señalados.

Análisis de la Matriz FODA Elaborada en el Taller de Mantenimiento

Mediante el uso de la tabla 5.9 de información recolectada mediante la entrevista no estructurada realizada al personal que labora en esa área y visualización de la situación en el taller en cuanto a las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que se enfrenta el taller de mantenimiento se crearon mediante sus respectivas uniones las siguientes estrategias en busca de mejoras para la gestión de mantenimiento del taller para luego elaborar la Matriz FODA (Ver tabla 6.16 y 6.17)

Tabla 6:16 Estrategias del Análisis FODA

	Estrategias FO
Unión de Fortaleza + Oportunidades	Aprovechar el potencial del capital humano con que se cuenta, para realizar los procesos de la gestión de mantenimiento de forma más efectiva y así cubrir la demanda de servicios a operaciones. (F1, F4, O2)
	Incrementar la importancia por el resguardo de la integridad física y salud de los trabajadores, aprovechando las leyes actuales como la LOPCYMAT, la integración del personal y la participación que se esta llevando a cabo. (F6, O1)
	Aprovechar la mano de obra contratada, para la incorporación de nuevas ideas y /o implementación recomendaciones o propuestas de solución generadas por personal externo (pasantes con ideas innovadoras (F7, O2).
	Estrategias FA

Continuacion Tabla 6.16:...

Unión de Fortaleza + Amenazas	Aprovechar el sistema SAP y Sistemas de mantenimiento para gestionar los mantenimientos al igual que alto conocimiento de equipos técnicos y personal capacitado con que se cuenta, para administrar y controlar el costo de mantenimiento a través de la compra de repuestos que tengan mayor prioridad, y así cumplir con la disminución de equipos accidentados (F1,F3,F7, A1,A3)
	Aprovechar la integración del personal, calidad humana y compañerismo, para mejorar los cambios políticos, de manera que no afecte la estabilidad laboral. (F2, A2).
	Mejorar las relaciones entre Ferrominera Orinoco y las empresas contratistas por medio de una política de integración donde ambas sean beneficiadas por la prestación del servicio a la empresa. (F2, A4).
Estrategias DO	
Unión de Debilidades + Oportunidades	Mejorar el entrenamiento y capacitación de los inspectores y líderes a través de los programas de capacitación y desarrollo, para disminuir las debilidades en las comunicaciones de las diferentes áreas involucradas con la gestión de mantenimiento. (D1, O4)
	Con la participación de los jóvenes pasantes industriales, quienes con sus nuevas ideas y aporte, aprovecharlos para mejorar el manejo y almacenamiento de repuestos. (D5, O2).
Estrategias DA	
Unión de Debilidades + Amenazas	Debido a que los presupuestos son altamente ajustados para la compra de repuestos, se deben realizar las gestiones para comprar los repuestos más prioritarios de los equipos para evitar que permanezcan tanto tiempo parados. (D4, A3).

Fuente: Autor

Tabla 5.17: Análisis FODA de la Gestión del Taller de Mantenimiento Cuadrilátero Ferrifero San Isidro

Matriz FODA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>OPORTUNIDADES</p> <p>O1 Existencia de leyes como la LOPCYMAT, para la protección de los trabajadores en materia de seguridad y salud laboral.</p> <p>O2 Contar con la participación de los jóvenes pasantes industriales, quienes con sus nuevas ideas y aportes contribuyan al mejor desempeño de la gestión de mantenimiento. (Propuestas de desarrollo e ideas innovadoras).</p> <p>O3 Como empresa pública Ferrominera Orinoco tiene un porcentaje de la recarga de impuesto, que a su vez esto facilita la adquisición de préstamos y financiamiento mediante negociaciones gubernamentales.</p> <p>O4 Cuentas con programa de capacitación, cursos para su personal a nivel internacional.</p>	<p>Estrategias FO</p> <p><input type="checkbox"/> Aprovechar el potencial del capital humano con que se cuenta, para realizar los procesos de la gestión de mantenimiento de forma más efectiva y así cubrir la demanda de servicios a operaciones. (F1,, F4, O2)</p> <p><input type="checkbox"/> Incrementar la importancia por el resguardo de la integridad física y salud de los trabajadores, aprovechando las leyes actuales como la LOPCYMAT, la integración del personal y la participación que se esta llevando a cabo. (F6, O1)</p> <p><input type="checkbox"/> Aprovechar la mano de obra contratada, para la incorporación de nuevas ideas y /o implementación recomendaciones o propuestas de solución generadas por personal externo (pasantes con ideas innovadoras (F7, O2).</p>	<p>Estrategia DO</p> <p><input type="checkbox"/> Mejorar el entrenamiento y capacitación de los inspectores y líderes a través de los programas de capacitación y desarrollo, para disminuir las debilidades en las comunicaciones de las diferentes áreas involucradas con la gestión de mantenimiento. (D1, O4)</p> <p><input type="checkbox"/> Con la participación de los jóvenes pasantes industriales, quienes con sus nuevas ideas y aporte, aprovecharlos para mejorar el manejo y almacenamiento de repuestos. (D5, O2).</p>
<p>AMENAZAS</p> <p>A1 Problemas económicos afectan la compra de repuestos, lo cual es vital para el mantenimiento ya sea preventivo o correctivo ya que por este motivo se encuentran varios equipos accidentados. .</p> <p>A2 Cambios políticos afectan fuertemente la estabilidad del personal.</p> <p>A3 Presupuesto altamente ajustado a la compra de repuestos.</p> <p>A4 Dependencia de la Mano de Obra Contratada (Administrativa, transporte y ejecutora), es decir es muy conflictiva su contratación y gestión con la empresa contratista por lo cual trae paros en la empresa y reclamos sindicales.</p> <p>A5 Incremento de la nomina de la empresa, ya que la situación económica no esta pasando por un buen momento, lo que lleva a que los presupuestos para la gestión de mantenimientos de los equipos disminuya.</p>	<p>Estrategia FA</p> <p><input type="checkbox"/> Aprovechar el sistema SAP y Sistemas de mantenimiento para gestionar los mantenimientos al igual que alto conocimiento de equipos técnicos y personal capacitado con que se cuenta, para administrar y controlar el costo de mantenimiento a través de la compra de repuestos que tengan mayor prioridad, y así cumplir con la disminución de equipos accidentados (F1,F3,F7, A1,A3)</p> <p><input type="checkbox"/> Aprovechar la integración del personal, calidad humana y compañerismo, para mejorar los cambios políticos, de manera que no afecte la estabilidad laboral. (F2, A2).</p> <p><input type="checkbox"/> Mejorar las relaciones entre Ferrominera Orinoco y las empresas contratistas por medio de una política de integración donde ambas sean beneficiadas por la prestación del servicio a la empresa. (F2, A4).</p>	<p>Estrategia DA</p> <p><input type="checkbox"/> Debido a que los presupuestos son altamente ajustados para la compra de repuestos, se deben realizar las gestiones para comprar los repuestos más prioritarios de los equipos para evitar que permanezcan tanto tiempo parados. (D4, A3).</p>

Fuente : Autor

Análisis de la Evaluación la Gestión de Mantenimiento del Taller

Para medir la efectividad de la gestión de mantenimiento, se tomaron todas las ordenes creadas desde el 01 de diciembre del 2011 hasta el 01 de abril del 2012, mediante este análisis de órdenes tanto las realizada por planificación de mantenimientos como las ejecutadas, se observa que las demoras de los equipos por estar accidentados son por faltas de los repuestos o componentes lo cual afecta la gestión de mantenimiento de dicho taller, ya que las 138 que están pendiente son de los equipos que están accidentado en espera de repuestos para realizar su reparación.

Total de Órdenes Analizadas: **1811**

Total de Órdenes Realizadas o Concluidas: **1673**

Total de Ordenes Pendiente / Tratamiento: **138**

$$\% \text{ Efectividad} = \frac{\text{Total de Órdenes Concluidas} \times 100}{\text{Total de Órdenes Analizadas}}$$

$$\% \text{ Efectividad} = \frac{1673}{1811} \times 100$$

$$\% \text{ Efectividad} = \mathbf{92.3799 \%}$$

Análisis de las demoras de los Equipos Mineros

Tabla 6.18: Totales específicas de Demoras por Mes

Meses Analizados	Demoras			Cantidad de Equipos con Demoras por Mes
	DP	DM	(DP+DM)	
Diciembre	1135,09	19386,24	20531,33	56
Enero	0	1069,45	1069,45	36
Febrero	926,34	18636,82	19563,16	59
Marzo	183,42	5078,53	5216,95	12

Fuente: Sección de Planificación de Mantenimiento San Isidro.

DP: Demoras Por Mantenimiento Programado

DM: Demoras Por Mantenimiento Demoras.

(DP+ DM): Totales de Demoras por Mantenimientos Programado + las Demoras por Mantenimientos

A través de la información resumida de la tabla 6.16, obtenida de las tablas 5.10, 5.11, 5.12 y 5.13 en el capítulo V; se puede analizar las demoras que los equipos mineros han presentados ya sean por mantenimientos programados o por mantenimientos a causas de avería ocurridas mientras están trabajando; tomando un lapso de cuatro (4) meses.

En dichas demoras se observo que las mayores demoras se deben a mantenimientos correctivos; es decir se paraliza el equipos cuando se presenta una averías en unos de sus componentes mayores, donde se encuentran equipos parados con mas de 700 hrs. por falta de componentes mayores para instalarlo y ponerlo operativo, además en esa larga espera los otros componentes, que para el momento que se accidente se encontraban en buen estados muchos de ellos tiende a

dañarse ya que cuando se desmontar el componente averiado el equipo no quedo bien tapado o cubiertas las partes que no pueden mojarse, además les desmontas o sacan componentes para reparar otro que se accidentes, de esta manera cuando llegue el componente por el cual se había parado igual seguirá accidentado porque ya le falta otro componentes y la espera para poner dicho equipo operativo se extiende mas.

El mes que presento menos demoras fue enero con un total de demoras de 1069,45 hrs. distribuido entre 36 equipos, aumentando en el mes de febrero con una diferencia de 18493.171hrs. y 23 equipos mas con respecto a el mes de enero, presentando un total de demoras de 19563,16 hrs. y 59 equipos accidentados; pero en el mes de marzo disminuye a 5216,95 hrs. en demoras ocurrida entre 12 equipos averiados; siendo el mes de diciembre el mes de los cuatros analizados con mayor hrs. de demoras con 20531,33 hrs. y 56 equipos averiados.

Las grandes demoras se debe a la falta de componentes o repuestos ya sea para practicar los mantenimientos programados o reparar averías (mantenimientos correctivos)

Tiempo Disponible: La disponibilidad de los equipos es variado si el equipo se accidenta y cuentan con el componente para corregir la reparación es rápido según el componente a instalar; porque si se trata de motor, transmisión requieren máximo de tres días pero si son componentes pequeños como bombas cilindros, radiadores entre otros se realizan en dos o tres horas ya el equipo está disponible; todo depende de tener el componente sino la espera no esta definida porque los presupuestos para la gestión de compra de repuestos cada vez está más ajustada.

Mediante la visualización de las órdenes creadas por la ejecución de mantenimiento correctivo, un equipo se accidenta en un turno más de 4 veces, con fallas diferentes o con la misma falla.

Costo y Tiempo de Adquisición de los Componentes Principales

El costo y el tiempo de adquisición de los componentes principales de los equipos mineros se muestran en la tabla 6.19

Tabla 6.19: Representa los Costos y Tiempo de Adquisición de los Componentes Mayores tanto de Marcas Caterpillar como de Komatsu

CARGADORES FRONTALES WA1200 (KOMATSU)			CARGADORES FRONTALES WA900	
COMPONENTE	COSTO (\$)	TIEMPO DE ENTREGA	COSTO (\$)	TIEMPO DE ENTREGA
BALDE	128,957,81	VARIA SEGÚN LA EMERGENCIA (Desde un Día, Semanas, Meses hasta Años en Espera)	108,800.45	VARIA SEGÚN LA EMERGENCIA (Desde un Día, Semanas, Meses hasta Años en Espera)
RADIADOR	48,195.15		35,733.32	
CILINDRO TILT	28,989.20		41,305.71	
CILINDRO LEVANTE	31,384.24		31,760.20	
CILINDRO DIRECCION	16,056.01		10,376.63	
CONVERTIDOR	362,150.47		32,660.25	
MANDO FINAL	225,816.34		36,023.48	
DIFERENCIAL	84,960.31		79,753.33	
MOTOR DIESEL	364,662.68		245,542.60	
CAUCHO	80,000.00		47,290.95	
TRANSMICION	162,962.00		150,852.12	
CAMIONES DE ACARREO 777F (CATERPILLAR)			CAMIONES DE ACARREO 730E (KOMATSU)	
COMPONENTE	COSTO (\$)	TIEMPO DE ENTREGA	COSTO (\$)	TIEMPO DE ENTREGA
TRANSMISION	105,395.03	VARIA SEGÚN LA EMERGENCIA (Desde un Día, Semanas, Meses hasta Años en Espera)	99.102.00	VARIA SEGÚN LA EMERGENCIA (Desde un Día, Semanas, Meses hasta Años en Espera)
RADIADOR	29847		35000	
CILINDRO LEVANTE	35,800.91		37,645.70	
CILINDRO DIRECCION	4.300.23		5,123.93	
CONVERTIDOR	22726.15		25626,00	
MANDO FINAL	4523,20		5226,10	
DIFERENCIAL	14704.01		15602,36	

Continuacion Tabla 6.19:...

MOTOR DIESEL	128,805.61		379,667.56	
SUSPENSION	50891,45		56268.28	
RUEDA MOTRIZ	520,630.41		629,707.69	
ALTERNADOR PRINCIPAL	210,120.00		238,000.49	
CAUCHO	20,000.00		48,127.50	
CAMIONES CISTERNA 773D (CATERPILLAR)			CAMIONES CISTERNA 773F (CATERPILLAR)	
COMPONENTE	COSTO (\$)	TIEMPO DE ENTREGA	COSTO (\$)	TIEMPO DE ENTREGA
BOMBA DE AGUA	5895,26	VARIA SEGÚN LA EMERGENCIA (Desde un Día, Semanas, Meses hasta Años en Espera)	5895,26	VARIA SEGÚN LA EMERGENCIA (Desde un Día, Semanas, Meses hasta Años en Espera)
MOTORIN HIDRAULICO	2598		2598	
TRANSMISION	83,356		71,622	
DIFERENCIAL	18,802		18,802	
SUSPENSIÓN	21,247		12,285	
RADIADOR	8,569		10,589	
CAUCHO	19,000.00		19,000.00	
MOTOR DIESEL	100,198		99,720	
CILINDRO DIRECCION	3083.87		3000,10	
RETROEXCAVADORA 430D (CATERPILLAR)			RETROEXCAVADORA 345C (CATERPILLAR)	
COMPONENTE	COSTO (\$)	TIEMPO DE ENTREGA	COSTO (\$)	TIEMPO DE ENTREGA
BALDE DELANTERO	3589	VARIA SEGÚN LA EMERGENCIA (Desde un Día, Semanas, Meses hasta Años en Espera)	4502	VARIA SEGÚN LA EMERGENCIA (Desde un Día, Semanas, Meses hasta Años en Espera)
BALDE TRASERO	2792		2792	
CILINDRO DIRECCION	2469		3582	
CILINDRO DE ESTABILIZADORA DE LA ESCABADORA	2680		3589	
CILINDRO LEVANTE	2689		6892	
CONVERTIDOR	4256		3859	
CILINDRO APETURA DEL BALDE	2585		3582	
CILINDRO DE GIRO DE LA PLUMA	2585		36492.05	
MOTOR DIESEL	13749.56		3892	
CAUCHO	3245		11063,05	
TRANSMISION	9769,12			

Continuación Tabla 6.19:...

MOTONIVELADORA GD825A (KOMATSU)			MOTONIVELADORA 16G (CATERPILLAR)	
COMPONENTE	COSTO (\$)	TIEMPO DE ENTREGA	COSTO (\$)	TIEMPO DE ENTREGA
MOTOR DIESEL	400.37	VARIA SEGÚN LA EMERGENCIA (Desde un Día, Semanas, Meses hasta Años en Espera)	85952	VARIA SEGÚN LA EMERGENCIA (Desde un Día, Semanas, Meses hasta Años en Espera)
TRANSMISION	69810		65897	
DIFERENCIAL	63113.48		58922	
CAUCHO	5600		5600	
CILINDRO LEVANTE	9454.32		7892	
CILINDRO DIRECCION	8478.65		2460.38	
RADIADOR	9200		8258	
TRACTORES DE ORUGAS D10N (CATERPILLAR)			TRACTORES DE ORUGAS D375 (KOMATSU)	
COMPONENTE	COSTO (\$)	TIEMPO DE ENTREGA	COSTO (\$)	TIEMPO DE ENTREGA
BASTIDOR	35269	VARIA SEGÚN LA EMERGENCIA (Desde un Día, Semanas, Meses hasta Años en Espera)	42356	VARIA SEGÚN LA EMERGENCIA (Desde un Día, Semanas, Meses hasta Años en Espera)
TRANSMISION	82895.33		85500	
ESCARIFICADOR	7359.99		8569	
RADIADOR	15052		20,409.61	
CILINDRO TILT	7646.69		8181.75	
CILINDRO LEVANTE	8300.55		11958.19	
CILINDRO DIRECCION	10501.14		16050.71	
CONVERTIDOR	22726.15		35963.42	
MANDO FINAL	47260.42		21,440	
RUEDAS GUIAS	2208.38		2050,59	
MOTOR DIESEL	93487.59		171,542.93	
TRACTORES DE CAUCHO 824G (CATERPILLAR)			TRACTORES DE CAUCHO WD500 (KOMATSU)	
COMPONENTE	COSTO (\$)	TIEMPO DE ENTREGA	COSTO (\$)	TIEMPO DE ENTREGA
RADIADOR	8,000.0	VARIA SEGÚN LA EMERGENCIA (Desde un Día, Semanas, Meses hasta Años en Espera)	17,649	VARIA SEGÚN LA EMERGENCIA (Desde un Día, Semanas, Meses hasta Años en Espera)
CILINDRO TILT	5,289.0		10,154	
CILINDRO DIRECCION	4,255.0		10,589	
CONVERTIDOR	9,095.0		16,511	
MANDO FINAL	17,965.4		17,466	
DIFERENCIAL	8,900.0		12,003	
MOTOR DIESEL	38932.24		61,000	
CAUCHO	8,952.0		8,952	
TRANSMISION	102509.27		89684,45	

Continuación Tabla 6.19:...

MOTOTRAILLA 651E (CATERPILLAR)		
COMPONENTE	COSTO (\$)	TIEMPO DE ENTREGA
RADIADOR	5825	VARIA SEGÚN LA EMERGENCIA (Desde un Día, Semanas, Meses hasta Años en Espera)
CILINDRO LEVANTE	3589	
CILINDRO DIRECCION	2698	
CONVERTIDOR	12850,13	
MANDO FINAL	18,750.60	
MOTOR DIESEL	95350.1	
CAUCHO	19500.15	

Fuente: Sección de Planificación de Mantenimiento San Isidro

La mayoría de los equipos mineros existente en Cuadrilátero Ferrifero San Isidro son de marcas Caterpillar y le sigue la marca Komatsu, ambas marcas son de buen nombre en cuanto a calidad y capacidad, pero la marca Caterpillar se posiciono mas en el mercado razón por la cual es la existencia de la mayorías de los equipos de esta marcas en Cuadrilátero Ferrifero San Isidro; cabe señalar que hay algunos equipos de marca Komatsus que no poseen tanto mecanismos y sistemas, es decir son más sencillos y tienden a resultar más que los Caterpillar.

Debido a que existen más equipos mineros de marcas Caterpillar la empresa gasta o invierte más dineros en la adquisición de componentes de esta marca. En la tabla 6.19 se puede visualizar y comparar los costos de los componentes de ambas marcas; donde los componentes mayores de la marca Komatsu en su mayoría son más costosos que los de marcas Caterpillar aunque existen algunos componentes de marcas Caterpillar que poseen un costo más elevado que los de Komatsu; también hay que señalar que existen flotas de una sola marcas como los son la flotas de Retroexcavadora, los Camiones Cisternas de marcas Caterpillar y las flotas de Cargadores Frontales de marcas Komatsu, ambas flotas aunque

pertencen a una misma marcas sus costos difieren de un modelo de equipo a otro cuya variación se debe a que cada vez con el transcurrir del tiempo fabrican equipos con más funciones o capacidades mayores que los anteriores, por lo tanto sus componentes tienen un costo más elevados.

Cabe señalar que debido a que cuyos componentes acarrear un alto costo adquirirlo al igual que tiempo, además cada vez la planificación presupuestaria para realizar las solicitudes de los repuestos está más ajustada por las crisis que se vive a nivel mundial, la empresa o el personal de la gestión del taller de mantenimiento decidieron que todo los componentes de la tabla 6.15 se trasladaran al Cerro Bolívar otras sedes de Ferrominera Orinoco para que le realicen sus reparaciones, donde después que a cada componentes se le practiquen sus reparaciones la empresa tendrá un registro del gasto realizado por cada componentes según sus fallas ya que cada componentes presenta diferentes falla puedan que la misma pero en niveles más crítico o leves; por lo tanto no se conoce cuánto cuesta reparar algún componente.

Los costo de adquisición de estos componentes no son constates estos se ven afectados por la inflación; por lo tanto estos siempre varían, el personal encargado de realizar la planificación de las solicitudes de componentes a sus proveedores toman como referencias los últimos costos, por ejemplos los que se mencionan en la tabla 6.19 son los más recientes hay que señalar que a cada componentes se le debe sumar el 31% para tener el valor definitivo del componentes; los cuales utilizan para tener una referencia y estimar en cuánto cuesta cada componentes, también se comunican con sus proveedores y les pregunta o utilizan la herramienta del IPC para calcularlo.

El IPC o Índice de Precios al Consumidor es un indicador desarrollado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) con el fin de calcular

mensualmente la evolución de la inflación. Se da a conocer en la primera semana de cada mes y todos esperan conocerlo. Cuando se hace el cálculo del IPC y el INE se lo comunica a los periodistas, se informa un porcentaje, que normalmente corresponde a la variación que ha tenido el índice respecto del mes anterior. Esta puede ser positiva, neutra o negativa, dependiendo de lo que se haya registrado a nivel de los precios.

Finalmente, con la suma de los valores mensuales del IPC se determina el valor anual de la inflación, que es un dato que tienen en cuenta todas las empresas para planificar sus actividades, pagar los sueldos y múltiples otras operaciones.

El cálculo del IPC se efectúa de la siguiente manera:

$$\left(\frac{IPC_x - IPC_{x-1}}{IPC_{x-1}} \right) * 100$$

En donde: **IPC_x** es el mes actual.

IPC_{x-1} es el mes anterior.

El propósito del numerador es obtener la diferencia entre los dos meses, que relacionado con el denominador da la variación con relación a este último mes. Para luego expresarlo en porcentaje: *100.

Estos componentes no tienen un tiempo indicado de entrega ya que hay que considerar varios factores entre ellos esta que la empresa tenga el dinero para comprarlo, si los proveedores tienen el componentes al momentos que se le realice el pedido al igual si el componentes se va a comprar a nivel nacional o internacional, se encuentran varios equipos en esperas de años de sus componentes mayores como motores, transmisiones, diferenciales que son costosos.

Situación Propuesta

Después de visualizar la situación en el Taller de Mantenimiento Cuadrilátero Ferrífero San Isidro se plantea lo siguiente:

1. Aprovechar el alto conocimiento de equipos técnicos y personal capacitado con que se cuenta, para enfocarse en los aspectos más relevantes de la gestión de mantenimiento para administrar y controlar el costo de mantenimiento a través de la compra de repuestos que tengan mayor prioridad, y así cumplir con la disminución de paradas que afectan a la gestión de mantenimiento correctivo y a la vez tener siempre stop con los componentes o repuestos principales, de manera que cuando se requiere estén disponibles y no se tenga que parar el equipo o realizar sus mantenimientos programados cuando se le corresponda.
2. La necesidad de contar con una metodología que permita poner en práctica la idea de que cuando un componente falle se cuente con un área dotado con las herramienta, accesorios e implementos y personal capacitado que se dedique a repararlo; es decir que dentro del taller o en alguna parte de la empresa exista una área que reparen los repuestos o componentes averiados; donde esto originara aprendizaje de la mano de obra y por ende reparar los componentes de forma rápida ya que adquirirlos nuevos requiere de mucho más dinero y tiempo.
3. Aprovechar el potencial del capital humano con que se cuenta, para realizar los procesos de la gestión de mantenimiento de forma más efectiva y así cubrir con la demanda de servicios de mantenimiento a

operaciones, pero se debe incrementar la capacitación de la fuerza laborar ya que se cuenta con un personal comprometido con la gestión de mantenimiento, pero en la parte administrativa hay poco personal preparado-capacitación; ósea se necesita más personal capacitado para manejar las informaciones del sistema en cuanto a visualizar y cargar información.

4. Seleccionar un área específico para ubicar los componentes clasificados por sistemas y aquellos que conocen visualmente que no son reparable por presentar daños de más del 50% deben desecharlo una vez desmontado del equipo, para evitar acumular repuestos que no sirven que solo ocuparan espacio.
5. Incrementar la calidad de la información, a través del uso automatizado de esta metodología, es decir, que ésta sea la más indispensable y significativa, con sólo una lectura rápida y precisa, ayude a optimizar la toma de decisiones. Esto es logrado a través de la estructura de comparación donde estarán lo datos del componente averiado y costo del mismo. de una forma rápida decidirán qué hacer con el componente ya que podrán visualizar la veces que se ha reparado el componente y el grado de avería que tiene, si pasa más del 45% en costo el daño que presenta para repararlo no se repara y lo desechan de inmediato sin dejarlo ocupando espacio en dicho taller. En la tabla 20 y en el apéndice 1 del CD se visualizan.

Tabla 6.20: Estructura Para Estimar los Costos y Tiempo de Reparación de los Componentes Principales de cada Tipo de Equipo Minero.

VOL VER																					
Estructura Para Estimar los Costos y Tiempo de Reparación de los Componentes Principales de cada Tipo de Equipo Minero.																					
Equipo				Componente			Ingresar el Serial o cota del C. Entre las Comillas por Ej. "73W61920" de la Formula (Ver veces de R. C.)		4		Costo C. Nuevo	H/M	F/Desmóto	Responsable del C. C	Costo Reparación			Comparación : Comparo Reparar	T/Reparar / en H	T/Inst./ en H.	F/Inst. C.
Flota	FM O	Mo del o	Ma rca	N. C	Serial o Cota C.	N./ P.	Vida/Útil del C.	H/ C	Falla s Presenta da	% de Daño del C.en Costo	Decisión (Limite < de 45% de Costo)				Mat eriales	Ma no de Ob ra	Co sto Total				
					73W61920						REPARAR						0	REP ARA R			
					73W61920						REPARAR						0	REP ARA R			

Fuente: Autor

Instrucciones para llenar la Estructura de las Reparaciones de los Componentes	
<p>1) Recopilar la Información del Componente Averiado, ubicarla donde corresponde en la estructura por ejemplo:</p>	
Equipo	Componente
<p>Flota: Camión (acarreo, cisterna), Cargador, Retroexcavadora, Mototrailla, Tract Oruga-Caucho. FMO: Número asignado a cada equipo de Ferrominera Orinoco. Marca: (Caterpillar o Komatsu), Modelo: (730E, 777F, WA1200, WA900, etc.)</p>	<p>N/C: (Transmision, Motor, caucho, etc.) Serial del Componente, N/P: Número de parte del C, Vida util del C, H/C: Horas trabajadas del C, Falla que presenta, Costo del C, H/M: Horas que la maquina lleva operando, Responsable del cambio (Venequip, Mega o FMO), fecha desmontaje del C, Tiempo empleado para reparar e instalar, fecha de instalación.</p>
<p>2) Para visualizar las veces que se ha reparado un componente en la celda que se señala introducir el serial o cota del componente, se da clip y en la formula que muestra, que es la función =CONTAR.SI entre las comillas elimina el numero o serial que este allí e ingresa el serial a consultar; por ejemplo si entre las comillas de la función esta el serial "73W61920" sencillamente se elimina y se ingresa el serial o cota que desea consultar y también esa misma información se puede obtener utilizando el filtro.</p>	
<p>3) Llenar las celdas que comprende los costos de reparación de: Materiales, Mano de Obra y automáticamente en la columna de Costo Total aparecerá el Costo de Reparación de ese Componente.</p>	
<p>4) Para evaluar el componente respecto al % de daño que representa el componente averiado en costo de la reparación se debe colocar en la columna que indica el porcentaje considerado del costo que acarree la reparación de dicho componente.</p>	
<p>5) Los costos de cada componente se actualizaran por medio del IPC (INDICE DE PRECIO DEL CONSUMIDOR), según los valores que el BCV (Banco Central de Venezuela) allá anunciado o estén en el momento que lo requiera; de allí es que se va a comparar con el % del costo que acarrea la reparación del daño del componentes luego decidir según la necesidad.</p>	

Leyenda de algunas abreviaciones de la hoja de cálculo:

N/P: Número de Parte del Componente.

H/C: Hora Componente.

N.C: Nombre Componente.

Con la estructura propuesta que se muestra en el la tabla 6.20 y el **Apéndice 1 del CD** se podrá efectuar la comparación si es factible reparar el componente, desecharlo o comprarlo; ya que se visualizara el costo en \$ de la reparación del componente, tiempo estimado de reparación e instalación del mismo, las veces que se ha reparado al igual el de adquirirlo e instalarlo, son los factores que se deben comparar para tomar la decisión que hacer con el componente para poner operativo el equipo en el menor tiempo posible ya que lo que se busca es tener todas las flotas operativas o disponibles cuando se le requiera; además contara con la fecha para realizar los mantenimiento preventivos o cambios de componentes.

Las funciones utilizadas en la elaboración de esta hoja de cálculos fueron las siguientes:

=CONTAR.SI: Utilizada ya que esta función cuentas las celdas en el rango que coincide con la condición dada; es decir se estable el rango donde se desea contar y se le da el criterio o la condición a contar, empleada para visualizar o contar las veces que un componente se le ha practicado reparaciones.

=SI: Utilizada para comprobar o evaluar una si se cumple una condición o criterios establecidos, luego según lo evaluado arroja un valor o una expresión ya indicada; en este caso se utilizo para comparar los porcentajes de daño en costo de reparación y el valor del componente nuevo y decidir si reparar, desechar o comprar.

=**SUMA**: Esta función suma los valores en un rango establecido, empleada para sumar el costo de reparación de los componentes en cuanto a materiales y mano de obra utilizada para así obtener un total.

CONCLUSIONES

La realización del presente trabajo permitió llegar a las siguientes conclusiones:

1. A través del análisis del sistema de gestión de mantenimiento del Taller de Mantenimiento Cuadrilátero Ferrífero San Isidro, se pudo determinar que existen brechas de un 40 %, entre la sección de planificación y la área de ejecución de los mantenimientos las decisiones o informaciones no concuerdan siempre, cada departamento trabaja por su lado, debido a la falta de comunicación entre cada área.
2. La planificación de los presupuestos muy ajustados dificulta el óptimo cumplimiento de los mantenimientos a los equipos, razón por la cual se accidentan con mucha frecuencia y se encuentran varios equipos en esperas de unos de sus componentes.
3. En el taller no se cuenta con un área específico para almacenar los componentes averiados, lo que ocasiona que el daño de dichos componentes aumente.
4. La metodología o diseño propuesto podrá incorporar mejoras importantes debido a que está basada en recopilar toda la información para decidir de forma sencilla y rápida el destino del componente averiado si es favorable repararlo o desecharlo

RECOMENDACIONES

Después de la realización de este trabajo se recomienda lo siguiente:

1. Establecer un sistema de gestión que se dirija hacia la mejora continua, a través de la transformación de los procesos involucrados, y así mantener un capital humano capacitado, con el fin de establecer pasos y responsabilidades que dirijan las actividades de planificación, control del mantenimiento, ejecución del mantenimiento y reparación de los componentes averiados para el logro de la eficiencia y efectividad ofreciendo a operaciones equipos aptos para la producción en cuanto a cantidad y calidad.
2. Cumplir con el método establecido para decidir de forma rápida el destino del componente desmontado por averías.
3. Mejorar la disponibilidad, efectividad y disminuir las demoras o parada de los equipos, mediante la planificación óptima de los componentes más críticos de cada equipos, ósea lo que tienden a dañarse con mayor frecuencia.
4. Capacitar al personal que opera las maquinarias, ya que a veces los componentes fallan o se dañan por el mal uso de los operadores.
5. Realizar los cambios de aceites a los equipos, con aceite de alta calidad a la hora correspondiente y el recomendado por el fabricante; ya que este factor causa grandes daños a los componentes de un equipo. De igual forma instalar componentes que sean compatible con el equipo y no permitir reparaciones varias a un mismo componente

BIBLIOGRAFÍA

Corrales A., Indicadores de Mantenimientos. (En Línea)

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/828/3/CAPITULO%203.pdf>

(Consultado 2012 Marzo 17)

KLIMASAUSKAS R., Mantenimiento Correctivo (En Línea)

www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/mineria.pdf (Consultado 2012 Febrero 17)

RIVERA C., Herramientas Básica de la Calidad (En Línea)

www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/diagramadepareto/

(Consultado 2012 Febrero 16).

Intranet de la Empresa C.V.G. Ferrominera Orinoco, C.A.

<http://www.ferrominera.com>

Lagunés M., Mantenimiento Correctivo (En Línea)

lular.es/a/Internet/2010/.../Que-es-el-Mantenimiento-Correctivo.htm

(Consultado 2012 Febrero 16)

Llanero L. IPC, Qué es y su Cálculo, (En Línea)

[Http:// finanbolsa.com/2009/03/25/el-ipc-que-es-y-su-calculo/](http://finanbolsa.com/2009/03/25/el-ipc-que-es-y-su-calculo/) (Consultado 2012 Abril 20)

Prieto Y. Calidad de Gestión (En Línea)

www.tecnociencia.es/especiales/sistemas_gestion/calidad. (Consultado

2012 Febrero 16)

Sacristán F., Gestión de Mantenimientos e Industriales y Talleres. Biblioteca ceac de Mecánica. Ediciones ceac, S.A. 1975

APÉNDICE

Apndice1: Fotos de Equipos Accidentados en espera de sus componentes Mayores.



Cargador Frontal



Tractor de Oruga



Cargador Frontal



Tractor de Caucho



Camión de Acarreo



Cargador Frontal



Camiones Cisternas, Camiones de Acarreo, Cargadores Frontales, Tractores de Cauchos-Oruga, Mototrailla, Motoniveladora.

Fuente: Autor

ANEXO

Anexo 1.1 Ferro-1059 “Recomendación para Retiro de Propiedad”.

FERRO-1059 REV. 25/08/09		 <h2 style="text-align: center;">RECOMENDACIÓN PARA RETIRO DE PROPIEDAD</h2>							
									
		UNIDAD QUE ORIGINA ESTA RECOMENDACIÓN				CENTRO DE COSTO		FECHA PREPARACIÓN	
CLASE O TIPO DE PROPIEDAD				LUGAR		Nº FMO			
RAZÓN POR LA CUAL SE RECOMIENDA EL RETIRO									
RECOMENDACIONES DE LA UNIDAD PARA DISPONER DE LA PROPIEDAD									
REALIZADO POR:		JEFE DPTO. / SUPTNDENCIA.		GERENTE DE ÁREA		GERENTE GENERAL		JEFE DPTO. MATERIALES	
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	
FICHA:		FICHA:		FICHA:		FICHA:		FICHA:	
FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:	
COMENTARIOS DEL DEPARTAMENTO DE MATERIALES:									
SO SOLO PARA SER LLENADO POR EL DEPARTAMENTO DE CONTROL Y ADMINISTRACIÓN DE BIENES MUEBLES - GERENCIA DE CONTROL DE PROPIEDADES									
AUTORIZACIÓN Nº					APROBADO POR:				
					NOMBRE:				



U
N
E
X
P
O



CVG FERROMINERA ORINOCO

CONTROL N°	FICHA:		FECHA:	
	FIRMA:			
COMENTARIOS:				

Fuente: Intranet <http://www.ferrominera.com>

Anexo 1.2: Instructivo Formato Ferro-1059 “Recomendación para Retiro de Propiedad”

OBJETIVO:	Tramitar la autorización para el retiro de activo o propiedad.	
ELABORACIÓN:	Unidad Solicitante.	
DISTRIBUCIÓN:	Original:	Departamento de Control y Administración de Bienes Muebles Gerencia de Control de Propiedades.
	Copias:	Gerencia de Control de Propiedades y Departamento de Contabilidad - Gerencia de Administración.
REGISTRO:	Como llenar los espacios en blanco:	
UNIDAD QUE ORIGINA ESTA RECOMENDACIÓN:	Coloque el nombre de la Unidad que origina la recomendación para el retiro del activo o propiedad.	
CENTRO DE COSTO:	Indique el centro de costo al cual está asignada la propiedad recomendada para el retiro.	
FECHA PREPARACIÓN:	Coloque la fecha en que se prepara la recomendación para el retiro de propiedad.	
CLASE O TIPO DE PROPIEDAD:	Describa brevemente la propiedad que se está recomendando para el retiro: marca, modelo, serial y capacidad.	
LUGAR:	Indique el sitio donde está la propiedad recomendada para el retiro.	
Nº FMO:	Coloque el número de FMO asignado a la propiedad recomendada para el retiro.	
RAZÓN POR LA CUAL SE RECOMIENDA EL RETIRO:	Señale los motivos para recomendar el retiro de la propiedad.	
RECOMENDACIONES DE LA UNIDAD PARA DISPONER DE LA PROPIEDAD:	Indique la recomendación del encargado de la Unidad para disponer de la propiedad propuesta para retiro de acuerdo a las condiciones en que ésta se encuentra.	
REALIZADO POR:	Coloque nombre, apellido, ficha y firma de la persona que realiza la recomendación.	
JEFE DEPARTAMENTO / SUPERINTENDENCIA:	Coloque nombre, apellido, ficha y firma del Jefe del Departamento o Superintendencia donde se encuentra la propiedad recomendada para el retiro.	
GERENTE DE ÁREA:	Coloque nombre, apellido, ficha y firma del Gerente del área donde se encuentra la propiedad recomendada para el retiro.	
GERENTE GENERAL:	Coloque nombre, apellido, ficha y firma del Gerente General del área donde se encuentra la propiedad recomendada para el retiro.	
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE MATERIALES:	Coloque firma y número de ficha del Jefe del Departamento de Materiales.	
COMENTARIOS DEL DEPARTAMENTO DE MATERIALES:	Si la propiedad recomendada para el retiro tiene stock de repuestos en el almacén, indicar recomendación sobre la disposición final de estos repuestos. Anexar informe justificativo de considerarse necesario. En caso contrario, indicar la no existencia de stock de repuestos.	
SOLO PARA SER LLENADO POR EL DPTO. DEPARTAMENTO DE CONTROL Y ADMINISTRACIÓN DE BIENES MUEBLES - GERENCIA DE CONTROL DE PROPIEDADES:		
AUTORIZACIÓN Nº:	Coloque el número de control de autorización para el retiro de la propiedad.	
CONTROL Nº:	Coloque el número de control de retiro de la propiedad.	
APROBADO:	Coloque nombre, ficha, firma y fecha de aprobación del Jefe de Departamento de Control y Administración de Bienes Muebles.	
COMENTARIOS:	Indique cualquier comentario, que deba realizar el Departamento de Control y Administración de Bienes Muebles, sobre la disposición del bien a retirar.	

Fuente: Intranet <http://w.w.w.ferrominera.com>

Anexo 2.1 Formato de Cambio de Componente.

COMPONENTES		POSICION		EQUIPO	HOROMETRO
		IZQUIERDA ()	DELANTERA ()		
		DERECHA ()	TRASERA ()		
				() D8L ()	824 C
BOMBA SWITCH ()	CAJA P.T.O. ()		INDUCIDO MOTOR PROPEL ()	() D8T ()	WD500
BULLDOZER ()	RUEDA MOTRIZ ()		INDUCIDO GEN. SWING ()	() D9L ()	12G,H
ESCARIFICADOR ()	INDUCIDO R. MOTRIZ ()		INDUCIDO GEN. HOIST ()	() D10N ()	14G
BALDE ()	ALTERNADOR PRINCIPAL ()		INDUCIDO GEN. CROWD ()	() D11N ()	16G
BASTIDOR ()	MOTOR DIESEL ()		INDUCIDO GEN. CROWD-PROPEL ()	() D10R ()	24M
RUEDAS GUIAS ()	MOTOR CROWD ()		GUAYA HOIST ()	() D10T ()	GD555
RADIADOR ()	MOTOR SWING ()		GUAYA EMPUJE TRANSMISION ()	() D11R ()	GD825A
CILINDRO TILT ()	MOTOR PROPEL ()		SWING ()	() D155 ()	240B
CILINDRO LEVANTE ()	MAGNETORQUE ()		TRANSMISION PROPEL ()	() D375 ()	A () E240
CILINDRO DIREC ()	EXCITATRIZ ()		MOTOR ROTARY ()	() 926E ()	430D
CILINDRO APERTURA BALDE ()	MOTOR DIPPER-TRIP ()		MOTOR HOIST-PROPEL ()	() 928G ()	345C
CILINDRO DEL BOOM ()	MOTOR COMP. AUX. ()		INDUCIDO MOTOR ROTARY ()	() 938G ()	730E
CILINDRO DEL SITCK ()	MOTOR COMPRESOR PPAL ()		INDUCIDO MOTOR HOIST-PROPEL ()	() 966D ()	773 D, E
CILINDRO DE VUELCO DEL BALDE ()	GEN. SWING ()		UNIDAD COMPRESORA ()	() 972 H ()	777F,D
TRANSMISION ()	GEN. CROWD-PROPEL ()		VENTILADOR SALA MAQ. ()	() 992 ()	C,D () 789 B, C
CONVERTIDOR ()	GEN. CROWD ()		FILTROS ELIMINATOR ()	() 992 G ()	BELAZ
MANDO FINAL ()	GEN. HOIST ()		REDUCTOR DE GIRO ()	() 994F ()	GD-120
SUSPENSION ()	INDUCIDO MOT. CROWD ()		FRENOS DE GIRO ()	() L1000 ()	320XPC
ORUGAS ()	INDUCIDO MOT. SWING ()		STICK ()	() L1350 ()	SKS-16
DIFERENCIAL ()	MODULO E.C.M. ()		BOOM ()	() SR ()	RH200
STEERING ()	MAIN MOTOR ()		CAJA DE ENGRANAJES ()	() WA900 ()	2100BL M
				() WA1200 ()	2800BL M

DATOS GENERALES DEL CAMBIO

SERIAL COMPONENTE DESMONTADO NO APLICA	SERIAL COMPONENTE INSTALADO	
FECHA DE DESMONTAJE	FECHA DE INSTALACION	
<u>OBSERVACIONES</u>		
<u>CAUSA DEL DESMONTAJE (FALLA)</u>		
DESTINO DEL COMPONENTE DESMONTADO <input type="checkbox"/> DESECHO <input type="checkbox"/> REPARAR	PROCEDENCIA DEL COMPONENTE A INSTALAR <input type="checkbox"/> NUEVO <input type="checkbox"/> REPARADO	
N° O/C	PROVEEDOR	N° PARTE
ELABORADO POR:		
FIRMA	FICHA:	FECHA:

Fuente: Taller Mecánico

Anexo 2.2: Formato del SAP para Crear avisos de Reparación de Componentes.

SAP

Avviso PM Tratar Pasara Detalles Entorno Sistema Ayuda

Modificar aviso-MT: Serv.Taller/Fab. FMO

Interlocutor

Avviso 10427953 ZS REPARAR SUSPENSION DELANTERA LH 777F

Status METR

Orden

Datos Generales Objeto Emplazamiento Fechas

Objeto de referencia

Ubic. técn.	CP20-PROD-MSIS-TC...	CAMIONES ACARREO CATERPILLAR
Equipo	1016796	CAMION ROQUERO CATERPILLAR 1100040
Conjunto		

Circunstancias

Descripción REPARAR SUSPENSION DELANTERA LH 777F

28.02.2012 09:59:07 JOSE RAMON CENTENO BALZA (JOSERCB)
SE REQUIERE REPARAR LA SUSPENSION DELANTERA LADO IZQUIERDO DEL EQUIPO 1100040.
CAUSA DESMONTAJE: FUGA DE ACEITE
FECHA DESMONTAJE: 27/02/2012

Responsabilidades

Grupo planif.	MEC / CP20	Mecánicos Mina
Pto.tbjo.resp.	CMMEPALT / CP20	MECANICO EQUIPO PESADO ALTAMIRA
Dpto.responsabl	50000426	Jefatura de Turno San Isidro
Responsable		
Autor del aviso	RAFAELZ	Fecha de aviso 28.02.2012 09:53:16

IW22 sapapp02 INS

Fuente: SAP. Empresa Ferrominera Orinoco.