

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN PARA UN
MANTENIMIENTO EFICIENTE “SIGPME” EN LA FLOTA DE TRACTORES Y
EXCAVADORAS DRUMMOND LTD.**

**OSCAR IVÁN AROCA FRAGOZO
WILLIAM GUSTAVO CADENA TÉLLEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2015

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN PARA UN
MANTENIMIENTO EFICIENTE “SIGPME” EN LA FLOTA DE TRACTORES Y
EXCAVADORAS DRUMMOND LTD.**

**OSCAR IVÁN AROCA FRAGOZO
WILLIAM GUSTAVO CADENA TÉLLEZ**

Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO

Director

José Arturo Colpas Jaramillo

Ingeniero Mecánico

Supervisor Leader de Mantenimiento

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2015

AGRADECIMIENTOS

A DRUMMOND LTD. y al Ing. José Colpas por el permiso y patrocinio durante la especialización lo que me permitió crecer profesionalmente.

A Dios, a mi padre y mi madre por darme el don de la vida.

A Mi Novia Patricia Guerra por su apoyo y comprensión.

A Universidad Industrial de Santander y a todos los profesores del programa de Gerencia de Mantenimiento.

Oscar Aroca Fragozo

A DIOS, a mi padre, mi madre, mi hermana y mi novia.

A Drummond, Coomultrasan, al Ing. José Colpas.

A la Universidad Industrial de Santander y a todos los profesores del programa de Gerencia de Mantenimiento.

William Gustavo Cadena Téllez

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. DRUMMOND LTD.	18
1.1 GENERALIDADES E HISTORIA	18
1.2 PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL CARBÓN	20
1.2.1 Extracción de Estéril	20
1.2.2 Extracción de Carbón	21
1.2.3 Load Out y Cargue de Trenes	22
1.2.4 Transporte de la Mina a Puerto Drummond	23
1.2.5 Cargue de los Buques	24
1.3 MINAS DE CARBÓN DRUMMOND. LTD.	25
1.3.1 Mina Pribbenow	27
1.3.2 Mina Descanso	29
1.4 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EQUIPO MÓVIL	30
1.4.1 Flota Camiones 240 Toneladas	31
1.4.2 Flota de Camiones 777 y 785	31
1.4.3 Flota de Cargadores	31
1.4.4 Flota de Equipos Livianos	32
1.4.5 Flota de Tractores y Excavadoras	32
1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	33
1.6 OBJETIVOS	34
1.6.1 Objetivo General	34
1.6.2 Objetivos Específicos	34
1.7 JUSTIFICACIÓN DEL PLAN PROPUESTO	35
2. MEJORA CONTINUA	37

2.1 REQUISITOS DE LA MEJORA CONTINUA	38
2.2 HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA CONTINUA	39
2.2.1 Análisis de Causa Efecto	39
2.2.2 Diagrama de Procesos	40
2.2.3 Pareto	41
3. LEAN MANUFACTURING	44
3.1 CARACTERÍSTICAS DEL LEAN MANUFACTURING	45
3.2 APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING	46
3.3 BENEFICIOS DE APLICAR LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING	46
4. GESTIÓN DE ACTIVOS	48
4.1 SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN	48
5. INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	50
5.1 TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (MTBS)	51
5.2 TIEMPO PROMEDIO ENTRE PARADAS (MTTR)	51
5.3 DISPONIBILIDAD (A)	51
6. ESTADO DEL MANTENIMIENTO EN DRUMMOND LTD.	52
6.1 GENERALIDADES	52
6.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	52
6.3 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	53
7. ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SIGPME	56
7.1 SISTEMA DE CONTROL DE REPORTES Y GESTIÓN MCRS	56
7.1.1 Cómo Funciona el MCRS	58
7.2 FACTORES CLAVES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SIGPME	60
7.3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO SIGPME	61

7.4 ENTRENAMIENTOS DEL PROYECTOS SIGPME	62
7.4.1 Introducción al Proyecto SIGPME	62
7.4.2 Mapeo de Procesos	63
7.4.3 Reuniones Efectivas	63
7.4.4 Seguimiento a Intervalo Corto SIC	64
7.4.5 Entrenamiento en KPI	64
7.4.6 Entrenamiento en RACI	64
7.5 FASES DEL PROYECTO SIGPME	66
7.5.1 Flujogramas	66
7.5.2 Diseño	67
7.5.3 Capacitación e instalación	67
7.5.4 Entrenamiento y Sostenimiento	67
8. IMPLEMENTACIÓN DEL SIGPME	69
8.1 DISEÑO DEL SIGPME	69
8.2 FLUJOGRAMAS DE PROCESO	69
8.2.1 Flujograma Generación de la OT	71
8.2.2 Flujograma Programación del PM	72
8.2.3 Flujograma Ejecución del PM	73
8.2.4 Flujograma Planeación R&I	75
8.2.5 Flujograma Ejecución R&I	76
8.3 DESARROLLO DE LA MATRIZ ROLES Y RESPONSABILIDADES RACI	77
8.3.1 Beneficios de la Matriz RACI	78
8.3.2 La Matriz RACI Puede Ser Utilizada Para	79
8.3.3 Metodología Para la Desarrollar la Matriz RACI	79
8.4 IMPLEMENTACIÓN DE LOS KPI DE PISO	81
8.4.1 Disponibilidad D11	81
8.4.2 Número de incidentes	82
8.4.3 Número de Face To Face	82

8.4.4 Confiabilidad (número de equipos caídos al día siguiente del PM)	82
8.4.5 Porcentaje de Ausentismo	83
8.4.6 Horas Hombre Disponible	83
8.4.7 Equipos Past Due	83
8.4.8 Demoras	83
8.5 IMPLEMENTACIÓN DE LAS REUNIONES DEL SIGPME	84
8.5.1 Reunión Seguimiento a intervalo Corto SIC	87
8.5.2 Reunión Inicio de Turno	88
8.5.3 Reunión Entrega de Turno	89
8.5.4 Reunión Diaria Pre PM	90
8.5.5 Reunión Semanal de Desempeño	90
8.5.6 Reunión ASR Reporte Estado de Área	91
8.6 AUDITORIAS	92
8.6.1 Formato de Auditorías Reuniones	93
8.6.2 Formato de Auditorías Rondas	94
8.6.3 Reporte Semanal	96
9. CONCLUSIONES	99
10. RECOMENDACIONES	100
BIBLIOGRAFÍA	101

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Proceso de extracción de carbón	20
Figura 2. Dragalinas	21
Figura 3. Camiones CAT 777 y CAT 785	22
Figura 4. Load out y cargue en trenes	23
Figura 5. Transporte de la mina a puerto Drummond	24
Figura 6. Cargue de buques	25
Figura 7. Drummond en Colombia	27
Figura 8. Mina Pribbenow	28
Figura 9. Producción mina Pribbenow 2010	28
Figura 10. Mina Descanso	29
Figura 11. Producción mina Descanso 2010	30
Figura 12. Flotas departamento de manteniendo equipo móvil	31
Figura 13. Tractor y excavadora	32
Figura 14. Organigrama mantenimiento Drummond	33
Figura 15. Indicadores de la flota de tractores y excavadoras Drummond LTD	35
Figura 16. Ciclo PDCA	37
Figura 17. Análisis causa efecto	40
Figura 18. Análisis causa efecto	41
Figura 19. Análisis causa efecto	43
Figura 20. Secuencia Histórica de Lean Manufacturing	44
Figura 21. Modelo Work Order de People Soft	53
Figura 22. Querys en People Soft	55
Figura 23. Matriz 4X4 de partida para el diseño del MCRS.	57
Figura 24. Sistema de control de reportes y gestión MCRS.	58
Figura 25. Reuniones KPI	59
Figura 26. Factores claves para el desarrollo del proyecto SIGPME	60

Figura 27. Estructura proyecto SIGPME	61
Figura 28. Presentación del SIGPME	62
Figura 29. Entrenamiento de procesos	63
Figura 30. Entrenamiento en KPI	64
Figura 31. Entrenamiento a supervisores matriz RACI	65
Figura 32. Formato único de registro de entrenamientos	66
Figura 33. Fases del proyecto	68
Figura 34. Desarrollo de flujogramas	70
Figura 35. Flujograma generación de la OT	71
Figura 36. Flujograma Programación del PM	73
Figura 37. Flujograma ejecución del PM	75
Figura 38. Flujograma planeación R&I	76
Figura 39. Flujograma Ejecución R&I	77
Figura 40. Matriz RACI	80
Figura 41. KPI	81
Figura 42. Reunión de revisión de tableros SIC	85
Figura 43. Reuniones efectivas	86
Figura 44. KPI	92
Figura 45. Preguntas sobre eficiencia	93
Figura 46. Preguntas sobre efectividad	94
Figura 47. Auditoría eficiencia	95
Figura 48. Auditoría efectividad	96
Figura 49. Informes de auditoría	97
Figura 50. Calificación de auditoría	98

GLOSARIO

Action Log: Un documento, que es el resultado de un encuentro, que define los puntos de acción que tiene que llevarse a cabo, quién es el responsable, y cuando se terminará.

Activo. “Es cualquier recurso que tiene valor, un ciclo de vida y genera flujo de caja”¹. Según PAS-55, activos son las “plantas, maquinarias, propiedades, edificios, vehículos, y otros elementos que tengan un valor específico para la organización”². Los activos pueden ser clasificados por su naturaleza: activos físicos, activos humanos, activos de información, activos intangibles, activos financieros.

As-Is: La forma en que la empresa opera en la actualidad.

Backlog: El número total de órdenes de trabajo o las horas de trabajo, por oficio, necesarios para completar todo el trabajo pendiente.

Eficiencia: Rendimiento a un estándar.

KPI: Del inglés Key Performance Indicator, conocido como el indicador clave de rendimiento, es una medida del nivel de desempeño de un proceso, el valor del indicador está directamente relacionado con un objetivo fijado con anterioridad.

¹ **ZABALA, Alexis.** Módulo GIA PROD. Introducción a la gerencia integrada de activos. Bogotá: NCT Energy Group, 2011. p. 4.

² **INSTITUTE OF ASSET MANAGEMENT.** Gestión de activos. Parte 1: Especificaciones para la gestión optimizada de activos físicos, PAS 55-1: 2008. [trad.] The Woodhouse partnership limited. [s.l.]: BSI, 2009. p. 2.

Mantenimiento. “Combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones las funciones designadas”.³

MTBF: Tiempo medio entre fallos.

MTTR: Tiempo medio de reparación.

OEE: Una medida de la excelencia de fabricación de clase mundial, expresada en porcentaje.

Pareto: Un gráfico de barras que representa visualmente la distribución de ocurrencias en estudio. La ocurrencia más frecuente se representa en el extremo izquierdo, con otros sucesos representados en orden descendente a la derecha.

PM: Mantenimiento Preventivo, actividad de mantenimiento realizado sobre una base repetitiva y calendario previsto. PM se utiliza para extender la vida o mantener la eficacia de un activo.

Proceso: Un proceso es una serie o secuencia de actividades o eventos relacionados, que tienen un punto de inicio y un punto final.

RACI: Herramienta de gestión utilizada para identificar claramente las funciones y responsabilidades de las actividades clave / KPI y elementos del sistema. La gráfica RACI es una herramienta poderosa, que permite determinar claramente quién es responsable de qué.

³ **DUFFUAA, Salih, RAOUF, Abdul y CAMPBELL, John.** Sistemas de mantenimiento planeación y control. [trad.] Fernando Roberto Pérez Vázquez. Mexico D.F. : Limusa, 2002, p. 29.

Sistema: Un sistema se usa para evaluar o medir el rendimiento o eficacia de un proceso y para proporcionar información con la cual tomar decisiones.

TOR: Términos de Referencia es un documento que define los componentes clave de una reunión de rutina incluyendo los objetivos, el alcance, la agenda, la ubicación, duración, asistentes, entradas y salidas, así como las reglas de juego.

RESUMEN

TITULO: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN PARA UN MANTENIMIENTO EFICIENTE “SIGPME” EN LA FLOTA DE TRACTORES Y EXCAVADORAS DRUMMOND LTD.*

AUTORES: AROCA FRAGOZO, Oscar Iván; CADENA TÉLLEZ, William Gustavo**

PALABRAS CLAVES: Confiabilidad, disponibilidad, mantenimiento, proceso, RACI, sistema.

DESCRIPCIÓN:

Mediante la implementación de un sistema integrado de gestión para un mantenimiento eficiente “SIGPME” en la flota de tractores y excavadoras, la empresa Drummond LTD. se generan herramientas para que la gerencia de mantenimiento controle a tiempo los procesos, documente las mejoras e identifique los problemas actuales que permitan mejorar la disponibilidad de la flota, con equipos efectivos.

El objetivo trazado para el desarrollo de esta monografía es elaborar los flujogramas, diseñarlos e implementarlos basados en la adición y eliminación de actividades en cada proceso que conlleven a obtener equipos confiables, minimizando la accidentalidad y garantizando mayor disponibilidad en el menor tiempo.

Con el desarrollo de este proyecto se busca rediseñar los procesos de mantenimiento, de manera que en adelante éstos se ejecuten de manera preventiva y predictiva y no como actualmente se desarrollan de manera reactiva atacando las fallas presentadas, lo que representa deficiencia en la flota y reincidencia en las fallas.

Principalmente se espera despertar habilidades gerenciales, que permitan involucrar a todo el personal con la única finalidad de impactar las fallas antes de su ocurrencia y no una vez se hayan presentado, permitiendo una mayor disponibilidad de la flota con mejores condiciones de trabajo, simplificando los procesos y generando una reducción en los costos.

* Monografía

** Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Ing. José Arturo Colpas Jaramillo.

ABSTRACT

TITLE: IMPLEMENTATION OF THE INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM FOR EFFICIENT MAINTENANCE “SIGPME” IN THE FLEET OF TRACTORS AND EXCAVATORS DRUMMOND LTD.*

AUTHORS: AROCA FRAGOZO, Oscar Iván; CADENA TÉLLEZ, William Gustavo**

KEYWORD: Reliability, availability, maintenance, process, RACI, system.

SUMMARY

Through the implementation of the integrated management system for efficient maintenance “SIGPME” in the fleet of tractors and excavators DRUMMOND LTD. Tools generated for management to monitor timely maintenance processes, document the improvements and identify current problems that improve the availability of the fleet, effective teams.

Tracing objective development of this monograph is to draw flowcharts, design and implement based an addition and elimination of activities in each process involving get reliable equipment, minimizing accidents and ensuring great availability in the shortest time.

With the development of this project search redesign maintenance processes, so that in future these implemented preventive and predictive manner and nut as currently developed reactively attacking failures presented, which represents deficiency in the fleet and repetition of failures.

Mainly hoped raise management skills that enable involve all personal with the only purpose of influencing failures before their occurrence and not once lodged, allowing greater availability of the fleet with better working conditions simplifying processes and generating a reduction in costs.

* Monografía

** Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Ing. José Arturo Colpas Jaramillo.

INTRODUCCIÓN

Implementar sistemas de gestión tendientes a alcanzar la efectividad en los procesos de mantenimiento al interior de las organizaciones, permite el aumento de la productividad a través de herramientas, sistemas de control y procesos en los cuales se debe involucrar en lo posible la totalidad del equipo de trabajo.

Actualmente, la gerencia de mantenimiento de la empresa Drummond LTD., desarrolla un proyecto con el fin de poner en marcha un sistema integrado de gestión para un mantenimiento eficiente “SIGPME” en la flota de tractores y excavadoras, con el único objetivo de proveer a la operación de la compañía una gran disponibilidad de equipos, a través de la implementación de sistemas de control, reportes y procedimientos que permiten identificar las falencias actuales en los procesos de mantenimiento, permitiendo al cuerpo directivo la toma de decisiones que conllevan al rediseño de procesos para mejorar la efectividad de éstos, disminuyendo el índice de accidentalidad, lo que se traduce en una mejor calidad de vida para el personal operativo y directivo de la organización.

1. DRUMMOND LTD.

Drummond LTD opera en Colombia y es propiedad de Drummond International LLC, una compañía con sede en Alabama, Estados Unidos, la cual pertenece a Drummond Company, Inc. y sus afiliadas en 80%, y a ITOCHU Coal Americas Inc. en 20%. La operación está basada en la exploración, producción, transporte y exportación de carbón térmico a Estados Unidos, Europa, Asia, Centro y Sur América. Drummond LTD. Cuenta con:

- 5.065 trabajadores directos y 4.008 trabajadores de empresas contratistas.
- Ventas totales: los ingresos operacionales de Drummond LTD. en 2012 fueron 4,76 billones de pesos.
- Patrimonio neto: las cifras oficialmente reportadas a las superintendencias reflejan un patrimonio neto a diciembre de 2012 de 4,96 billones de pesos.
- Reservas en el Cesar de 2 mil millones de toneladas de Carbón.

La estructura de gobierno de Drummond está en cabeza de CEO1 Garry Drummond, desde Alabama, quien es el máximo responsable de la estrategia y gobierno de la compañía, el presidente en Colombia José Miguel Linares, el gerente de Mina Ronald Damron y el gerente de mantenimiento David Boyle.

1.1 GENERALIDADES E HISTORIA

Drummond inició el negocio en el año 1935 cuando el Señor HERMAN E. DRUMMOND abrió su primera mina de carbón en Walker Country, en el estado de Alabama proveía el mineral a granjas y hogares. Esta empresa fue financiada en sus primeros años por medio de un préstamo de 300 dólares, usando tres mulas que trabajaban en la mina como garantía. Una de estas mulas se llamaba Old Tobe y hoy en día ha sido inmortalizada, pues la máquina de movimiento de tierra más grande o dragalina lleva el nombre de Old Tobe II. Con la muerte de

HERMAN E. Drummond en 1956, sus hijos se hicieron cargo de la compañía, siguiendo con los objetivos y la visión que su padre tenía, en 1970 Drummond entró en el mercado del carbón de exportación y se convirtió rápidamente en un líder de la industria.

Cronología de Drummond en Colombia:

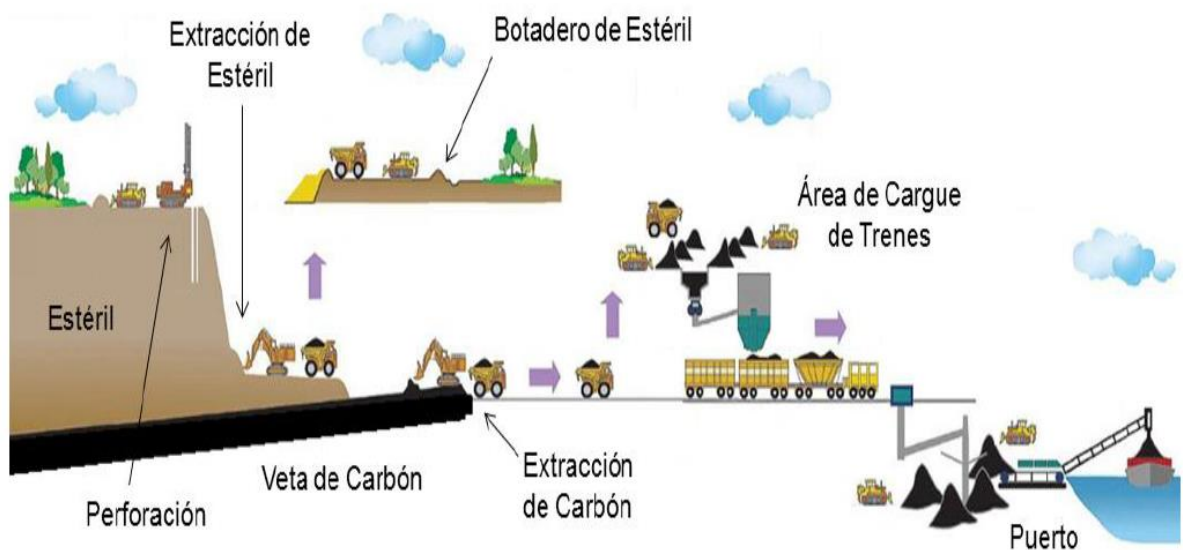
- En el año 1963, se menciona la existencia de Carbón entre La Jagua y La Loma en el Departamento del Cesar.
- 1985: Drummond LTD. es fundada y suscribe su primer contrato minero de carbón en Colombia, que con el tiempo se convirtió en la Mina Pribbenow.
- 1993-1995: Drummond establece sus operaciones en Colombia e inicia la construcción de la mina y el puerto. La primera producción de carbón se registra en 1995.
- 1997: Drummond suscribe su segundo contrato para la exploración y explotación de carbón, El Descanso, proyecto con más de 1.700 millones de toneladas de reservas.
- 2003: Drummond adquiere tres nuevas áreas de carbón en el país: Rincón Hondo, Similoa y Cerrolargo. (Reservas totales adquiridas durante ese año: 162 millones de toneladas)
- 2004-2005: Drummond entra en la exploración de gas metano en mantos de carbón (en inglés: Coal Bed Methane, CBM) en la cuenca del Cesar: Contrato La Loma y adquiere los derechos de CBM en asocio con Ecopetrol para explorar el Bloque Guajira Río Ranchería.
- 2009: Drummond inicia la fase de producción del contrato El Descanso.
- 2011: ITOCHU Coal Americas Inc. se convierte en socio del 20% de las operaciones de Drummond en Colombia.
- 2013: Oscar Aroca comienza a trabajar y aportar en la empresa.

- Hoy: Drummond continúa expandiendo su presencia en Colombia. En la actualidad se está construyendo un sistema de cargue directo en Puerto Drummond y ampliando la mina El Descanso. La Loma CBM es declarado el primer bloque comercial en Colombia para la exploración de gas metano en mantos de carbón

1.2 PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL CARBÓN

Para los clientes internacionales, el proceso de extracción se inicia en una de las dos minas Pribbenow o El Descanso. La extracción de carbón se hace a cielo abierto ya que los mantos de carbón están cerca a la superficie, a continuación se explicaran los pasos del proceso

Figura 1. Proceso de extracción de carbón



Fuente: <http://www.itmg.co.id>

1.2.1 Extracción de Estéril. Para llegar a la veta de carbón es necesario remover el estéril o suelo, a través de la perforación y voladura, el material estéril se afloja

y se retira para que el carbón se pueda extraer más fácil. Dragalinas, Palas hidráulicas, bandas transportadoras equipos auxiliares y camiones de 240 Ton remueven y transportan el material estéril a sitios secundarios para su reutilización posterior, estos sitios se conocen como botaderos.

Figura 2. Dragalinas



1.2.2 Extracción de Carbón. Una vez retirado el material estéril, la gruesa veta de carbón de 8 m en promedio es volada con el fin de facilitar el cargue que se hace con las palas de carbón, retroexcavadoras y cargadores frontales cargan los camiones CAT 777 y 785 con carbón para transportarlos al depósito de la mina Load out y las estaciones de cargue.

Figura 3. Camiones CAT 777 y CAT 785



1.2.3 Load Out y Cargue de Trenes. El carbón es descargado en el Load Out donde los tractores D10 empujan el carbón hacia los trituradores y alimentadores. Actualmente la capacidad de carga en la mina Pribbenow es:

- Load out 2: 4,500Tph
- Load out 3: 6,000Tph
- Tiempo de carga < 1,5 horas

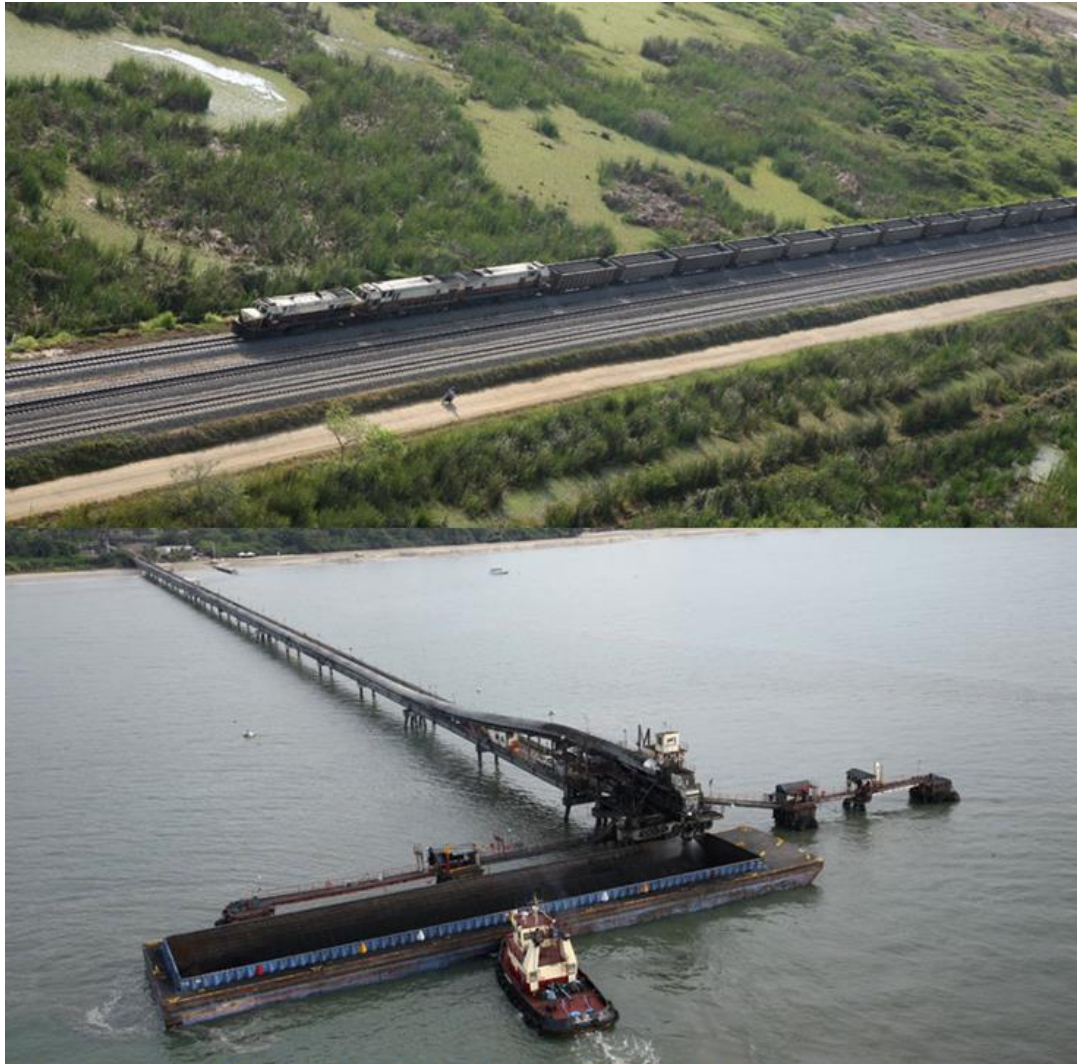
Utilizando técnicas propias establecidas por la empresa Drummond, el carbón se carga en vagones directamente desde el depósito de Drummond humedeciendo y comprimiendo el carbón con el fin de eliminar el material particulado.

Figura 4. Load out y cargue en trenes



1.2.4 Transporte de la Mina a Puerto Drummond. El tren consta de 120 vagones de 50 Ton cada uno y se carga en una hora en promedio, una vez cargados los trenes mueven el carbón a puerto Drummond, Ciénaga, Colombia que está a 192 Kilómetros de la mina, el viaje del tren cargado es de 4.2 h y el de retorno es de 3.8 h, en donde se descarga en zonas de espera. Cuando los buques están listos para el transporte, el carbón se mueve a través de la banda transportadora desde las áreas de retención de Puerto Drummond hacia las barcazas.

Figura 5. Transporte de la mina a puerto Drummond



1.2.5 Cargue de los Buques. Después de ser cargado completamente a través de la banda transportadora, los remolcadores arrastran la carga hacia grúas flotantes para su embarque en los buques. Por último, el carbón se carga en grandes buques y se entrega a los clientes de Drummond en todo el mundo, este sistema fue reemplazado por el sistema de cargue directo el cual comenzó a funcionar en 2014.

Figura 6. Cargue de buques



1.3 MINAS DE CARBÓN DRUMMOND. LTD.

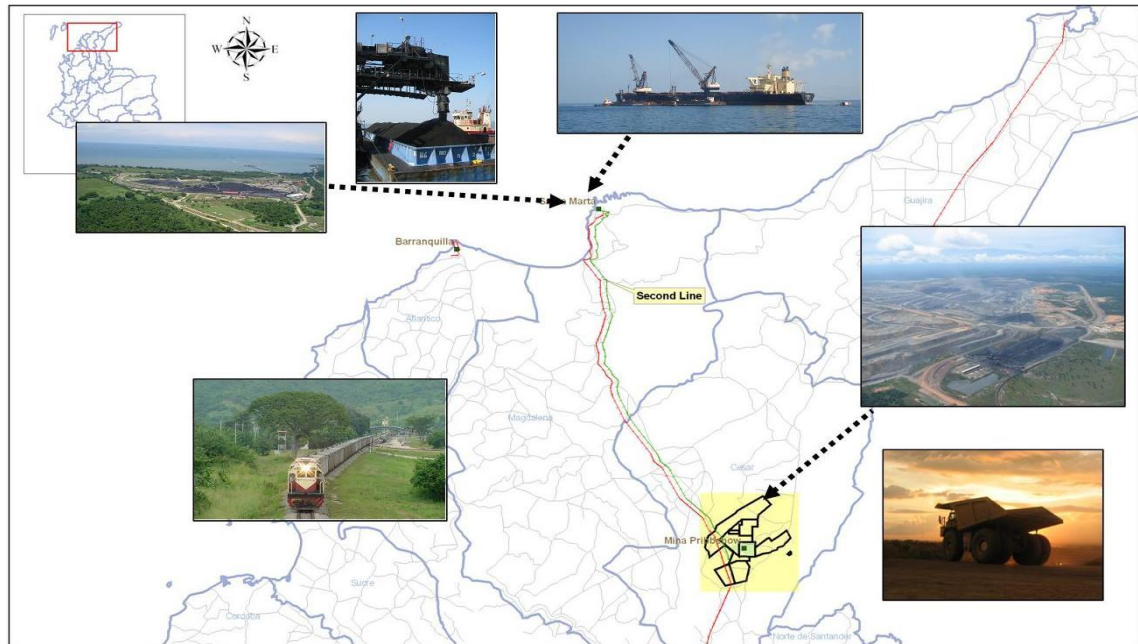
Drummond Company Inc. constituyó Drummond para el desarrollo de sus proyectos en Colombia y obtuvo, a través de esta sucursal, los derechos para la exploración, explotación y exportación de carbón localizado en el departamento del Cesar, específicamente en el área comprendida entre los municipios de El

Paso, La Jagua de Ibirico y Chiriguaná. Esta zona se denominó Mina Pribbenow, también conocida como Proyecto Carbonífero La Loma.

A comienzos de los 90, Drummond realizó los trabajos de exploración de este proyecto, así como estudios socioeconómicos y ambientales en los municipios de influencia. Estas investigaciones permitieron conocer los perfiles de la población en edad de trabajar y la situación social y económica de sus habitantes. Igualmente, se determinaron condiciones del aire, del agua, de la flora y de la fauna de la región, con el fin de protegerlos o recuperarlos.

En 1995 comenzó la producción y exportación de carbón y desde entonces la presencia de Drummond ha sido importante para la economía regional y nacional. Con el inicio de la producción, la compañía emprende un proceso de mejoramiento continuo y expansión de las operaciones mineras, férreas y portuarias. En 2009 inició la explotación de su segundo proyecto, El Descanso. De hecho, Drummond hoy cuenta con cerca de 2.000 millones de toneladas de reservas en los proyectos La Loma, El Descanso, Rincón Hondo, Similoa y Cerro largo, los tres últimos en proceso de licenciamiento ambiental.

Figura 7. Drummond en Colombia



Fuente: Drummond LTD.

1.3.1 Mina Pribbenow. La mina se conoce con este nombre en honor al antiguo funcionario de Drummond Co, BERT PRIBBENOW, quien sabía de la existencia del yacimiento y firmó el primer contrato de la compañía con Colombia, para iniciar este proyecto.

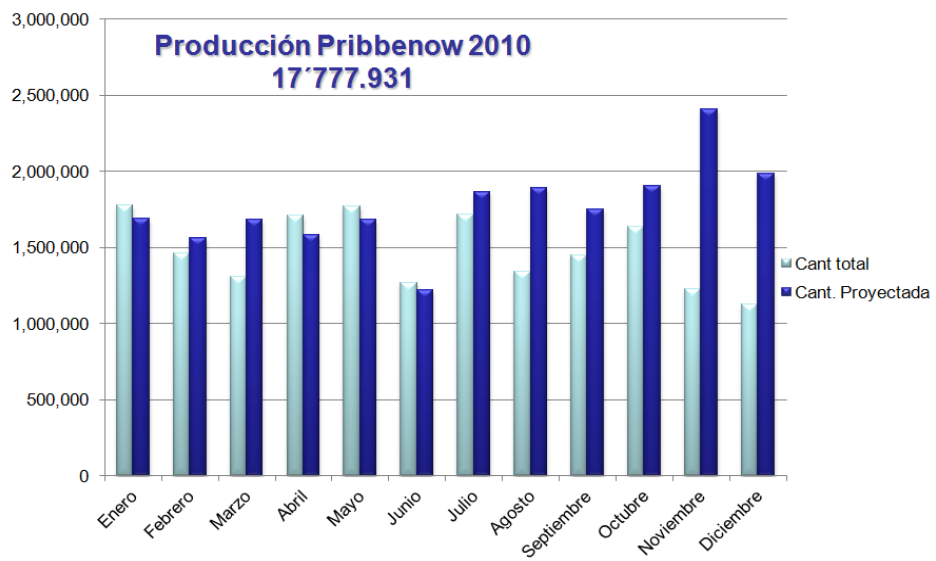
- Ubicada entre los municipios de Becerril, Chiriguaná, La Jagua de Ibirico, El Paso y Codazzi, en el departamento del Cesar.
- Tiene reserva de 300 millones de toneladas.
- Se minan 13 mantos diferentes, cuyo grosor va de los 50 cm a los 9 metros.

Figura 8. Mina Pribbenow



Fuente: Google map

Figura 9. Producción mina Pribbenow 2010



Fuente: Drummond LTD.

1.3.2 Mina Descanso. Este proyecto inició en 1997, cuando Drummond firmó el contrato con Ecocarbón. Durante 12 años se efectuó la exploración del área, en septiembre de 2008 el Ministerio del Medio Ambiente otorgó la licencia ambiental, para las actividades de contracción, montaje y explotación.

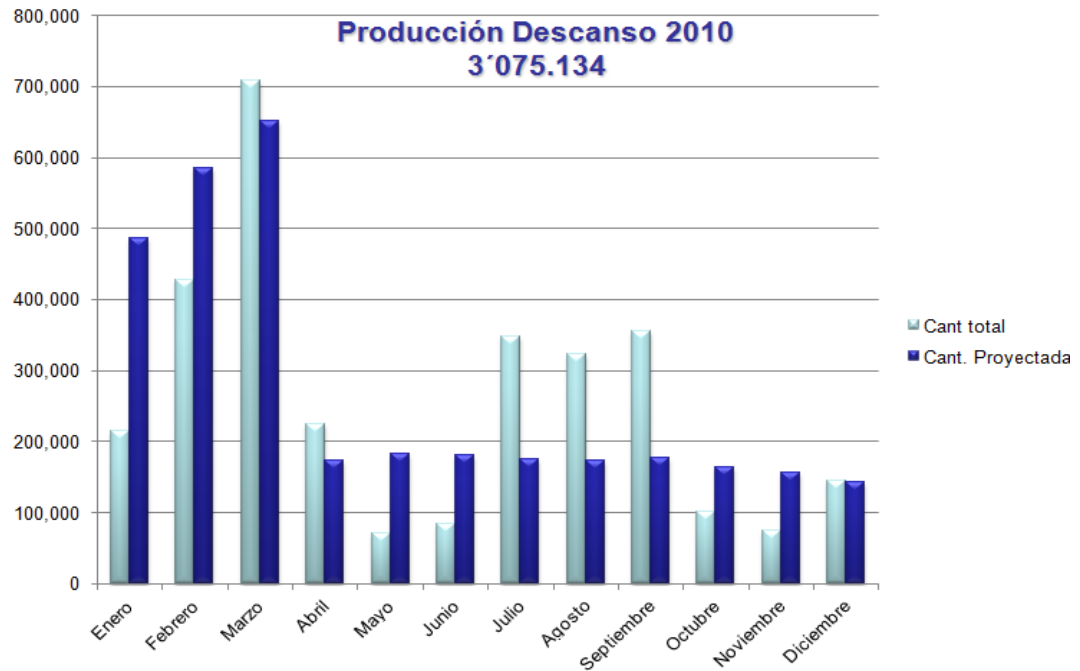
- En junio de 2009 se realizó la primera explotación de carbón en esta Mina.
- Cuenta con 1.760 millones de toneladas de reserva
- Esta Mina, será una de las más grandes a cielo abierto en el mundo, y explotará el mineral hasta el año 2032

Figura 10. Mina Descanso



Fuente: Google map

Figura 11. Producción mina Descanso 2010



Fuente: Drummond LTD.

1.4 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EQUIPO MÓVIL

El departamento de equipo móvil se encargada de mantener la disponibilidad de forma segura y eficiente en los equipos móviles pesados y livianos de Drummond LTD, es el departamento de mantenimiento más grande de la mina cuenta con 622 equipos mineros y 532 equipos livianos, el departamento de mantenimiento equipo móvil están divididos en las siguientes flotas:

Figura 12. Flotas departamento de manteniendo equipo móvil



Fuente: Drummond LTD.

1.4.1 Flota Camiones 240 Toneladas. Es la flota más importante en el departamento, cuenta con 250 equipos de acarreo de estéril de los cuales 236 son camiones Caterpillar 793 y 14 son camiones Komatsu 830E.

1.4.2 Flota de Camiones 777 y 785. Son los camiones medianos de la mina, esta flota atiende los camiones carboneros, tanqueros y las camabajas actualmente hay 101 equipos entre los que están los 777F que son los equipos más modernos de la mina.

1.4.3 Flota de Cargadores. Esta es la flota más variada del departamento está compuesta por los cargadores frontales, motos niveladoras, camiones explosivos y demás equipos auxiliares, actualmente hay 143 equipos en la flota.

1.4.4 Flota de Equipos Livianos. Es la flota con más equipos del departamento 532, compuestas por equipos de lubricación, camionetas Toyota, Chevrolet y Ford, además de estos equipos también atiende las luminarias y compresores de la mina

1.4.5 Flota de Tractores y Excavadoras. Esta flota es la seleccionada para el proyecto de tesis, es la segunda de más alto presupuesto del departamento por los costos; es la encargada del mantenimiento en 127 equipos de oruga, entre los que están los tractores Caterpillar D11R, D11T, D10R, D9 entre otros y las excavadoras Caterpillar 350, 345, 330 y 320.

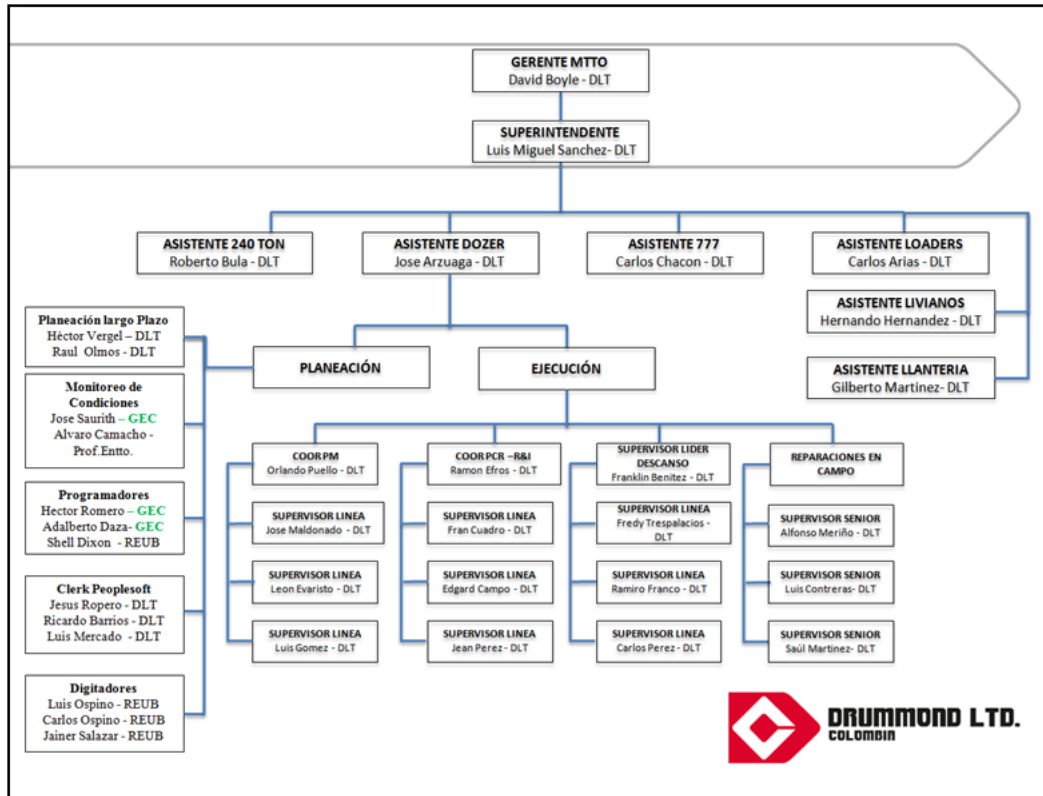
Figura 13. Tractor y excavadora



Fuente: Drummond LTD.

El Asistente de superintendente es quien lidera el equipo de trabajo de más de 140 trabajadores entre rol diario y rol mensual dividido en tres turnos, operativamente el mantenimiento se divide en los procesos de mantenimiento preventivo PM, remoción e instalación R&I, cambio por condición CBR, caídas en campo y el proceso de rodaje, a continuación el organigrama de la flota:

Figura 14. Organigrama mantenimiento Drummond



Fuente: Drummond LTD.

1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La flota de tractores y excavadoras de Drummond LTD. consta de 128 equipos de oruga entre tractores y excavadoras, los cuales trabajan tiempo completo en dos turnos de 12 horas todos los días, los indicadores de desempeño o KPI están estipulados por la gerencia de mantenimiento, la disponibilidad requerida es del 80%, el tiempo promedio ente paradas (MTBS) 70 h y el tiempo promedio para reparar (MTTR) 20 h.

Debido a la hostilidad del terreno, el trabajo pesado y la edad de los equipos, éstos presentan baja disponibilidad, baja confiabilidad y altos tiempos de

reparación, además la disponibilidad de la flota oscila entre el 92% y el 68% la cual es muy variable para la operación minera.

Al implementar el SIGPME le estamos dando la herramienta al personal de la flota para controlar a tiempo los procesos de mantenimiento, documentar las demoras, y así poder controlar las variaciones e impactar directamente el MTTR y el MTBS trabajando sobre estos dos indicadores mejoramos la disponibilidad de la flota.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo General. Implementar el sistema integrado de gestión para un mantenimiento eficiente “SIGPME” en la flota de tractores y excavadoras de la empresa Drummond LTD. con el fin de aumentar la eficiencia del mantenimiento de la flota.

1.6.2 Objetivos Específicos

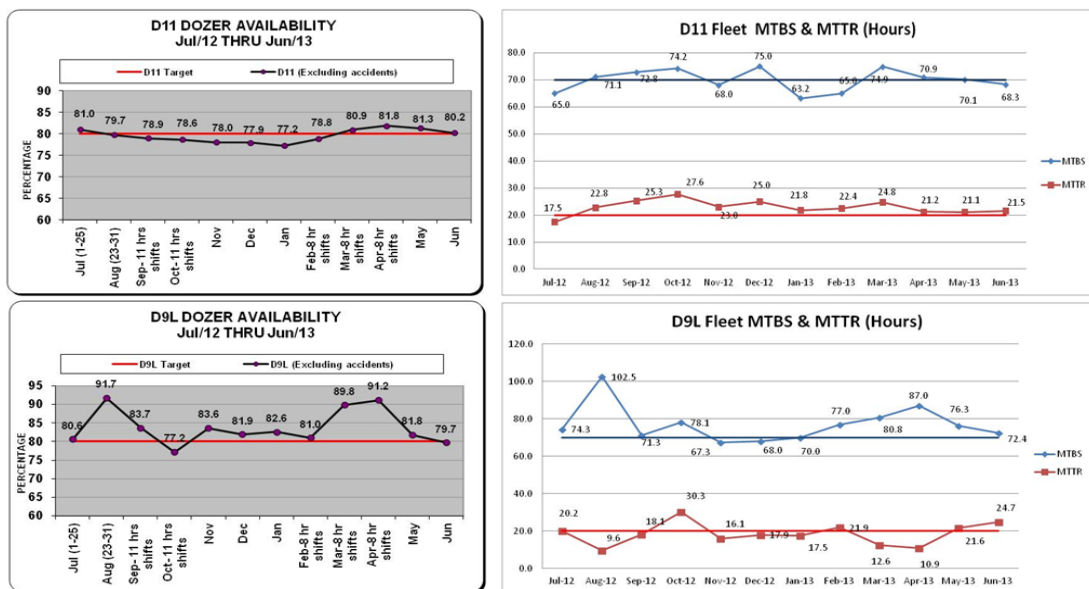
- Cambiar la función del mantenimiento de la flota de:
- Proveer una gran disponibilidad de equipos a “Proveer una gran disponibilidad de equipos *eficientemente*”.
- Elaborar los flujogramas AS-IS (como está) y diseñar e implementar de forma eficiente los flujogramas TO-BE (como debe ser) de cada proceso, basado en la adicción y eliminación de actividades de cada proceso.
- Implementar el sistema de control de reporte y gestión “MCRS” en la flota de tractores.
- Instalar y mantener las reuniones seguimiento a intervalo corto del SIGPME

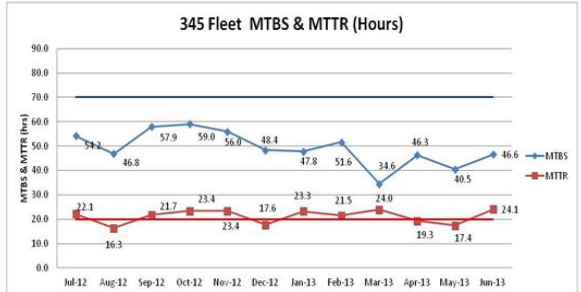
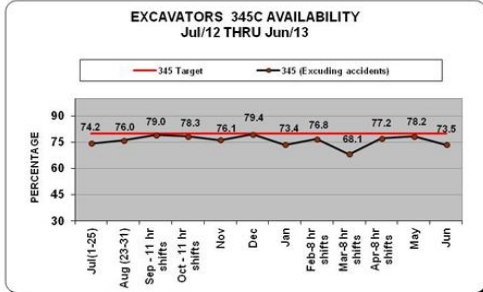
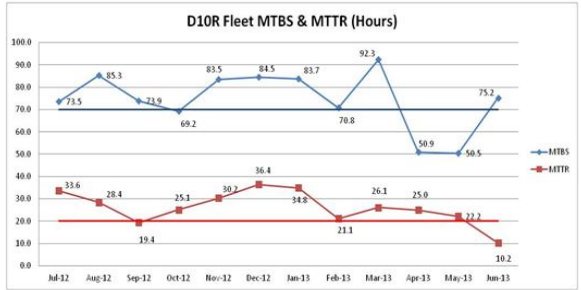
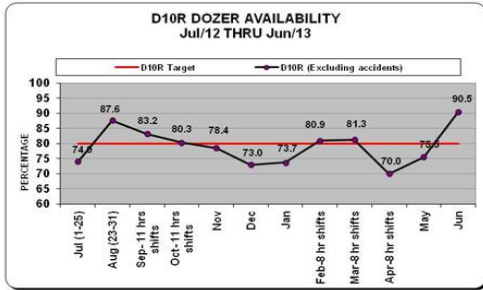
1.7 JUSTIFICACIÓN DEL PLAN PROPUESTO

La flota de tractores y excavadoras es la encargada mantener la disponibilidad de los 128 equipos de orugas por encima de 80%, sin embargo la disponibilidad de los equipos oscila entre el 92% y el 68% la cual es muy variable para la operación minera ver figura 15, esto debido a que se está realizando mantenimiento de forma reactiva atacando todas las fallas encontradas, sin que los supervisores y técnicos tengan en cuenta los KPI de desempeño, todo esto basado en dos paradigmas, el primero: que el equipo se debe entregar como nuevo sin importar cuánto dure y el segundo: los indicadores y los procesos son para planeación que tienen tiempo, no para ejecución.

Por estas razones es necesario implementar el SIGPME como estrategia para despertar las habilidades gerenciales, apropiar e involucrar a todo el personal de la flota, documentar las demoras y así poder controlar e impactar directamente el MTTR y el MTBS mejorando la disponibilidad de la flota.

Figura 15. Indicadores de la flota de tractores y excavadoras Drummond LTD





Fuente. Gerencia flota de tractores y excavadoras Drummond LTD.

2. MEJORA CONTINUA

El proceso de mejora continua es un concepto originado a partir de mediados del siglo XX que pretende introducir mejoras en los productos, servicios y procesos.

Postula una actitud general que debe ser la base para asegurar la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Cuando hay crecimiento y desarrollo en una organización o comunidad, es necesaria la identificación de todos los procesos y el análisis mensurable de cada paso llevado a cabo. Algunos de los elementos más importantes que se utilizan para lograr la mejora continua son las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción en los miembros o clientes.

El proceso de mejora continua es la forma más efectiva de mejora de la calidad y la eficiencia en las organizaciones.

Figura 16. Ciclo PDCA



Fuente: http://www.calidad-gestion.com.ar/servicios/consultoria_iso_9000.html

El Ciclo PDCA también es conocido como “Círculo de Deming“, ya que fue el Dr. Williams Edwards Deming uno de los primeros que utilizó este esquema lógico en la mejora de la calidad y le dio un fuerte impulso.

El Ciclo PDCA constituye una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, también se lo denomina espiral de mejora continua y es muy utilizado por los diversos sistemas en las organizaciones para gestionar aspectos tales como calidad (ISO 9000), medio ambiente (ISO 14000), salud y seguridad ocupacional (OHSAS 18000), o inocuidad alimentaria (ISO 22000).

2.1 REQUISITOS DE LA MEJORA CONTINUA

Para su adecuado desarrollo, la mejora continua requiere que se cumplan algunos aspectos en el ambiente de trabajo, como los que se mencionan seguidamente:

- Apoyo en la gestión.
- Feedback (Retroalimentación) y revisión de los pasos en cada proceso.
- Claridad en asignación de la responsabilidad.
- Poder de decisión para el trabajador.
- Forma tangible de realizar las mediciones de los resultados de cada proceso.
- La mejora continua como una actividad sostenible en el tiempo y no como un arreglo rápido frente a un problema puntual.
- Proceso original bien definido y documentado.
- Participación de los responsables del proceso.
- Transparencia en la gestión.
- Cualquier proceso debe ser acordado, documentado, comunicado y medido en un marco temporal que asegure su éxito.

2.2 HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA CONTINUA

Existen técnicas para el análisis de datos que pueden ser herramientas útiles en un proceso de Mejora Continua y en la solución de los diversos problemas a que éstas se enfrentan.

En la mayoría de los procesos el mayor enemigo es la variabilidad, la cual puede ser observada en las características cuantificables de productos y los procesos, y existe en todas las etapas del ciclo de vida de los productos, el propósito de toda organización es su control.

2.2.1 Análisis de Causa Efecto. Es una representación gráfica en forma de espina de pescado que permite identificar las causas que afectan un determinado problema en una forma cualitativa. El diagrama de causa efecto también es conocido como diagrama espina de pescado o diagrama de Isikawa en homenaje al nombre de su creador.

Se utiliza para descubrir de manera sistemática la relación de causas y efectos que afectan a un determinado problema.

Figura 17. Análisis causa efecto



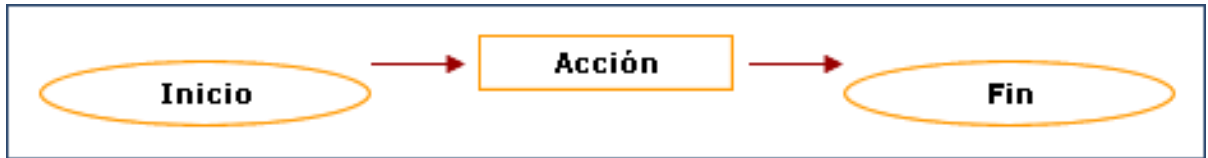
Fuente: http://www.calidad-gestion.com.ar/servicios/consultoria_iso_9000.html

2.2.2 Diagrama de Procesos. Un proceso se puede definir como "un conjunto de actividades, acciones o toma de decisiones interrelacionadas, caracterizadas por inputs y outputs, orientadas a obtener un resultado específico como consecuencia del valor añadido aportado por cada una de las actividades que se llevan a cabo en las diferentes etapas de dicho proceso".

Los diagramas de procesos son la representación gráfica de los procesos y son una herramienta de gran valor para analizar los mismos y ver en qué aspectos se pueden introducir mejoras.

Lo más importante para representar gráficamente un proceso es identificar el inicio y el fin del proceso. Esto debe ser acordado por el grupo de trabajo. Generalmente el inicio y el fin se representan con el icono.

Figura 18. Análisis causa efecto



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos52/gestion-calidad/gestion-calidad2.shtml#ixzz3HAsJA3Hi>

Entre inicio y fin se suceden una serie de acciones o actividades que integran el proceso. Las actividades se vinculan unas a otras mediante líneas conectoras que indican la siguiente secuencia.

2.2.3 Pareto. También llamado diagrama de Pareto, análisis de Pareto, es una gráfica de barras. Las longitudes de las barras representan la frecuencia o costo, y están ubicadas con las barras más largas a la izquierda y las barras más pequeñas hacia la derecha, de esta manera, ésta gráfica ayuda a visualizar las situaciones más significativas.

Se utiliza cuando se analiza datos sobre la frecuencia de problemas o causas en un proceso, cuando existen muchos problemas o causas y se busca enfocarse en los más significativos o cuando se analiza las causas principales a través del análisis de sus componentes específico.

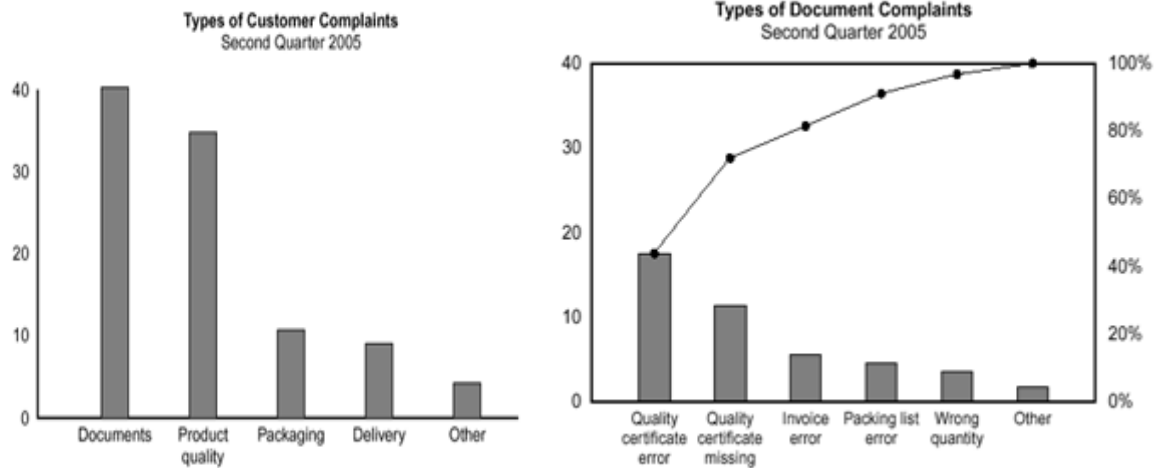
Procedimiento

- Decidir que categorías se utilizará para agrupar los ítems.
- Decidir que medición es la apropiada. Mediciones comunes son la frecuencia, cantidad, costo y tiempo.
- Decidir el periodo de tiempo que la gráfica va a cubrir: ¿Un ciclo de trabajo?, ¿Un día completo? ¿Una semana?

- Recolectar los datos, registrando a la categoría correspondiente, (O utilice datos ya existentes)
- Sub-totalice las mediciones para cada categoría.
- Determine la escala apropiada para las mediciones recolectadas. el máximo valor será el subtotal más grande del paso 5. (el máximo valor será la suma de los subtotales del paso 5). Marque la escala en el lado izquierdo de la gráfica.
- Construya y ponga leyendas en las barras de cada categoría. Coloque la barra más grande en la parte izquierda, luego la siguiente menos grande, y así sucesivamente. Si existen demasiadas categorías con pequeñas mediciones, agruparlas en Otros,
- Calcule el porcentaje de cada categoría. El sub-total de cada categoría, dividido por el total de todas las categorías. Dibuje un eje vertical a la derecha del gráfico y añadirle leyendas de porcentajes. Asegurarse que ambas escalas coinciden: Por ejemplo, la medición de la derecha, que corresponde a la mitad, debe corresponder exactamente al 50% de la escala opuesta de la derecha.

Calcule los valores acumulados: sume los subtotales de la primera y segunda categoría y dibuje un punto sobre la segunda barra indicando la suma. A esa suma, añada el subtotal de la tercera categoría y coloque un punto sobre la tercera barra para la nueva suma. Continúe el proceso para todas las barras. Conecte los puntos, comenzando de la parte superior de la primera barra, el último punto debe alcanzar el 100% de la escala de la derecha.

Figura 19. Análisis causa efecto



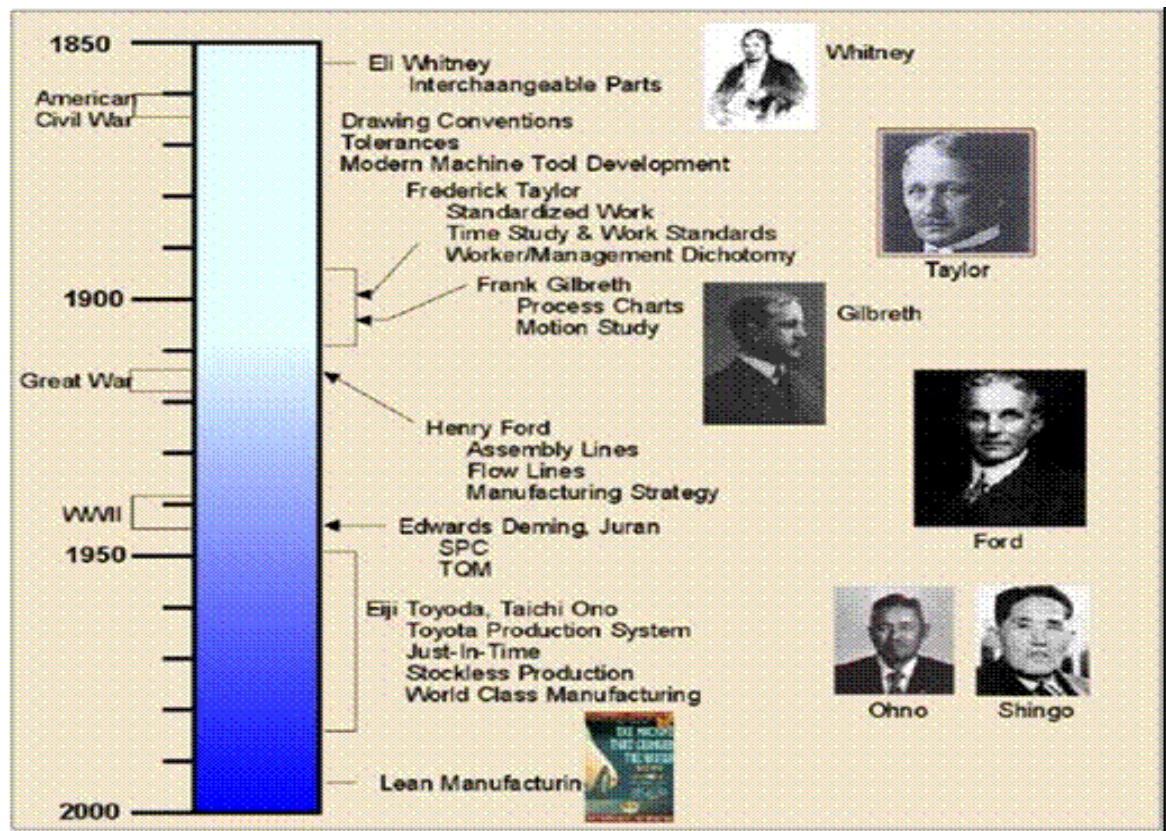
Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos52/gestion-calidad/gestion-calidad2.shtml#ixzz3HAsJA3Hi>

3. LEAN MANUFACTURING

Lean Manufacturing es un sistema de mejoramiento de procesos de manufacturas y servicios basados en la eliminación de desperdicios y actividades que no adicionan valor al proceso.

El concepto Lean Manufacturing tiene su origen a partir de 1990, pero no es una metodología especialmente nueva ya que deriva de "Toyota Production System", el cual a su vez, tiene sus orígenes en los postulados de Eli Whitney, Henry Ford, Frederick W. Taylor y otros estudiosos.

Figura 20. Secuencia Histórica de Lean Manufacturing



Fuente: http://www.strategosinc.com/lean_manufacturing_history.htm

Los creadores del concepto Lean Manufacturing fueron James P. Womack y Daniel T. Jones, del Massachusetts Institute of Technology (MIT). Los investigadores analizaron la evolución de los sistemas de gestión de producción, en particular, lo que sucedió durante los últimos 50 años del siglo veinte en la industria automotriz mundial.

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL LEAN MANUFACTURING

Lean Manufacturing es la eliminación de todas aquellas actividades que absorben recursos pero no crean valor: defectos, sobreproducción, inventario inmovilizado, esperas, movimientos de traslado, entre otros. Persigue incansablemente la eliminación total de las actividades que sólo agregan costo a nuestro producto o servicio y que las sobredimensionan de diversas maneras.

El pensamiento Lean proporciona un método para crear valor a los procesos productivos; alinea las acciones productivas de acuerdo con una secuencia lógica y óptima; lleva a cabo las actividades productivas de manera ininterrumpida; siempre busca la mejora continua de todo el proceso.

La aplicación de técnicas y conceptos asociados a esta línea de pensamiento se denominan Técnicas Lean y son:

5S, SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE), JIT (JUST IN TIME), TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE), POKA YOKE, KAMBAN, MAPAS DE PROCESO, JIDOKA, ANDON, KAISEN Y OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS).

Estas técnicas de mejoramiento permiten a las organizaciones eliminar paulatinamente sus mudas o despilfarros de una manera sencilla y con ello conseguir importantes beneficios a nivel de plazos de entrega, inventarios,

productividad, uso de superficies y espacios, calidad de producto, mermas, mantenimiento, etc.

3.2 APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING

La aplicación de Lean Manufacturing es un tema que no se encuentra normalizado y no existe una única forma de aplicar. Cada empresa posee sus propias características culturales dentro de las cuales se encuentran su personal, recursos, maquinarias, espacios físicos, desarrollo gerencial, visión, misión, etc. lo cual las hace únicas e inimitables.

El objetivo de la transformación del proceso a los principios lean es conseguir:

- Eliminar de los procesos las actividades que no aporten valor añadido (desperdicios en forma de producción excesiva y stocks).
- Introducir la flexibilidad necesaria para adaptar la producción a una demanda fluctuante.

3.3 BENEFICIOS DE APLICAR LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING

Algunos de los beneficios de aplicar la metodología Lean son:

- Reducción de los costos de producción: Al ejecutar nivelados de producción, ésta se puede ajustar a través de la programación en forma más eficiente, evitando los cuellos de botella, tiempos muertos de maquinaria sin utilizarla al máximo rendimiento permitido y mano de obra ociosa.
- Reducción de inventarios: Comprar las materias primas en la cantidad que se necesita por cada orden de producción, además de tener proveedores estratégicos que entregan los pedidos de material en la medida que se va utilizando en producción, permite mantener inventarios bajos.

- Reducción de tiempos de entrega: Se reducen los tiempos de entrega ya que se produce a pedido y al estar mejor planificada la producción permite cumplir con los tiempos comprometidos.
- Mejor calidad: Se disminuye considerablemente la merma y el producto va siendo controlado en línea y no al final del proceso. Cada operario es un control de calidad, con lo cual se tiene la certeza que el producto que se fabrica cumple con las especificaciones técnicas requeridas.
- Menor mano de obra: Permite tener dotaciones de personal poli funcional, es decir, personal capacitado en más de una función como por ejemplo un empleado participando en las actividades de mantención, producción y calidad.
- Mayor eficiencia de equipo: El control que se desarrolla a las máquinas y equipos en cuanto a rendimiento, mantenimiento y tasas de calidad, permiten mantener un alto nivel de eficiencia productiva.
- Disminución de los desperdicios: La aplicación de Lean permite visualizar todos los puntos de la empresa donde existen ineficiencias lo cual permite detectar costos y gastos ocultos.
- Disminución de la sobreproducción: Se produce solo lo que los clientes necesitan y en las cantidades que ellos los requieren.
- Optimización del transporte y de los movimientos: Al existir una producción planificada permite que las actividades de distribución y despacho actúen en forma coordinada, optimando los despachos y las rutas de transporte.

4. GESTIÓN DE ACTIVOS

Implementar un sistema de gestión de activos provee beneficios a la organización que ayudan a lograr el cumplimiento del plan estratégico organizacional y a satisfacer las expectativas de todas las partes interesadas.

Entre los beneficios más representativos de puede mencionar:

- Satisfacción del cliente
- Mejora en seguridad, salud y ambiente
- Optimización del retorno sobre la inversión
- Mejora en la planeación a largo plazo
- Capacidad para determinar la mejor opción para invertir el dinero
- Evidencia para demostrar el acatamiento a requerimientos legales y regulatorios
- Manejo optimizado de los riesgos y del gobierno corporativo
- Una reputación corporativa mejorada
- Habilidad para demostrar que el desarrollo sostenible se toma en cuenta a lo largo del ciclo de vida.

4.1 SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN

Las áreas de mantenimiento de la industria moderna deben prepararse para un entorno dinámico propio de una economía globalizada y de constante evolución tecnológica, adoptando esquemas flexibles que le permitan cambiar y evolucionar en todos los aspectos de la organización a fin de asegurar su viabilidad futura.

La Gestión Integral del Mantenimiento busca garantizarle al cliente interno y externo la disponibilidad de los activos, cuando lo requieran con confiabilidad, durante el tiempo óptimo necesario para operar con las condiciones tecnológicas

exigidas previamente, para producir bienes o servicios que satisfagan necesidades, deseos o requerimientos de los usuarios, con los niveles de calidad, cantidad y tiempo solicitados, en el momento oportuno, al menor costo posible y con los mayores índices de productividad, rentabilidad y competitividad.

Un proceso eficaz de Gestión Integral del Mantenimiento requiere involucrarse en un proyecto de cambio que debe basarse en los siguientes puntos:

- Creer que el cambio es importante y valioso
- Tener una visión que describa el estado deseado
- Implementar estrategias para alcanzar la visión
- Liderar el proceso con las personas adecuadas
- Identificar las barreras reales y potenciales
- Medir los resultados con indicadores de gestión
- Entrenar y formar para corregir comportamientos no deseados
- Establecer sistemas óptimos de reconocimiento y recompensas

La Gestión Integral del Mantenimiento, incluye una serie de estrategias alineadas con la misión del negocio, cuyo objetivo es lograr la competitividad organizacional. Para alcanzarla existen cuatro factores claves: la seguridad, la productividad, el respeto por el medio ambiente y la confiabilidad.⁴

⁴ AMENDOLA, Luís José. (2002). "Modelos Mixtos de confiabilidad". Publicado por Datastream. www.mantenimientomundial.com.

5. INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Los KPI son métricas usadas para medir el desempeño de una actividad o un proceso crítico, Los KPI son como el tablero del carro proveen la información esencial para controlar el vehículo en forma segura y eficiente, pero en ningún momento accionan el acelerador o el freno solo proveen la información.

Características de un Buen KPI:

- Debe significar algo
- Debe ser conciso, definiciones comunes
- Necesitan estar organizados por nivel
- Guiar positivamente el desempeño del negocio
- Ser capaz de tener una meta y plan
- Debe ser medido efectivamente y con exactitud y basado en data rutinaria de operaciones
- Con un espacio de tiempo
- Capaz de ser influenciado por la persona que lo mide
- El beneficio del Indicador KPI tiene que ser mayor al costo de obtenerlo
- Debe ser usado como una herramienta para mejorar desempeño y no para castigar desempeños malos

Si en una empresa se eligen los KPI que alinean a la organización hacia metas comunes y se controlan los procesos críticos en un intervalo corto de tiempo y monitoreando el desempeño diariamente, entonces no van a haber sorpresas al final de periodo y continuamente mejorara la organización.

5.1 TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (MTBS)

Es el indicador más importantes en la gestión de mantenimiento determina las frecuencia de paradas por falla del equipo expresadas en horas.

$$\text{MTBS (Horas): } \frac{\text{Horas Operadas}}{\text{Número de Paradas}}$$

5.2 TIEMPO PROMEDIO ENTRE PARADAS (MTTR)

Es el tiempo promedio de las paradas de los equipos se expresa en horas, el MTTR es un indicador que cuantifica el tiempo de las reparaciones, que tan rápidas o lentas son las reparaciones.

$$\text{MTTR (Horas): } \frac{\text{Total Tiempo de Paradas}}{\text{Número de Paradas}}$$

5.3 DISPONIBILIDAD (A)

Es la relación entre el MTBS y la suma del MTBS y del MTTR expresada en porcentaje se calcula con la siguiente formula:

$$A (\%): \frac{\text{MTBS}}{\text{MTBS}+\text{MTTR}} \times 100$$

Para calcular los indicadores tomamos del hodómetro de la maquina las horas operadas y gracias al software de mantenimiento tenemos registrado el número de paradas y el tiempo total de paradas, por ende el calcular los indicadores no es una tarea dispendiosa además ya hay Querys creados en People Soft que calculan estos indicadores por flota y por equipo.

6. ESTADO DEL MANTENIMIENTO EN DRUMMOND LTD.

6.1 GENERALIDADES

El departamento de mantenimiento equipo móvil Drummond LTD. tiene gastos anuales promedios de 100 millones USD, la flota de tractores y excavadoras consume un 28% de los recursos siendo la segunda en la lista de costos, Drummond LTD. en 2012 adquirió el almacén de Gecolsa, importando y controlando directamente todo el tema de partes y repuestos Caterpillar lo cual disminuye el precio de los repuestos, lo anterior es para aclarar que si bien Drummond LTD. es una empresa dedicada a la explotación del carbón, el tema del mantenimiento de los equipos es un pilar clave en la alta gerencia.

En la ejecución de los trabajos en la flota el área de PM y Rodaje es administrado por Gecolsa quienes son los dealer Caterpillar en Colombia, en los procesos de R&I, CBR y campo, los técnicos encargados son personal Drummond LTD. debidamente certificados con altos conocimientos y experiencia en los equipos, todos los técnicos están a cargo de un supervisor Drummond LTD. por proceso, lo que garantiza la alta calidad de las reparaciones en los equipos.

6.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La base de datos o plataforma de trabajo utilizada en el departamento de mantenimiento equipo móvil es People Soft de Oracle, aquí están todas las work order planeadas, programadas y ejecutadas por el personal de mantenimiento, todas las work Order cumplen con los siguientes requisitos:

- Número de la Work Order
- Estado de la Work Order
- Tipo de Work Order

- Descripción de la tarea
- Número del Equipo a trabajar
- Numero de técnicos y cuantas horas van a trabajar
- Fecha de cuando cayó el equipo y fecha tentativa de salida
- Duración real del trabajo
- Repuestos para pedir a bodega desde la misma Work Order
- Instrucciones de seguridad y procedimiento
- Código, modo, sistema y elemento para definir la falla
- Costos de los repuestos utilizados en la tarea
- Nombres y códigos de los supervisores y técnicos que trabajaron el equipo

Figura 21. Modelo Work Order de People Soft

Work Order: 0000116894 WO Status: Work in Progress / En Progreso

Work Order Tasks Find | View All First 2 of 2 Last

Task Number: 2 Duplicate this Task Required Start: 08/30/2014 12:00AM

*Sequence: 20 Required End: 08/30/2014 11:59PM

*Task Description: PM XS Duration: 2.00 Hours

Status: Work in Progress / En As of 08/30/2014 Dependent Task:

Overlap %:

Additional Task Data

Information for Asset M06195 - CAT 345C Track Excavator

Problem Reporting

Labor Inventory Purchase/On-hand Tools Instructions Checklist Attachments

Labor Requirements Personalize | Find | View All First 1 of 1 Last

Line No.	Craft	Description	Quantity	Hours	Qualifications
1	TECH MECH 2	TECHNICIAN MECHANIC 2	2	2.00	Add

Save Return to Search Previous in List Next in List Notify Refresh Add Update/Display

Work Order | Requirements | Schedules | Actuals | Cost | Miscellaneous

6.3 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Gracias al trabajo de los Ingenieros David De Castro King y Orlando Puello Cera, quienes crearon y desarrollaron toda clase de Querys y aplicaciones CMMS,

transformando la forma de trabajar en People Soft dejo de ser la “base de datos compleja” a ser generador de reportes, facilitando el análisis de la información de mantenimiento en equipo móvil.

Entre los Querys y aplicaciones destacadas están:

- Reporte de Disponibilidad, MTBS y MTTR por equipo y flotas
- Reporte de tareas a ejecutar en el turno
- Reporte de demoras en el taller por rango de fecha
- Reporte de equipos caído por rango de fecha
- Reporte de confiabilidad por sistemas y equipos
- Histórico de caídas de los equipos por rango de fecha
- Componentes reparados y enviados a reparar por flota
- Horas componentes de cada equipo
- Costos de las Work Order
- Consumos Históricos de partes

Cabe aclarar que este es solo una muestra de los querys desarrollados utilizados en la planeación y ejecución del mantenimiento.

Figura 22. Querys en People Soft

ORACLE

Home | Worklist | Add to Favorites | Sign out

Favorites | Main Menu > Reporting Tools > Query > Query Viewer

Query Viewer

Enter any information you have and click Search. Leave fields blank for a list of all values.

*Search By begins with

[Advanced Search](#)

My Favorite Queries									
Query Name	Description	Owner	Folder	Run to HTML	Run to Excel	Run to XML	Schedule	Remove	
LM_COSTO_PARTES_SUMMARY	Costos de partes summary	Private	COSTOS	HTML	Excel	XML	Schedule	-	
LM_COSTO_PARTES_SUMMARY_793	Costos de partes summary 793	Private	COSTOS	HTML	Excel	XML	Schedule	-	
OA_EQMOV_09_COMP_REMOVED	Devuelve comp removidos	Private	COMPONENTES	HTML	Excel	XML	Schedule	-	
OA_EQMOV_MAT_ISSUE_	Maint Mgmt Mobile Eq Mat Issue	Private	COSTOS	HTML	Excel	XML	Schedule	-	
OA_EQMOV_MAT_ISSUE_V1	Total ventas por Pickin Plan	Private	MTTO	HTML	Excel	XML	Schedule	-	
LM_PLANEACION_BALANCE_793	Balance	Public		HTML	Excel	XML	Schedule	-	
MM_EQMOV_05_TASKS_AND_SMU_V2	Llamados y smu en un periodo	Public		HTML	Excel	XML	Schedule	-	
MM_EQUIPMENT_CARE	Abuso y Accidentes	Public	ANALISIS	HTML	Excel	XML	Schedule	-	
MULTITASK_ACTION_LOG_	Action Log for all meetings	Public	ACT	HTML	Excel	XML	Schedule	-	
MULTITASK_ACTION_LOG_777	Action Log for all meetings777	Public	ACT	HTML	Excel	XML	Schedule	-	
PLAN_EO_SOS_COMPO_V1	Intervenciones por problem gr.	Public		HTML	Excel	XML	Schedule	-	
PS91_0017_PERGAR_EN BUMPER	Para pegar en bumper v5	Public		HTML	Excel	XML	Schedule	-	

7. ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SIGPME

La visión del sistema integrado de gestión para un mantenimiento eficiente SIGPME es:

Cambiar la función del mantenimiento de la flota tractores y excavadoras de:

Proveer una gran disponibilidad de equipos a “Proveer una gran disponibilidad de equipos eficientemente”.

Con el objetivo de cumplir la visión se desarrollaran una serie de estrategias para cumplir con el norte del proyecto.

7.1 SISTEMA DE CONTROL DE REPORTES Y GESTIÓN MCRS

MCRS es un sistema que ayuda a las organizaciones a gestionar sus negocios, generar mejoras y mantener los resultados, las ventajas del MCRS son:

- Alinea la comunicación - conversaciones correctas en manos de las personas correctas en el momento correcto
- Mejora la gestión - se recopilan los datos, analizado, estudiado y actuando en consecuencia en varios intervalos para identificar y corregir los problemas del proceso
- Retiene el conocimiento - los data se identifica y las reuniones se estructuran para mantener constantemente las conversaciones necesarias para administrar todos los programas y los procesos de negocio
- Aumenta el liderazgo - los usuarios del sistema se les enseña a ejecutar la estrategia del negocio mediante la participación y motivación de equipos interfuncionales
- Desarrolla talento - la rendición de cuentas sobre el rendimiento es transferido hasta a los niveles más bajos de la organización. Los participantes de la

reunión tienen el reto de ampliar su proceso de pensamiento y experiencia durante la gestión

El SIGPME es en esencia un sistema de control de reportes y gestión MCRS, que comprende desde el diseño, hasta la ejecución y sostenimiento de los procesos, todo sistema de gestión está compuesto por cuatro etapas: pronóstico, plan, ejecución y control, Drummond LTD. Hace un pronóstico anual, el pronóstico se divide en planes más pequeños, que se ejecutan y por último se reportan los resultados de la ejecución del plan.

Estos reportes permiten ajustar y controlar a tiempo tanto el pronóstico como el plan según sea necesario; Las cuatro etapas del MCRS se evalúan a corto plazo (nivel diario), mediano plazo (nivel semanal) y largo plazo (nivel mensual y anual). El resultado es una matriz de 4x4.

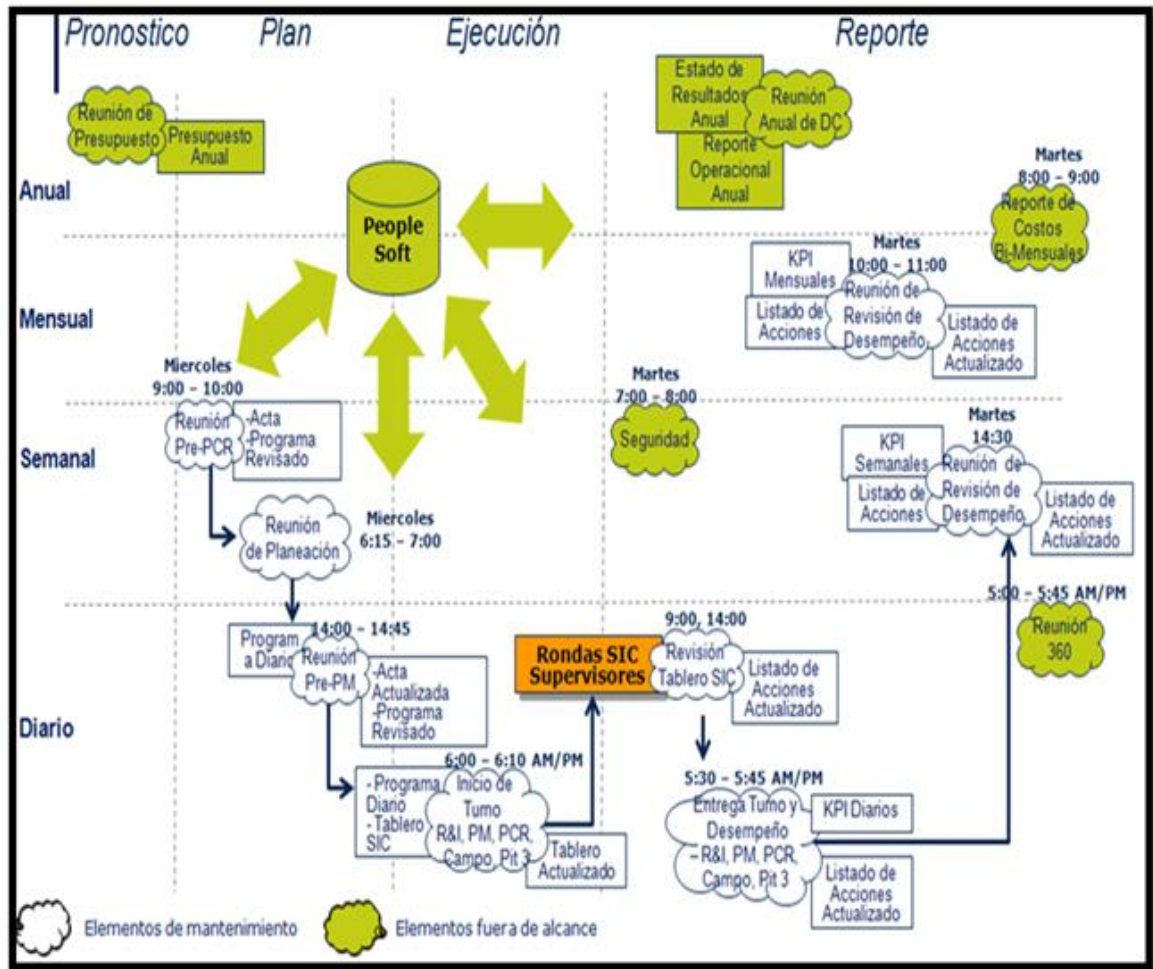
Figura 23. Matriz 4X4 de partida para el diseño del MCRS.

 DRUMMOND LIMITED		PRONOSTICO	PLAN	EJECUCIÓN	REPORTE
LARGO PLAZO	ANUAL				
	MENSUAL				
MEDIANO PLAZO	SEMANAL				
CORTO PLAZO	DIARIO				

Al final del proyecto este será el MCRS implementado en la flota de tractores y excavadoras, cabe destacar que el diseño del sistema se hizo con el personal

gerencial de la flota (el asistente del superintendente, supervisores, planeadores), algunas reuniones se eliminaron y a otras se les dio una estructura más rígida enfocada en la evaluación de desviaciones ya sea de demoras o desempeño.

Figura 24. Sistema de control de reportes y gestión MCRS.

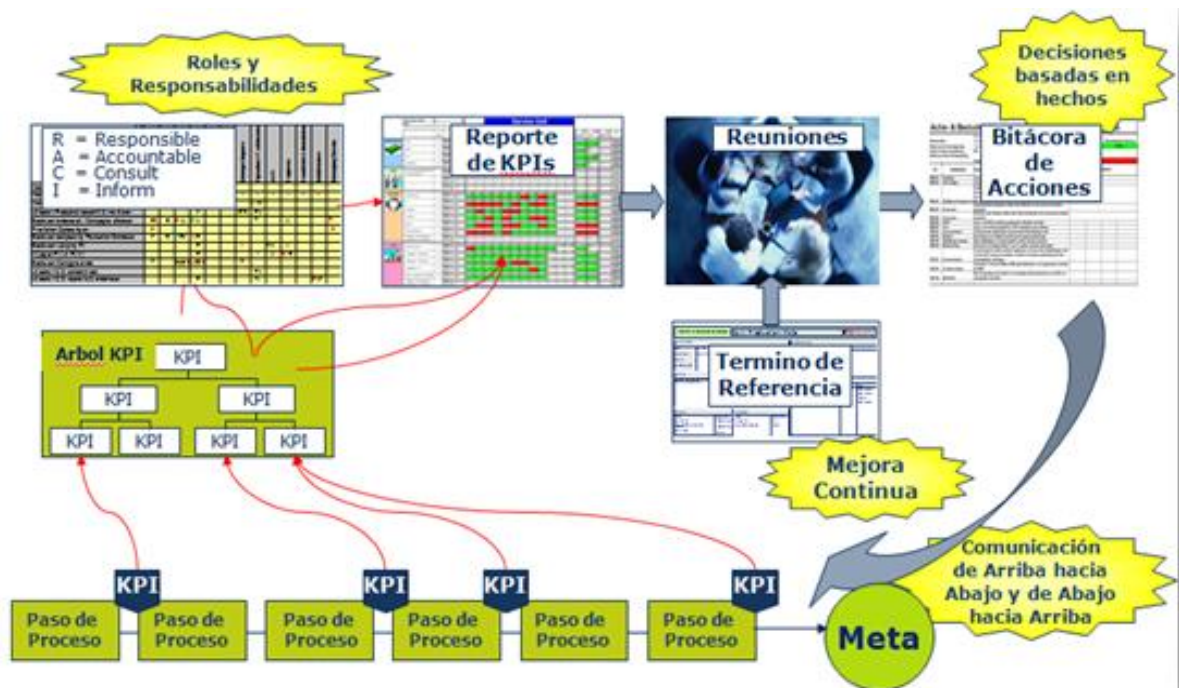


Fuente. Planeación Tractores & Excavadoras

7.1.1 Cómo Funciona el MCRS. El MCRS es un ciclo de mejoramiento continuo el cual comienza en el taller con el paso a paso de cada proceso, durante este paso a paso los técnicos y supervisores levantan los KPI de piso, éstos KPI son recolectados, analizados y ejecutados según la responsabilidad de cada

empleado, dicha responsabilidad ya está definida en la matriz RACI roles y responsabilidades, los KPI filtrados y analizados se llevan a una tabla reporte de KPI, como documento de entrada para revisarlos, socializarlos, discutirlos y encontrar la solución a cómo mejorarlos en las reuniones, las reuniones del proyecto SIGPME son estándar todas tienen una bitácora o TOR (términos de referencia) en donde están las reglas y el paso a paso de la reunión, con el objetivo de que la reunión sea efectiva las acciones se registraran en una bitácora de acciones (action log) donde se definirá cual es problema, cual es la solución, se asignara un responsable y una fecha de entrega, las acciones tomadas para mejorar los KPI se socializaran con todos y cada uno del personal de la flota, mejorando así la comunicación y favoreciendo la participación de todos trabajadores del equipo en la mejora continua de la flota.

Figura 25. Reuniones KPI



7.2 FACTORES CLAVES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SIGPME

La implementación y sostenimiento del SIGPME requiere de múltiples factores para el éxito, el primer factor es tener un alto grado de compromiso de todo el personal de la flota desde la gerencia hasta los técnicos, otro factor requerido es tener el personal idóneo capacitado, con las carga laborales optimas de sus funciones; existen otros factores importantes que se escapan de la gerencia de la flota como los son el aumentar el presupuesto y el personal de la flota, en la figura 26 se observa una tabla resumida con los factores claves para la implementación del SIPME.

Figura 26. Factores claves para el desarrollo del proyecto SIGPME

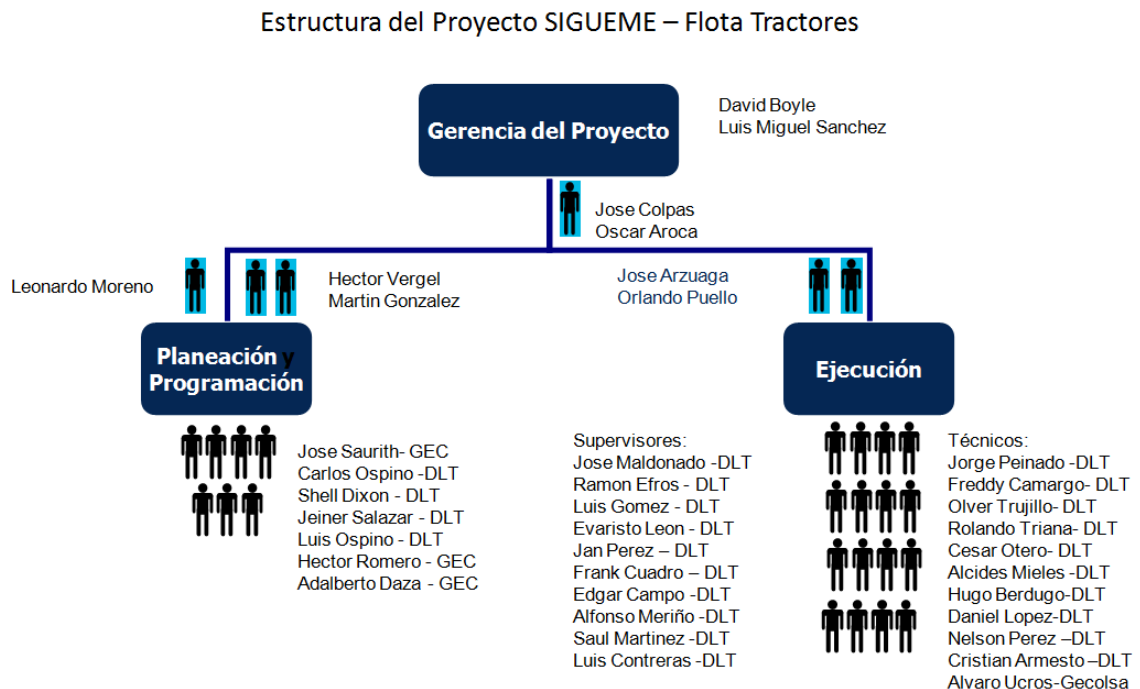
Factor Claves para el proyecto	Semana 1	Semana 4
Seleccionar el personal correcto		
Crear que va a funcionar desde los técnicos hasta los gerentes		
Participación total de la gente		
Dar la cantidad de personal adecuado a Planeación y Programación		
Cooperación total de las empresas contratistas		
Comunicar el progreso y celebrar los éxitos		
Estar dispuesto a probar nuevas ideas. Si ellas no funcionan, hacer cambios y tratar nuevamente		
El grupo de liderazgo debe tener discusiones abiertas sobre preocupaciones y riesgos		
Ir hacia adelante como grupo e irradiar el esfuerzo a un grupo mas grande		
El grupo de liderazgo debe ser visible en las sesiones de trabajo		
El grupo de liderazgo debe ser visible en el área de trabajo		
Apoyar o retar ideas con planes sólidos y hechos que den soporte		

Fuente. Planeación Tractores & Excavadoras

7.3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO SIGPME

El proyecto SIGPME como sistema integrado de gestión requiere el trabajo y la comunicación de todo el equipo de trabajo en la flota, la gerencia del proyecto estará a cargo el Ing. David Boyle y el Ing. Luis Miguel Sánchez, el personal responsable de la implementación es el supervisor líder José Colpas y su asistente Oscar Aroca, para facilitar el avance se dividió la flota en dos frentes de trabajo el frente de planeación y programación liderado por Héctor Vergel y Martín González quienes tendrán el apoyo de Leonardo Moreno y el frente de ejecución liderado por José Arzuaga y Orlando Puello, éstos líderes serán el personal de apoyo en las capacitaciones a supervisores y técnicos de los tres grupos en la flota.

Figura 27. Estructura proyecto SIGPME



7.4 ENTRENAMIENTOS DEL PROYECTOS SIGPME

Una vez seleccionado el grupo idóneo de trabajo, el siguiente paso es capacitar a todo el personal de la flota, la estrategia es capacitar a la gerencia, coordinadores, supervisores y planeadores; de este grupo seleccionar entrenadores internos que capaciten y socialicen a los técnicos y demás personal de la flota, de esta manera logramos involucrar más a los supervisores ya que el que enseña aprende doble, con esta estrategia capacitaremos todo el personal, los entrenamientos del proyecto son:

7.4.1 Introducción al Proyecto SIGPME. El primer entrenamiento es la introducción al proyecto SIGPME, en la cual se presenta el proyecto, se socializa el equipo de trabajo, las cuatro fases del proyecto, se explica que es el MCRS, los KPI y las reuniones que se van a implementar, este entrenamiento es solo informativo y el único objetivo es dar a conocer el alcance del proyecto.

Figura 28. Presentación del SIGPME



7.4.2 Mapeo de Procesos. El entrenamiento consiste en explicar que es un mapa de proceso, los tipos de procesos y la importancia de los flujogramas, este entrenamiento es clave ya que los participantes aprenden las técnicas para desarrollar los flujogramas.

Figura 29. Entrenamiento de procesos



7.4.3 Reuniones Efectivas. Gracias a éste entrenamiento los participantes logran conocer las características de una buena reunión, la importancia de prepararse, estructurar y controlar reuniones efectivas. También se define los términos de referencia TOR, la importancia de manejarlo y de generar el listado de acciones.

7.4.4 Seguimiento a Intervalo Corto SIC. Durante el entrenamiento se define qué es el SIC, las ventajas de hacer el seguimiento, por qué utilizarlo y definimos las cinco herramientas que se utilizarán en el proyecto.

7.4.5 Entrenamiento en KPI. En el entrenamiento en KPI se define qué son los indicadores claves de mantenimiento KPI, como se calculan y usan para la toma de decisiones en planeación y ejecución, como se organizan por niveles y las características de un buen indicador.

Figura 30. Entrenamiento en KPI

ENTRENAMIENTO EN KPIS.

Durante el entrenamiento los supervisores lograron comprender la importancia del uso de los indicadores. Se les mostro de manera general los principales KPIS que utilizaremos en las flotas y su manera de interpretarlos y calcularlos.

7.4.6 Entrenamiento en RACI. Una vez terminados todos los flujogramas de cada proceso elaboramos las matriz de roles y responsabilidades RACI, en la matriz RACI están todas las actividades y cargos involucrados en cada proceso. El

entrenamiento en RACI tiene como objetivo explicar que es la matriz y diligenciarla con el equipo de trabajo para después crear las cartas descriptivas roles y responsabilidades de cada cargo.

Figura 31. Entrenamiento a supervisores matriz RACI



A continuación esta la tabla resumen del estado de los entrenamientos en la flota de tractores y excavadoras, en los tres meses de trabajo se capacito el personal de la flota como evidencia quedan las asistencias, que se registraron en el formato único de registro de entrenamientos el cual es entregado al departamento de capacitación y talento humano de Drummond LTD.

Figura 32. Formato único de registro de entrenamientos

ESTADO DE LOS ENTRENAMIENTOS

Tema de Entrenamiento	Cuando	# personas entrenadas	Estado
Introducción al proyecto	Marzo 2 - 2013	23	Completado
Mapeo de Procesos	Marzo 13- 2013	23	Completado
Reuniones Efectivas	Abril 2-2013	28	Completado
SIC. Seguimiento a intervalos Cortos	Abril 11-2013	95	Completado
KPIs	Mayo 7- 2013	23	Completado
Flujo grama PM largo	Mayo 20-30-2013	98	Completado
Flujo grama PM corto	Mayo 20-30-2013	98	Completado
RACI Accountable, Responsable, Consultado e informado.	Mayo 28 - 2013	15	Completado

Jose Arzuaga, Orlando Puello y Ramon Efros fueron seleccionados como entrenadores internos los cuales se encargan de socializar a los técnicos todo lo implementado durante el proyecto



7.5 FASES DEL PROYECTO SIGPME

La implementación del SIGPME como sistema integrado de gestión es de 40 a 42 semanas, y está dividido en cuatro fases las cuales están claramente definidas por las actividades que se desarrollan.

7.5.1 Flujogramas. Esta fase está planeada para una duración de una a tres semanas y como su nombre lo indica el objetivo es desarrollar todos los flujogramas de cada proceso, esta fase es clave para identificar las oportunidades de mejora ya que los flujogramas se elaboran con un equipo de trabajo altamente calificado.

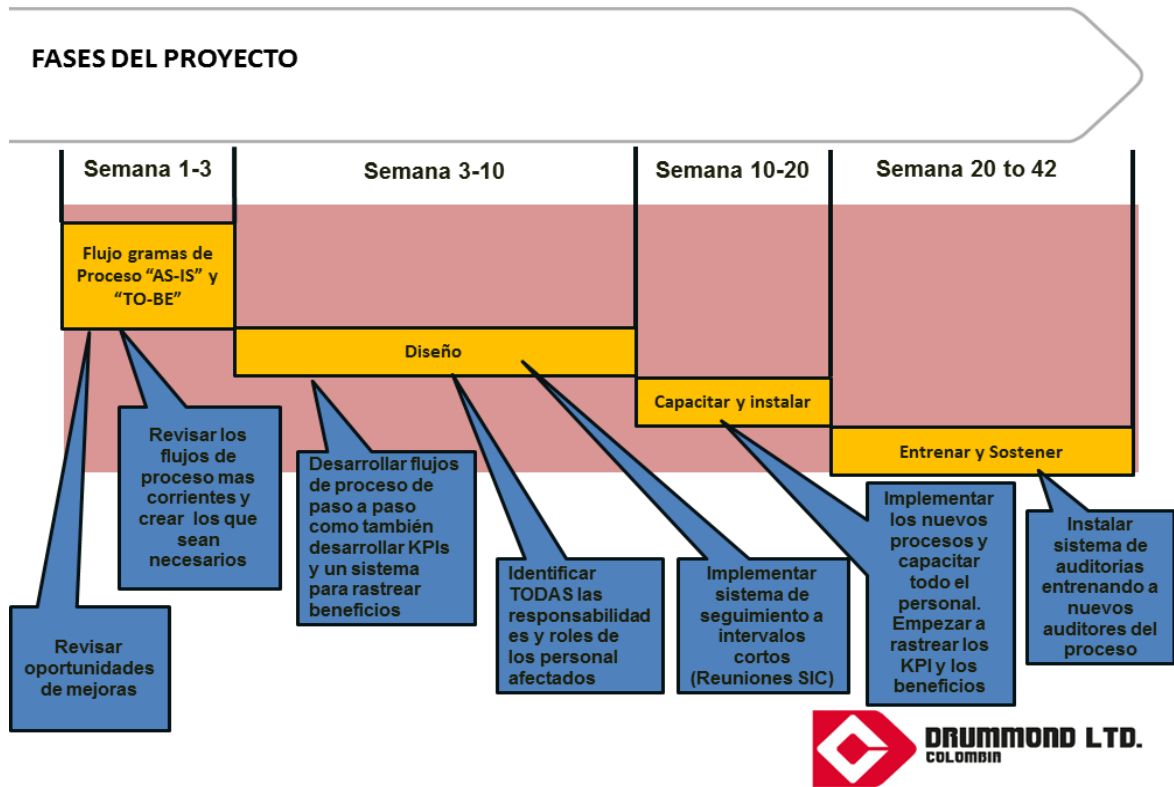
7.5.2 Diseño. Una vez desarrollados, revisados y aprobados por gerencia todos los flujogramas comienza la fase de diseño del proyecto, la cual requiere un estudio estratégico de cómo se van a desarrollar el total de actividades para la implementación, su duración es de tres a diez semanas tiempo en el cual se realizarán las siguientes actividades:

- Desarrollar los flujogramas TO-BE de cada proceso paso a paso, jerarquizando cada actividad y gestionando los recursos necesarios para la realización
- Definir los KPI para medir y controlar el paso a paso de cada proceso
- Diligenciar la matriz roles y responsabilidades RACI
- Definir los periodos de las reuniones de seguimiento a Intervalo corto

7.5.3 Capacitación e instalación. Durante esta fase se capacita a todo el personal de mantenimiento de la flota, estas capacitaciones no tienen contenido técnico ya que el objetivo es facilitar la implementación de todas las actividades desarrolladas en la fase de diseño, la duración es 10 a 20 semanas y termina cuando estén instaladas todas las reuniones del proyecto.

7.5.4 Entrenamiento y Sostenerlo. Esta es la última fase del proyecto, comienza con el entrenamiento de los auditores internos los cuales serán los encargados de auditar las reuniones del proyecto, cuando el resultado de las auditorías sea igual o superior al 90% el proyecto se entregará al líder de la flota, el cual será el responsable de sostenerlo.

Figura 33. Fases del proyecto



8. IMPLEMENTACIÓN DEL SIGPME

8.1 DISEÑO DEL SIGPME

El diseño del SIGPME se hizo de forma estratégica con la intervención de la media y alta gerencia, la cual definió el alcance, estableció la ruta y forma de trabajo con el fin de minimizar la ausencia del personal operativo en el taller de backline, uno de los retos claves del proyecto es involucrar a todo el personal, sin disparar el MTTR de los equipos por falta de técnicos que operen los equipos.

La alta gerencia coordinó con producción y cedieron los espacios y el personal requeridos para trabajar en el proyecto, el resultado del trabajo se presenta semanalmente en la reunión de avance en la cual se muestran los logros y avances de la semana, con los desafíos y planes para la semana siguiente.

8.2 FLUJOGRAMAS DE PROCESO

Los flujogramas son una representación gráfica del algoritmo de un proceso, cada proceso tiene entradas o disparadores, una secuencia de pasos o actividades lógicas y una o múltiples salidas; cada paso del proceso es representado por un rectángulo o rombo que contiene una breve descripción y el responsable de ese paso en el proceso, los pasos están enumerados y unidos con flechas que indican la dirección del flujo del proceso.

Para desarrollar los flujogramas de proceso, se requiere un grupo interdisciplinario de seis a ocho personas que trabaje directamente en cada proceso, la metodología para desarrollar los flujogramas consiste en entregarles a todos los participantes memos en blanco, donde se van a escribir las actividades que ejecutan en el día a día y con ayuda de un moderador, desarrollar el flujograma

AS-IS (como está) de cada proceso, todas las oportunidades de mejora se anotaron dentro de una nube y se colocaron al lado de la actividad.

Al terminar los flujogramas AS-IS de cada proceso se sistematizaron en Microsoft Visio, se documenta y se presentará el siguiente día al mismo equipo de trabajo que lo desarrolló para revisar el AS-IS y rediseñar el paso a paso de las actividades con el grupo, discutiendo las mejoras y cambios en el proceso, la técnica para diseñar los flujogramas TO-BE (como queremos) consiste en estudiar y replantear las nubes, adicionar mejoras y eliminar actividades que no añaden valor y generan demoras, los flujogramas TO-BE son presentados a la gerencia los cuales firmarán los flujogramas TO-BE.

Figura 34. Desarrollo de flujogramas

8. FLUJOGRAMA DE PM CORTO FLOTA DE TRACTORES.

AS-IS	TO-BE
	
<p>Se lograron mejoras al proceso de PM corto en tractores al identificar mejoras en su equipo de soporte, en algunas herramientas que se requieren los técnicos y en la mejora en la ruta de los técnicos al reclamar checklist y partes.</p>	

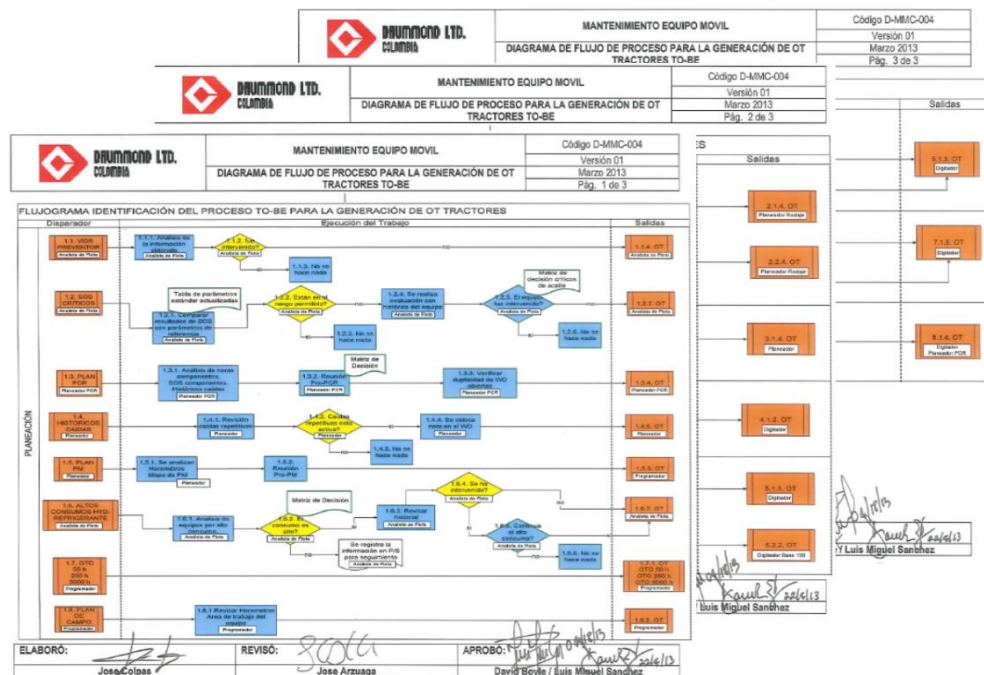


DRUMMOND LTD.
COLOMBIA

La firma de la alta gerencia no solo es la aprobación del documento, es también el compromiso de respetar el algoritmo del proceso, gestionar los recursos y el visto bueno para comenzar la implementación, en el SIGPME se desarrollaron los siguientes flujogramas:

8.2.1 Flujograma Generación de la OT. Es el primer flujograma de proceso, se realizó con el apoyo de dos planeadores, un supervisor, el coordinador de PM, el asistente de superintendente, base dos y dos técnicos, con una duración de seis horas el AS-IS y cuatro horas el TO-BE, en éste flujograma se registraron todas las áreas de donde llegan los llamados, una vez identificados los disparadores de cada área se hace el paso a paso de todas las actividades registrando de una vez quien es la persona que ejecuta cada tarea hasta cuando se abre en el sistema la orden de trabajo.

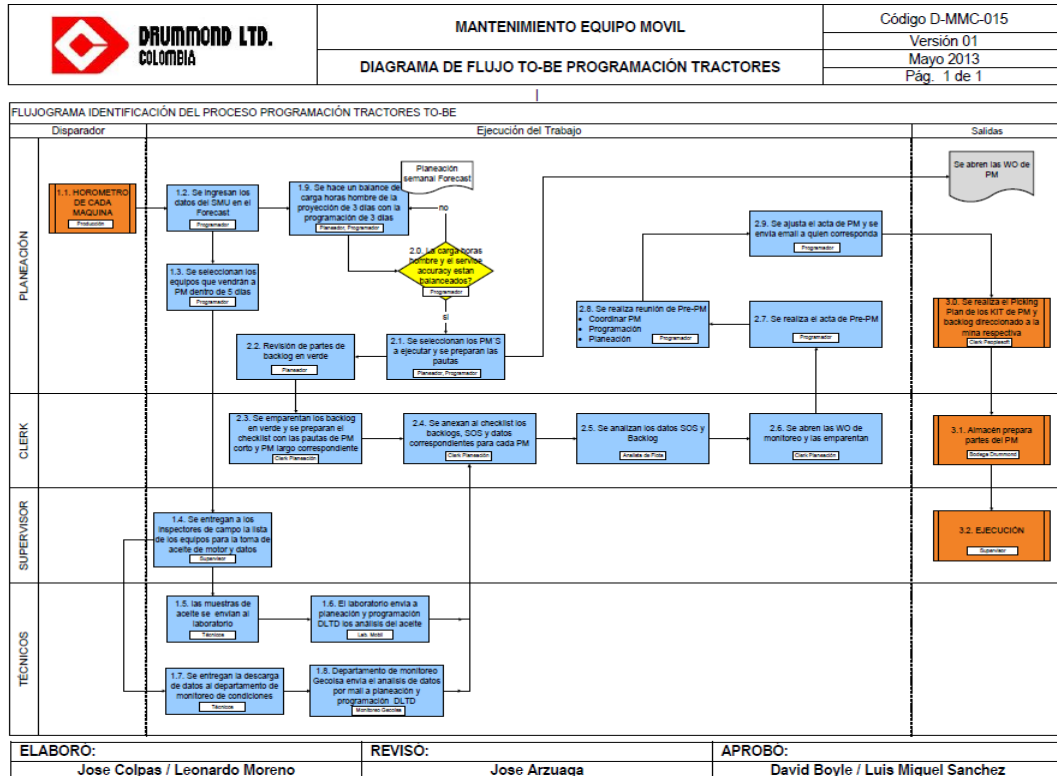
Figura 35. Flujograma generación de la OT



Gracias al flujograma generación de OT se detectaron falencias en el análisis del consumo de hidráulico lo que generó una capacitación por parte de Exxon Mobil y la creación de una matriz de decisión de consumo de aceite en los equipos, otra oportunidad de mejora detectada en el flujograma es en el reporte de los equipos caídos en campo, el llamado se hacía directamente del supervisor de producción al supervisor de mantenimiento y éste enviaba a los técnicos sin OT a trabajar en el equipo, ahora el supervisor solo recibe equipos de la base lo cual garantiza que todas las fallas en los equipos son reportadas.

8.2.2 Flujograma Programación del PM. El disparador del flujograma es el hodómetro de la máquina que cuando llega a 250 horas el equipo es traído al taller para ejecutar el mantenimiento, cuatro días antes de la ejecución se seleccionan los equipos y se le entrega la lista a los técnicos en campo para hacer la inspección y la toma de muestra de aceites a los componentes, éstas se envían al laboratorio de Mobil para hacer el análisis de aceite, la lista de equipos programados se envían dos días antes a rodaje para hacer la inspección del tren de rodaje, la inspección de rodaje y los técnicos, más los SOS se anexan al check list y backlog para analizarlo un día antes del PM es la reunión PRE-PM, en esta reunión se seleccionan que tareas se van a hacer en la máquina y cuales se diferirán para el siguiente PM, al terminar se envía el acta Pre-PM al supervisor para que solicite el equipo y al clerk para que tramite los repuestos del equipo.

Figura 36. Flujograma Programación del PM



Al elaborar el flujograma de programación PM se encontraron falencias en la captura de los hodómetros los cuales se hacen de forma manual, en adelante los encargados de las islas de combustibles serán los encargados de capturar el hodómetro. Con el flujograma se creó la matriz de rodaje, con la cual se estandarizo el criterio del personal de rodaje, en la matriz se define las medidas y tolerancias para definir si el equipo está fallando o no.


8.2.3 Flujograma Ejecución del PM. Este es el flujograma más complejo y detallado del proyecto, el disparador es la programación diaria del PM o el acta de la reunión Pre-PM, luego el planeador imprime el check lists y la lista de tareas que se van a ejecutar, esta lista es entregada del supervisor a la pareja de técnicos quienes se encarga de hacer una inspección antes de enviarlo a lavar,

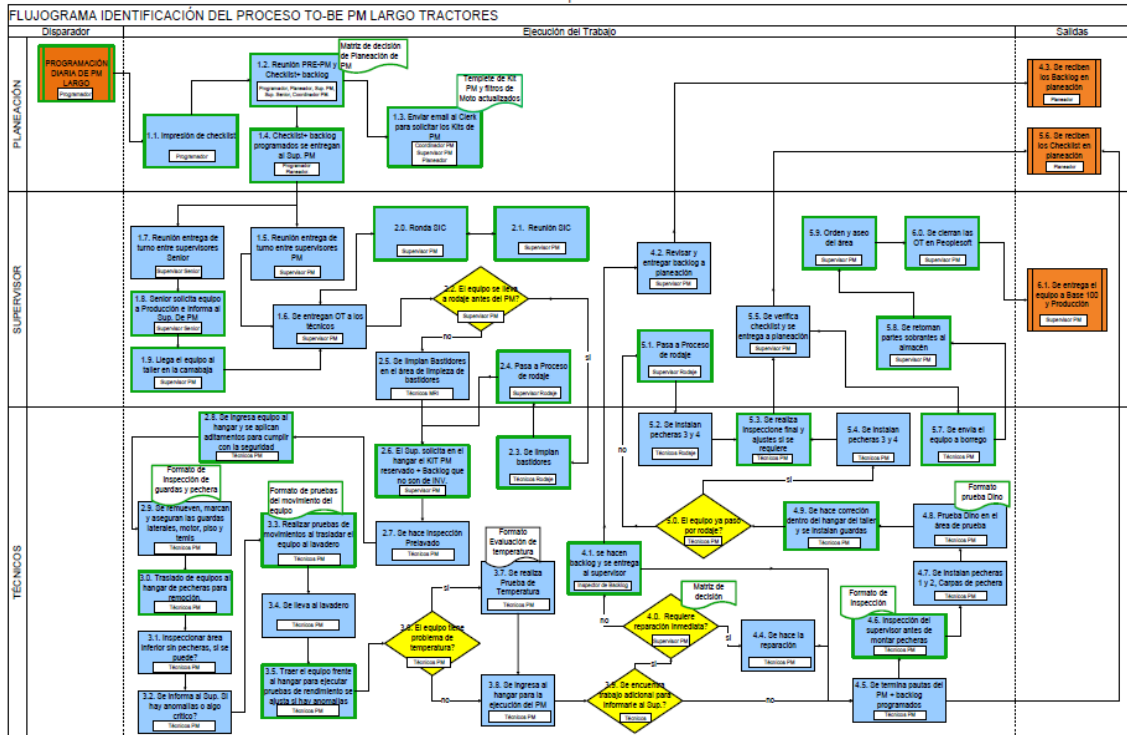
una vez se lava el equipo se trae al hangar dentro del taller, se hace la evaluación de temperatura y comienza la ejecución del mantenimiento, si durante la ejecución del mantenimiento se encuentra un trabajo adicional se informa al supervisor para que este apruebe la ejecución del trabajo, de lo contrario se termina el mantenimiento preventivo y se entrega a base 100 para que estos los entreguen a producción.

El aporte de este flujograma es muy significativo ya que se rediseño el proceso de ejecución del PM, se recortaron y fusionaron varias tareas e inspecciones y se incluyeron las reuniones y rondas SIC, las cuales se desarrollan durante cada turno de trabajo. Además del rediseño se crearon varios formatos y matrices entre los que tenemos:

- Templetas de partes requeridas para cada PM en People Soft
- Formato de inspección y prueba del movimiento en los equipos
- Formato evaluación por altas temperatura
- Formato de inspección antes de montar pecheras
- Formato prueba Dino (prueba antes de la entrega)

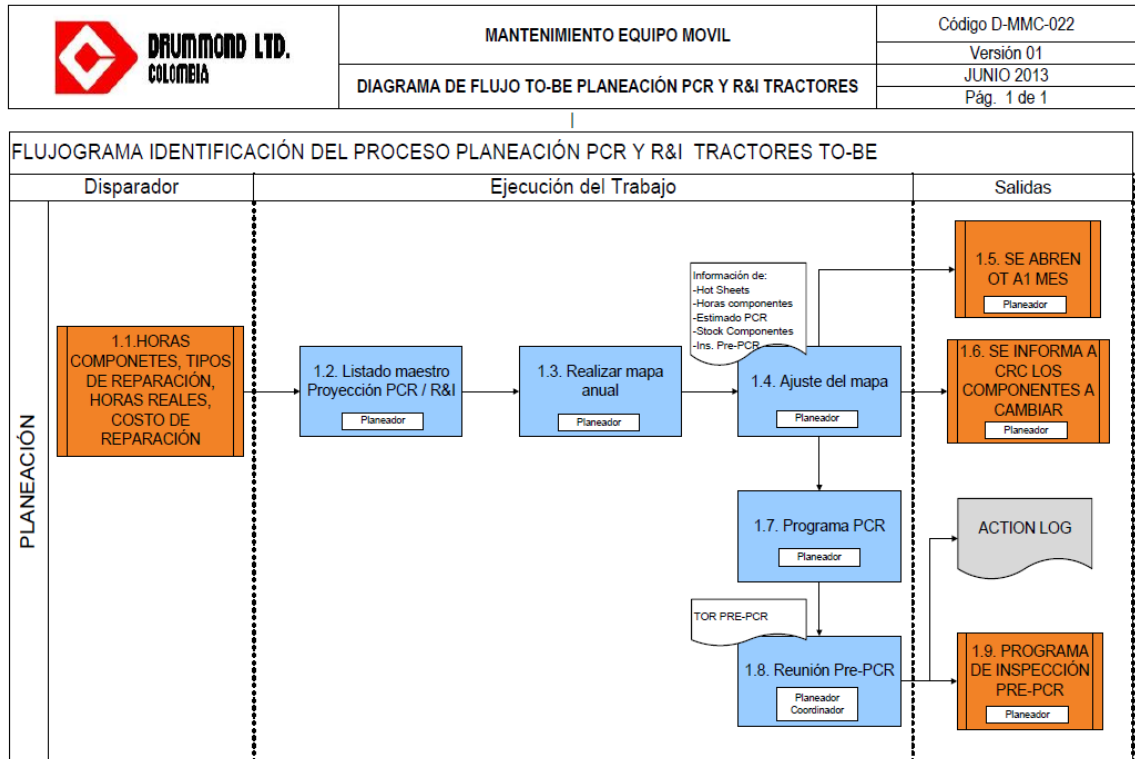
Figura 37. Flujograma ejecución del PM

	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL	Código D-MMC-008
	DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO TO-BE PM LARGO TRACTORES	Versión 01
		Abril 2013
		Pág. 1 de 1



8.2.4 Flujograma Planeación R&I. El flujograma planeación PCR y R&I tiene un único disparador que es el hodómetro del componente presente en la máquina, según el número de componentes a cambiar puede pasar a R&I o a PCR, cuando el componentes se pasa del target horas de servicio, se revisa la proyección en el mapa anual el cambio de componentes, informando al CRC (Proveedor Gecolsa) para que garantice disponibilidad del componente una semana antes, en la reunión Pre-PCR se revisa componente por componente y se abre la orden de trabajo para hacerle la inspección pre-PCR en campo o avisar a CRC si no ha llegado el componente.

Figura 38. Flujograma planeación R&I



8.2.5 Flujograma Ejecución R&I. El disparador del flujograma es la orden de trabajo para cambio de componente hecha por planeación, las cual si es por un crítico de aceite el supervisor tiene 24 horas para comenzar la reparación en el equipo, en caso de que sea por horas componentes el equipos se pide a producción y se solicita el servicio de camabaja para traerlo al taller, una vez el equipo ingresa al taller se solicita el componente y las partes a bodega para que los técnicos hagan la reparación, una actividad que se adicionó al proceso es que los técnicos de Gecolsa deben realizar el encendido inicial y la pre entrega de componentes si se requiere, ya que se presentaban muchos problemas en la reparación por parte de otros contratistas, al asegurar que los técnicos de Gecolsa hagan el encendido y la prueba Dino, automáticamente los técnicos Gecolsa avalan y garantizan la instalación del componente, evitando así las malas reparaciones y las demoras por re trabajo.

diligencia una vez los flujogramas TO-BE son firmados y aprobados por gerencia, el propósito de la matriz RACI es dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Qué actividades deben ser realizadas?
- ¿Qué decisiones deben ser tomadas?
- ¿Quién debe ejecutarlas?

La definición de RACI hace referencia al acrónimo Responsable, Accountable, Consultado e Informado. El Accountable es la persona que es últimamente responsable por la decisión, tiene poder de veto y en algunos procesos puede ser el responsable de la actividad, solo una “A” puede ser asignada a la actividad o decisión. El Responsable es la persona que realiza o ejecuta la actividad, una misma actividad puede tener varios responsables y en ocasiones el responsable también puede ser el Accountable de la actividad, el Consultado es la persona que debe ser consultada antes de tomar la decisión o realizar la actividad y por último el Informado quien es la persona que debe ser informada después de realizar la actividad

8.3.1 Beneficios de la Matriz RACI


- Define expectativas individuales claras
- Reduce redundancia en actividades
- Promueve comunicación más clara – que es realmente necesario
- Reduce niveles de aprobación y minimiza la necesidad de tener consenso en la toma de decisiones
- Reduce tiempo de ciclo en un proceso al eliminar “coordinaciones”
- Provee interfaces claros y definidos entre las áreas / personas
- Se enfoca en las actividades que añaden valor
- Provee a los técnicos la autoridad para realizar el trabajo

8.3.2 La Matriz RACI Puede Ser Utilizada Para

- Clarificar la relación entre “A” y “R”
- Asegurar que “accountability” es establecida al nivel adecuado
- Mover responsabilidades y “accountabilities” al nivel organizacional más bajo posible
- Clarificar el concepto de “A”
- Entender los interfaces entre las diferentes áreas de la empresa
- Identificar brechas en “accountabilities” y responsabilidades
- Proveer a los empleados la autoridad de realizar el trabajo
- Incrementar productividad a través de responsabilidades y “accountabilities” bien definidas
- Eliminar redundancias y mal entendidos
- Eliminar interfaces innecesarios y colocar las “accountabilities” donde corresponden

8.3.3 Metodología Para la Desarrollar la Matriz RACI. Cuando los flujogramas TO-BE son firmados por gerencia, comenzamos el paso uno del desarrollo de la matriz RACI el cual consiste en registrar en una hoja de Excel de forma ascendente todas las actividades enumeradas en cada flujograma de proceso, el paso dos consiste en preparar una lista de todos los cargos que participan en cada proceso, estos nombre se ordenan y registran en la parte superior, el paso tres es el desarrollo de la matriz para la cual selecciona el grupo de personas que diseñaron el flujograma y el asistente de superintendente los cuales una vez entrenados comienzan a asignar el RACI de cada línea (actividad) teniendo cuidado de asignar una sola A por tarea.

Figura 40. Matriz RACI

 Responsible = R = La persona(s) quienes están involucrados en o actualmente hacen la actividad. Últimamente Responsable (en ingles: Accountable = A) = La persona quien tiene el poder de decisión SI/NO y es dueño del resultado de la actividad Consultado = C = La persona(s) quienes se tienen que consultar sobre la actividad porque tiene algún interés en la actividad Informado = I = La persona quien se tiene que informar porque la actividad PUEDA que afecte otras tareas por cuales esta persona es		V.P. de Mina	VP Finanzia	Mgr de Mantenimiento de Mina	Supt de Mantenimiento de Mina	Ass't Super de Mito. de Mina	Lider de la flota	Lider de Planeacion	Coordinador de Campo	Coordinador de PM	Coordinador PCRY R&I	Supervisor de campo DLTD	Senior Sup. de Mito de Mina	Supervisor de PM de linea	Supervisor de PCRY R&I	Tecnicos	Sup. de Rodaje	Sup. de mito. GECOLSA	Clerk Peoplesoft	Clerk Planeación	Inspector de backlog	Planeadores	Programador	
006-FLUJOGRAMA IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO TO-BE PARA PM CORTO TRACTAMIENTO																								
PLANEACIÓN																								
1.1.PROGRAMACIÓN DE PM CORTO						I				I/C												A/C	R	
1.2.Impresión de checklist y documentos anexos																							A/R	
1.3.Reunión Pre- PM						I				C		I				I							A/R	
1.4.El clerk solicita los Kits de PMX y se los entrega al Sup. Senior											I	I				I			R				A	
1.5.Checklist + Backlog Programados se entregan al Sup. Senior										I		A				I							C	R
2.3. Se reciben Checklist en planeación												A				R							I	I
2.9. Revisar y entregar backlog a planeación												A				R						R	I	
3.0. SE RECIBEN BACKLOG EN PLANEACIÓN																								A/R
SUPERVISOR																								
1.6. Reunión entrega de turno Supervisor Senior TOR reunión						I/C	I/C					I	A/R											
2.4. Se entrega el equipo al Sup de Campo												I	I/C			I								I

En el paso cuatro se analiza y valida la matriz RACI en el análisis se redistribuyen las cargas, se cambia si es posible las A por R, se eliminan la mayor cantidad de C que se puedan, lo anterior se hace con el fin empoderar a los responsables y evitar las demoras administrativas de necesitar permisos para ejecutar las tareas. El paso cinco es obtener la participación y retroalimentación de todo el personal de la flota, para ello se requiere socializar y estar dispuesto a hacer las correcciones necesarias sugeridas por el personal.

El paso seis consiste en generar las cartas descriptivas de cada cargo para el cual se toma el cargo y se resalta con amarillo toda la columna, luego resaltamos con verde todas las actividades en la cual aparece una R al terminar, se copian y pegan en una hoja aparte todas esas actividades en la cual es el responsable de la tarea, se redacta mejor si se requiere y se entrega en forma de carta a cada cargo, éstas son las cartas roles y responsabilidades de cada cargo la cual deben de ser firmadas y entregadas a recursos humanos.

8.4 IMPLEMENTACIÓN DE LOS KPI DE PISO

Uno de los paradigmas a cambiar con el proyecto SIGPME, es que los indicadores y los procesos son para planeación que tienen tiempo no para ejecución, por ende se hace necesario generar el cambio en la mentalidad y la forma de trabajar de los supervisores y técnicos. Después del entrenamiento en KPI comienza la implementación de los KPI de piso que están resumidos en la siguiente tabla:

Figura 41. KPI

ÍNDICES DESEMPEÑO DIARIO_PM											
	Departamento	Mtto Dozers									
	Área	PM									
				12-oct		13-oct		14-oct		15-oct	
	Grupo Ejecutor			1	3	1	3	1	3	2	3
Item	KPI	U/M	Planeado	Ejecutado		Ejecutado		Ejecutado		Ejecutado	
				Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche
1	Disponibilidad D11	%	80	80		81		83		86,13	
2	Disponibilidad 345	%	80	82		96		99		90,23	
3	Disponibilidad D10R	%	80	84		76		84		91,35	
4	# Incidentes	#	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	# Contactos FACE TO FACE	#	4	4	4	4	4	4	4	5	4
6	Confiabilidad (# Equipos Caídos al día siguiente del PM)	#	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	% Ausentismo	%	10	5,8	5,6	5,8	5,6	5,8	5,6	11,8	5,6
8	Horas Hombres Disponibles	HH	198	176	198	176	154	176	154	165	154
9	Past Due	#	0	2	0	1	0	3	0	0	0
10	Demoras	hrs	4	27	33	26	44	18	55	43,73	49

8.4.1 Disponibilidad D11. Este indicador lo calcula planeación de forma diaria gracias al query LM_available_DOZ el cual toma el MTBS y el MTTR de todos los equipo agrupados por modelos y entrega la disponibilidad del día y la acumulada del mes. Para el cálculo de los MTBS y MTTR People Soft requiere como datos de entrada el número de horas trabajada por todos los equipos, el número de caídas y el tiempo que demora la reparación, estos datos se alimentan manualmente gracias a la captación de los hodómetros en las islas de combustible. Si bien el supervisor no calcula este indicador es responsabilidad de preguntárselo al

planeador y registrarlo en la tabla de KPI, lo anterior se hace con el fin de que el supervisor conozca y se involucre con la disponibilidad de los equipos y mejore también la comunicación con planeación.

El target requerido por gerencia es de 80% y la disponibilidad comienza en cero cada mes por ende no es acumulativa, si la disponibilidad es baja significa que hay pocos equipos operativos lo cual nos es bueno para el negocio, pero si la disponibilidad es muy alta no necesariamente significa que sea bueno, ya que de cierta forma puede significar que no se están haciendo los mantenimientos en el tiempo requerido por ende el número ideal para la flota es 85%

8.4.2 Número de incidentes. Este es un KPI de seguridad y mide cuantos incidentes pasaron en el turno, el objetivo es que sea cero, Drummond LTD. tiene una política de seguridad centrada en el ser cuyos dos pilares son si no es seguro no se hace y cuida tus manos.

8.4.3 Número de Face To Face. El programa seguridad centrada en el ser, tiene dos herramientas claves la primera es el vigía de seguridad, la cual consiste en sacar un supervisor de taller un día al mes y enviarlo a otro taller a inspeccionar y a ser de vigía, de esa inspección se genera un reporte de seguridad el cual se socializara con todo el departamento de equipo de móvil, la segunda herramienta son los face to face los cuales son contactos del supervisor al técnico que se hacen de forma verbal y escrita en la cual el supervisor de cada área le informa si lo vio trabajando sin las condiciones requeridas de seguridad, gracias a estos contactos se disminuyeron notablemente los accidentes y se logró que todo el personal de la flota empleara los EPP en cada tarea

8.4.4 Confiabilidad (número de equipos caídos al día siguiente del PM). Gracias al query LM_reliability_DOZ de People Soft es posible conocer si algún equipo cayo 24 horas después de realizado un PM, el MTBS de los tractores y

excavadoras es de 70 horas significa que un tractor cae después de trabajar las 70 horas, para cumplir con el MTBS la ventana de oportunidad para hacer las reparaciones es el PM; si un equipo llega a caer antes de 24 horas se hace un análisis con el supervisor de campo y PM para detectar la falla y retroalimentar a los técnicos que trabajaron en el PM.

8.4.5 Porcentaje de Ausentismo. Se calcula como el número de técnicos que no se presentaron a trabajar sobre el número total de técnicos de la flota, actualmente la flota cuenta con 16 técnicos para ejecutar PM los cuales trabajan en parejas por cada equipo, si el ausentismo es alto significa que no habrá personal para ejecutar los PM por ende quedarán equipos con demoras por personal.

8.4.6 Horas Hombre Disponible. Es el número total de horas hombres disponibles para ejecutar el PM, se calcula multiplicando el número de técnicos que llegaron a trabajar por las 11 horas que dura el turno.

8.4.7 Equipos Past Due. Los equipos past due son los equipos programados para el PM que por cualquier razón no llegaron al taller durante el turno, el hodómetro entre PM y PM es de 250 horas, por lo general el supervisor solicita el equipo a producción para que envíe el equipo en 24 horas, si éste no llega en el tiempo planeado se ingresa como equipo past due para hacerle mayor seguimiento.

8.4.8 Demoras. Este indicador es la suma de todas las demoras durante el turno PM, considerando demora como todo aquello que interfiera en el proceso de ejecución de una tarea de tal manera no se logre culminar en el estimado de tiempo acordado.

8.5 IMPLEMENTACIÓN DE LAS REUNIONES DEL SIGPME

El SIGPME como sistema integrado de gestión se basa en el control y reporte de indicadores, una vez los indicadores de piso están implementados y todo el personal de la flota está capacitado en reuniones efectivas, se comienza a implementar las reuniones de seguimiento a intervalo corto, todas las reuniones del sistema cumplen con los términos de referencia TOR, el TOR es la bitácora donde está el paso de cada reunión, los elementos del TOR son:

- Frecuencia, día, hora y duración.
- Lugar.
- Objetivos de la reunión.
- Entradas y salidas.
- Participantes se dividen en tres grupos, el líder que como su nombre lo indica lidera la reunión, los claves que no deben faltar a la reunión y los opcionales quienes serán personas que como su nombre lo indica pueden o estar en la reunión.
- Agenda están los seis pasos y la persona responsable de cada paso.
- Normas de comportamiento.
- KPI indicadores a analizar en la reunión

Figura 42. Reunión de revisión de tableros SIC

TOR – Reunión de Revisión de Tablero SIC (PM-PCR-R&I- TRACTORES)

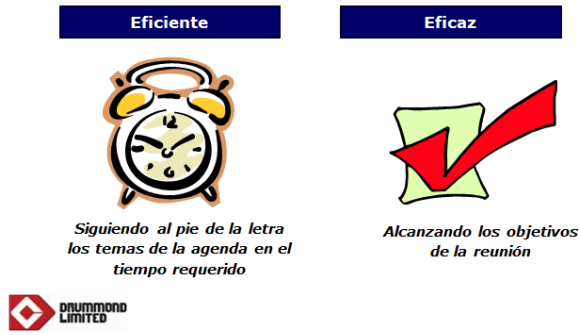
<p>FRECUENCIA: Diaria, 2 veces por turno DIA Y HORA: Turno día: 10:00 y 14:00 hrs Turno noche: 22:00 y 02:00 hrs – Duración 15 minutos LUGAR: Frente al tablero SIC de PMs</p>	<p>PARTICIPANTES Líder: Supervisor DLTD Claves: Coordinador de PM, Supervisor PM, y Técnico Líder de Backlogs Opcionales: Asistente Superintendente, Coordinador PCR DLTD, Supervisor NAPA, Supervisor Tecnofuego, Representante Bodega, otros representantes según sea necesario</p>												
<p>OBJETIVO</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Revisar que las tareas asignadas al inicio del turno estén siendo ejecutadas de manera segura según el programa y si hay retrasos, documentarlos en el tablero y evaluar como mitigar el retraso a través de acciones ▪ Decidir cambios en el alcance, recursos y prioridades 	<p>AGENDA</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 80%;">1. Actualización de seguridad</td> <td style="width: 20%;">Supervisor DLTD</td> </tr> <tr> <td>2. Comentario de Orden y Aseo</td> <td>Supervisor DLTD</td> </tr> <tr> <td>3. Revisar acciones correctivas de la revisión previa del tablero</td> <td>Supervisor DLTD</td> </tr> <tr> <td>4. Registrar demoras y hacer los cuestionamientos pertinentes</td> <td>Supervisor DLTD</td> </tr> <tr> <td>5. Verificar cumplimiento de estimados</td> <td>Supervisor DLTD</td> </tr> <tr> <td>6. Verificar # de backlogs generados</td> <td>Líder de Backlogs</td> </tr> </table>	1. Actualización de seguridad	Supervisor DLTD	2. Comentario de Orden y Aseo	Supervisor DLTD	3. Revisar acciones correctivas de la revisión previa del tablero	Supervisor DLTD	4. Registrar demoras y hacer los cuestionamientos pertinentes	Supervisor DLTD	5. Verificar cumplimiento de estimados	Supervisor DLTD	6. Verificar # de backlogs generados	Líder de Backlogs
1. Actualización de seguridad	Supervisor DLTD												
2. Comentario de Orden y Aseo	Supervisor DLTD												
3. Revisar acciones correctivas de la revisión previa del tablero	Supervisor DLTD												
4. Registrar demoras y hacer los cuestionamientos pertinentes	Supervisor DLTD												
5. Verificar cumplimiento de estimados	Supervisor DLTD												
6. Verificar # de backlogs generados	Líder de Backlogs												
<p>PREGUNTAS QUE SE DEBEN HACER</p> <ul style="list-style-type: none"> • En seguridad: ¿Hubo algún evento de seguridad para reportar? ¿Algún RAIC u observación generado? • De las tareas pendientes en el tablero: ¿se le dio solución a alguna? Si la respuesta es sí, ¿cómo?, si la respuesta es no, aplicar los 5 por qué y determinar una nueva fecha si es necesario. • Revisando la tabla de demoras: ¿se ha generado alguna demora desde la última reunión SIC? ¿qué acciones se harán para que esta demora no impacte negativamente el estimado inicial? • Sobre los posibles generadores de demoras: ¿hay trabajo encontrado desde la última SIC? ¿qué tratamiento se le debe dar según la matriz de prioridades? • Sobre el cumplimiento: ¿Cuáles equipos deben ser entregados antes de fin de turno según el programa? ¿se cumplirá? Si la respuesta es no, ¿por qué? • Los backlogs que se han generado hasta el momento, ¿fueron verificados? ¿son 100% confiables? 	<p>NORMAS DE COMPORTAMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Respetar a los demás y ser honesto ▪ Desafiar las ideas y no a las personas ▪ No hay jerarquía, todos trabajamos juntos ▪ Venir preparado: 40% preparación, 20% reunión, 40% seguimiento ▪ Enfocarse en las diferencias: plan vs. actual ▪ Asignar sustitutos para cuando no pueden asistir ▪ Empezar y terminar a tiempo ▪ El silencio se interpretara como acuerdo 												
<p>ENTRADAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tablero SIC actualizado 2. Reporte de Demoras 3. Listado de acciones 4. Backlogs generados 5. Reporte equipos Down actualizado 	<p>SALIDAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lista de acciones actualizada 												
<p>KPIs</p> <p>Horas de demora, numero de equipos detenidos, numero de imprevistos, número de backlogs generados</p>													



Todas las reuniones SIC tienen que ser efectivas, es decir deben comenzar a tiempo seguir al pie de la letra los pasos y terminar en el tiempo pactado, para ser eficientes se requiere cumplir con el TOR y para ser eficaces debemos generar acciones que mejoren el desempeño, si realizamos esas acciones en el tiempo pactado las reuniones son efectiva.

Figura 43. Reuniones efectivas

En las Reuniones debemos ser tanto eficientes como eficaces, es decir ***Efectivos***



Fuente: Drummond LTD.

¿Por qué las reuniones SIC deben ser efectivas?

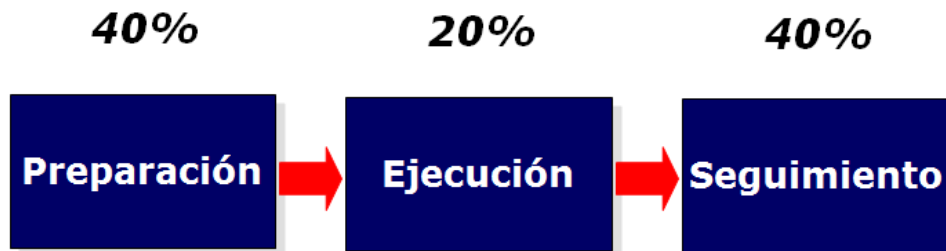
- Las reuniones efectivas son un requerimiento esencial para gerenciar el desempeño de la planta / organización.
- Las reuniones mal conducidas representan una gran cantidad de tiempo perdido y frustración en muchas organizaciones.
- Las reuniones crean oportunidad para fomentar la integración de equipos y ejercer el rol de liderazgo modelo.
- A medida que organizaciones son más flexibles existirán más reuniones, lo que lleva a la importancia de las habilidades en reuniones sea aún mayor.

¿Qué pasa cuando las reuniones SIC no van bien o no son efectivas?

- No existe una agenda o está mal preparada
- Falta de preparación
- Mucha gente o la gente que no se necesita
- Empieza tarde o se prolonga más de lo acordado

- Interrupciones o comportamientos inadecuados
- Comportamiento de confrontación y conflicto
- No se asignan acciones
- Las acciones no son completadas

¿Cuánto tiempo se debería usar en las reuniones para que sean efectivas?



Durante la etapa de preparación como su nombre lo indica se prepara la agenda, se calculan y levantan los KPI a discutir, el tiempo aproximado es del 40% , es decir, el doble de los que dura la reunión, entonces, si la reunión dura 15 minutos el tiempo de preparación de los KPI deber ser de 30 minutos, el 20% de la ejecución es el tiempo de duración de la reunión durante este tiempo se debe cumplir con los pasos del TOR velando siempre por la generación de acciones para el mejoramiento, el 40% restante se evalúa la reunión haciendo el seguimiento a las acciones capturadas y completando las acciones pendientes.

Las reuniones que se montaron durante al proyecto son:

8.5.1 Reunión Seguimiento a intervalo Corto SIC. Es la reunión donde se analizan y discuten los KPI de piso o de taller, su frecuencia es de dos veces por turno se hace a las 10 a.m. / p.m. y 2 a.m. / p.m., su objetivo es revisar que las tareas asignadas al inicio del turno estén siendo ejecutadas de manera segura

según el programa, si hay retrasos documentarlos en el tablero y evaluar como mitigar el retraso a través de acciones.

El líder de la reunión es el Supervisor Drummond de mantenimiento, los participantes claves son el coordinador de PM, el supervisor de PM contratista y el técnico líder, además pueden ser invitados ocasionales el asistente de superintendente, coordinador de PCR, representante de bodega o algún otro empleado contratista que se requiera, la agenda de la reunión comienza con una actualización de seguridad la cual es una revisión corta en la que se comunica alguna novedad o acto inseguro detectado antes de la reunión, el segundo paso es una revisión de orden y aseo del área durante el turno, el tercer paso es revisar el tablero SIC de acciones correctivas, aquí se revisa si las acciones registradas en el tablero se cumplieron o no en la fecha pactada y si impactaron en el mejoramiento continuo, el cuarto paso es revisar las demoras durante el turno y hacer el cuestionamiento de los cinco por qué, si se requiere, una vez detectada la causa raíz de la demora se registra en el tablero SIC con la solución, el responsable y la fecha de entrega, el quinto paso es verificar el cumplimiento de entrega de los equipos a producción.

La reunión SIC es la reunión más importante del proyecto ya que por su frecuencia y por ser en el taller, permite detectar los problemas a tiempo cuando están en la fase inicial antes de que comiencen a crecer, si se detectan los problemas y se toman las acciones a tiempo para mitigar las demoras el mejoramiento continuo se transforma en un hábito que hace cultura en el taller.

8.5.2 Reunión Inicio de Turno. Esta se da una vez al día a las 6 a.m. / p.m., sus objetivos son:

- Comunicar el desempeño del día anterior
- Asignar trabajo y distribuir las órdenes de trabajo del turno

- Aclarar cualquier duda acerca de las labores asignadas, según sea necesario
- Comunicar temas de seguridad relacionados con el trabajo asignado (por ejemplo, las condiciones climáticas, tipo de equipo, el procedimiento de bloqueo, etc.)

Los KPI de entrada para la reunión inicio de turno son el cumplimiento del programa (% tractores entregados a tiempo), las demoras reportadas el día anterior, la disponibilidad de los modelos y el ausentismo del grupo, al comunicarle estos indicadores a los técnicos además de informales sobre su rendimiento buscamos alinear su comportamiento con la visión del proyecto.

El líder de la reunión es el supervisor Drummond quien socializa los indicadores con los técnicos y personal contratista que está trabajando en el taller, la agenda de la reunión comienza con la reflexión de seguridad, luego se comunican los KPI que son el resultados del día anterior, el tercer paso es asignar los trabajos para ejecutar en el turno terminando en ronda donde se aclaran las dudas del trabajo.

8.5.3 Reunión Entrega de Turno. Se hace a las 5:15 a.m. / p.m. su objetivos es revisar el desempeño del turno anterior, el de las empresas contratistas y definir soluciones para resolver las desviaciones reportadas, además de revisar retrasos, documentarlos en el tablero y evaluar cómo mitigar el retraso a través de acciones, la reunión entregada de turno sirve para conocer el estado de las actividades en proceso y las actividades pendientes para realizar en el turno entrante así se pueden decidir cambios en el alcance según prioridades.

La reunión se da entre el supervisor saliente y entrante, tiene como participantes opcionales el coordinador de PM y el asistente de superintendente de la flota, el paso uno y dos de la agenda son la actualización de seguridad y los comentarios de orden y aseo los cuales son el resumen del día, el tercer paso es la revisión de acciones pendientes en el cual se revisa nuevamente las acciones del tablero, en

el cuarto punto se revisan los KPI del turno, que es el cuadro resumen del desempeño durante el turno del supervisor saliente, el quinto paso hace referencia a los equipos que se están trabajando en el taller se revisa el cumplimiento de las tareas y estimados, además de los equipos que se están trabajando se revisan los equipos programados al llegar al taller y las nuevas acciones si se requieren.

8.5.4 Reunión Diaria Pre PM. Con el fin de mejorar la comunicación entre planeación y ejecución se creó esta reunión, la cual tiene como objetivo conocer los equipos y tareas programados para el PM, durante esta reunión se ajusta el programa diario según el desempeño obtenido en el turno, se hace seguimiento de partes y equipos de apoyo esto con el fin de no programar la tarea de un equipo si no hay la parte en sitio.

El líder de la reunión es el planeador PM y los participantes claves son el programador, el coordinador y el supervisor PM, como opcionales están el planeador líder y el asistente de superintendente, la agenda de trabajo comienza por la reflexión de seguridad, el segundo paso es revisar las acciones pendientes, el tercer paso es ajustar el programa del acta de la reunión pre PM del siguiente día, el último paso es acordar acciones nuevas.

Los documentos de entrada para la reunión son el acta Pre PM propuesta, el balance horas hombre, el tablero SIC y la lista de prioridades de los equipos, si aplica, la salida de la reunión es el programa Pre PM validado y el registro de acciones actualizado.

8.5.5 Reunión Semanal de Desempeño. Es la reunión donde se revisa el desempeño de la semana anterior, en esta reunión se definen las acciones necesaria para corregir desviaciones en el desempeño, se identifican las oportunidades de mejora, el líder de la reunión es el asistente de superintendente los participantes claves son los coordinadores, planeadores y supervisores del

área, como la frecuencia de la reunión es semanal se requiere crear una tabla con los siguientes KPI Disponibilidad, MTBS, MTTR, Carga y Cumplimiento de programas semanales, Backlog, % MP, % Correctivo, Trabajo identificado diferido. La cantidad de KPI de entrada es mayor a otras reuniones ya que el análisis es semanal por esta reunión requiere mayor preparación que las anteriores.

La agenda de la reunión comienza por la revisión de seguridad, luego comienza la revisión de acciones pendientes cada reunión SIC maneja su propio action log, el tercer paso es revisar los reportes de los índices del desempeño semanal en este punto se analizan, discuten y evalúan la tabla completa de KPI registrando las acciones necesarias para garantizar el mejoramiento, el cuarto punto es revisar la proyección de la semana en este punto se revisa la carga laboral de la semana, incluidos PM, correctivos menores y reparaciones mayores, el quinto punto es la revisión de inquietudes adicionales y el acordar nuevas acciones.

Las salidas de la reunión semanal de desempeño son el registro de acciones actualizadas para el mejoramiento continuo y la proyección de trabajo de la semana, además de informar al asistente de superintendente el desempeño de la semana anterior de esta forma el asistente queda preparado para la reunión reporte estado de área.

8.5.6 Reunión ASR Reporte Estado de Área. La reunión ASR es la reunión en la cual cada asistente de superintendente reporta al superintendente y gerente de mantenimiento el desempeño de la semana anterior, el líder de esta reunión es el superintendente o gerente de mantenimiento, los participantes claves son el líder de planeación y cada asistente de superintendente, los KPI a informar son los mismos de la reunión semanal más unos indicadores de costos propuestos por el gerente, la reunión ASR es la más formal la agenda comienza por la actualización de seguridad, el segundo puesto es la revisión de los action log anteriores por el carácter gerencial de la reunión los action log son privados, los KPI a discutir están

en la siguiente tabla, por cuestiones de tiempo solo se nombra los indicadores por debajo del target a menos que el líder de la reunión requiera aclaración de un KPI en verde, el último punto de la agenda es revisar las nuevas acciones con fecha y responsable.

Figura 44. KPI

Dozer Fleet					
KPI	UDM	R/A/V	Plan	Actual	Comentarios / Problemas / Acciones
Días sin accidentes con lesion incapacitante	días		365	242,0	
# accidentes con lesion en el area ultima semana	casos		0	0,0	
Contactos Face to Face	#		100	163,0	
MTBS D11	Hrs		70,0	68,9	Desviacion de 1.5%
MTTR D11	Hrs		20,0	22,6	Desviacion de 13%. Los equipos no programados que más impactaron 5688 Vibracion de cabina y falla en Bomba de Implementos y 5276 en cambio de Motor 7.900 hrs
MTBS D10	Hrs		70,0	110,2	
MTTR D10	Hrs		20,0	19,3	
MTBS D9	Hrs		70,0	70	
MTTR D9	Hrs		20,0	23,0	Desviacion del 15%, los equipos que mas impactaron fueron 5149 en PCR y 5164 en PCR de Rodaje y maquinado de Alojamiento de Eje Pivote
MTBS 345	Hrs		70,0	55,0	Desviacion del 21.4%, el MTBS de las excavadros 345 viene mejorando, el promedio del año es de 62 horas, Pareto de Fallas 19 % Hyd, 19 % A/C, 15 % Motor y 7% UC
MTTR 345	Hrs		20,0	16,1	
Mean Time to Complete PM X , D11	Hrs		12,0	3,6	
Mean Time to Complete Long PM, D11	Hrs		120,0	125,0	Desviacion de 4%
Demoras PM	Hrs		400	618	PTS: 276 horas (47 %) Control de Implementos y Solenoide de Control E/H 5726 D11T. ADD: 268 horas (46%)
Demoras PCR	Hrs		60	21	
Demoras R&I	Hrs		180	208	PEO: 52 horas (23 %) PTS: 36 horas (16%) ADD: 30 horas (14%)
Demoras PIT 3	Hrs		126	159	LWB: 42 horas (40%) PEO: 39 horas (36 %) PTS: 25 horas (24%)
Demoras Rodaje	Hrs		60	25	

Fuente: Drummond LTD.

8.6 AUDITORIAS

El SIGPME como sistema de gestión basado en control y reporte requiere de reuniones altamente efectivas, a continuación encontraran las preguntas claves a responder con la cual evaluaremos que tan efectiva es la reunión:

- ¿Los objetivos de la reunión fueron alcanzados?
- ¿Todos los temas de la agenda fueron discutidos?

- ¿Todos los participantes contribuyeron en la reunión?
- ¿Todos los problemas fueron abarcados en su totalidad?
- ¿Se alcanzó un consenso general en los principales problemas?
- ¿Fueron asignadas las acciones con responsabilidades claras y con fechas para ser completadas?

Para responder a estas preguntas utilizaremos dos formatos de evaluación, el formato evaluación de reuniones y el formato de rondas los cuales definiremos a continuación:

8.6.1 Formato de Auditorías Reuniones. Consta de 15 preguntas las cuales se califican de 1 a 5 según el desempeño del líder de la reunión, las preguntas se dividen en dos categorías: eficiencia y efectividad, dentro de la categoría de eficiencia evaluamos el uso de la agenda, el registro de las acciones de mejoramiento anteriores, el cumplimiento de las normas de comportamiento y el uso efectivo de los documentos con los cuales se preparó la reunión.

Figura 45. Preguntas sobre eficiencia

Categoría		Comportamiento	Puntaje
Eficiencia			
Agenda/Tiempos	1	El TOR es conocido por todos los asistentes	
	2	Se cumplieron todos los pasos de la agenda en el tiempo acordado	
Acciones	3	La mayoría de las acciones registradas en los tableros están enfocadas en mejorar el desempeño (>85%)	
	4	Las acciones previas fueron completadas a tiempo y las nuevas acciones fueron definidas con tiempos y responsables?	
Reglas	5	Las "Normas de Comportamiento" de las reuniones son seguidas	
	6	El lugar de la reunión es el adecuado con amplio espacio, cuadros, pizarras y soporte técnico (si es necesario)?	
Entradas/Salidas	7	Todos los documentos de la reunión son usados efectivamente y hay suficientes copias	
Subtotal (de 35 posibles)			

Fuente: Drummond LTD.

La segunda categoría está enfocada en cuantificar la efectividad de la reunión con las 8 preguntas restantes medimos la unidad de grupo, el enfoque del líder y la dinámica de la reunión, para asegurar el enfoque de la reunión además del entrenamiento en reuniones efectivas se capacita a los participantes en el análisis causa raíz, de esta forma se pueden generar acciones más efectivas, para terminar se suman las calificaciones sacando el puntaje total el target requerido es de 90%.

Figura 46. Preguntas sobre efectividad

Efectividad		
Unidad del Grupo	8	El facilitador mantiene una posición de neutralidad, impulsando la discusión constructiva desde varios puntos de vista
	9	Información real/con soporte es manejada para tomar decisiones y enfocarse en el problema, no la persona u opiniones sin soporte
	10	Los roles de los participantes son claros y las responsabilidades son manejadas con un sentido de urgencia
Enfoque	11	El desempeño en la reunión esta enfocado en soportar los objetivos de la misma
	12	El lider enfoca sus preguntas en encontrar soluciones que eliminen las causas raices
	13	Los participantes expresan de manera clara y precisa sus ideas
	14	Los participantes se enfocan en eliminar problemas en vez de tener excusas y culpar a otros
Dinamica	15	Decisiones, ideas y acciones son constantemente capturadas y documentadas
		Subtotal (de 40 posibles)
Auditor / Coach:	SIS:	% Puntaje Total (subtotales/75)

Fuente: Drummond LTD.

8.6.2 Formato de Auditorías Rondas. La ronda SIC se hace una hora antes de la reunión SIC, como su nombre lo indica la ronda SIC es una visita a cuatro equipos dentro del taller, donde el supervisor revisa el estado del trabajo que se está ejecutando en los equipos. Una vez seleccionados los cuatro equipos cualquiera se entrevista a los técnicos que están trabajando y se desarrolla con base a sus respuestas el cuestionario del formato de auditoria.

El cuestionario de la auditoria se divide en dos categorías eficiencia y efectividad, en las de eficiencia se revisa la organización, preparación y si los técnicos

conocen el tiempo de duración de las tareas que ejecutan, la calificación es de 1 a 5 y varía según la entrevista con el técnico de cada equipo.

Figura 47. Auditoría eficiencia

Categoría		Comportamiento	EQUIPOS				PUNTAJE
Eficiencia							
Organización	1	Se verifica que se cumpla con la seguridad en el área de trabajo (etiquetas, candados, EPP)					
	2	Se verifica que haya orden y aseo en el área de trabajo					
	3	La información y documentos en la lonchera esta correcta y completa					
Preparación	4	Todas las partes y materiales han sido entregadas a tiempo en las bahías					
	5	Todas las herramientas y equipo necesarios para la realización del trabajo están disponibles en las bahías					
Tiempos	6	Los supervisores y técnicos en las bahías conocen las expectativas de tiempo para cada una de las tareas que se realizan					
Subtotal (de 30 posibles)							

Fuente: Drummond LTD.

La segunda parte de la auditoria mide la efectividad y se subdivide en la gestión de demoras y el trabajo encontrado, en la gestión de demoras se cuestiona a los supervisores y técnicos si hay demoras en la ejecución de las tareas, en caso de que hallan se revisan las acciones tomadas para mitigar la demora; la división del trabajo encontrado hace referencia a que si todo el trabajo encontrado en el equipo se analizó con la matriz de decisión y si este trabajo fue aprobado por el supervisor.

Figura 48. Auditoría efectividad

Efectividad						
Gestión de Demoras	7	Se cuestiona a los supervisores / técnicos si hay desviaciones o demoras en las tareas				
	8	La información capturada de demoras esta actualizada y es correcta				
	9	Se cuestiona si hay demoras potenciales y se toman acciones preventivas				
	10	Se toman acciones correctivas para mitigar demoras				
Trabajo Encontrado	11	Todo el trabajo encontrado es documentado y analizado con la matriz de decisión				
	12	El supervisor DLTD verifica visualmente y aprueba todo el trabajo encontrado que se va a trabajar				
Subtotal (de 30 posibles)						

Fuente: Drummond LTD.

El primer paradigma a romper en la flota es que el equipo hay que entregarlo como nuevo sin importar cuánto dure, con la ayuda de la matriz de decisiones y la auditoria buscamos romper ese paradigma y que los supervisores y técnicos comiencen a diferir trabajo para el próximo PM, esto con el fin de acortar los tiempos actuales de duración del PM, mejorar la planeación, la programación y el cumplimiento de los estimados a producción.

8.6.3 Reporte Semanal. Para asegurar el sostenimiento del proyecto SIGPME, semanalmente los auditores internos tienen la función de hacer nueve auditorías en la reunión que ellos consideren, estas auditorías la envían por correo a la oficina SIGPME se sistematiza y genera el siguiente reporte te informe:

Figura 49. Informes de auditoría

Evaluación de Reuniones de inicio de turno		Aplique este sistema de puntaje como sea apropiado	
Nombre reunión	Inicio turno PM G3.	Desacuerdo	1
Lugar	Área Tractores.	Indeciso	3
Líder	J. Gómez	De acuerdo	5
Fecha	Oct 15/14	Muy poco de los comportamientos está presente en la mayoría de los participantes	
Horario	6:00 AM	Algunos de los comportamientos	
Categoría	Eficiencia		
Agenda/Tiempos	1 El TOR es conocido por todos los asistentes		
Reglas	2 Se cumplieron todos los pasos de la agenda en el tiempo		
Entradas/Salidas	3 La mayoría de las acciones registradas en los talones de acciones previas fueron completadas a tiempo		
Efectividad	4 La mayoría de las acciones registradas en los talones de acciones previas fueron completadas a tiempo		
Unidad del Grupo	5 Las "Normas de Comportamiento" de los reuniones El lugar de la reunión es el adecuado con amplio espacio necesario?		
Enfoque	6 El facilitador mantiene una posición de neutralidad puntos de vista		
Dinámica	7 Información real/con soporte es manejada para persona.		
Auditor / Coach:	O. Pardo		
Fecha	Terminar		

Evaluación de Reuniones versión 3		Aplique este sistema de puntaje como sea apropiado	
Nombre reunión	Reunión SIC	Desacuerdo	1
Lugar	of. Jax Araya	Indeciso	3
Líder	Jan C Perez	De acuerdo	5
Fecha	20 Oct 14	Muy poco de los comportamientos está presente en la mayoría de los participantes	
Horario	10:00 am	Algunos de los comportamientos están presentes y son inconsistentes entre los participantes	
Categoría	Eficiencia		
Agenda/Tiempos	1 El TOR es conocido por todos los asistentes		
Reglas	2 Se cumplieron todos los pasos de la agenda en el tiempo		
Entradas/Salidas	3 La mayoría de las acciones registradas en los talones de acciones previas fueron completadas a tiempo		
Efectividad	4 La mayoría de las acciones registradas en los talones de acciones previas fueron completadas a tiempo		
Unidad del Grupo	5 Las "Normas de Comportamiento" de los reuniones El lugar de la reunión es el adecuado con amplio espacio necesario?		
Enfoque	6 El facilitador mantiene una posición de neutralidad puntos de vista		
Dinámica	7 Información real/con soporte es manejada para persona.		
Auditor / Coach:	S. Ochoa		
Fecha	Terminar		

Evaluación de Rondas versión 2		Aplique este sistema de puntaje como sea apropiado	
Lugar de la Ronda:	Taller PM	Desacuerdo	1
Líder:	Hugo verduzco	Indeciso	3
Inicia:	09:30 AM	De acuerdo	5
Termina:	09:50.	Muy poco de los comportamientos está presente en la mayoría de los participantes	
Fecha:	16/10/14	Algunos de los comportamientos están presentes y son inconsistentes entre los participantes	
		La mayoría de los comportamientos está presente y es consistente entre todos los participantes	
		FLOTA: Tractores	
Categoría	Comportamiento		
Eficiencia			
Organización	1 Se verifica que se cumpla con la seguridad en el área de trabajo (etiquetas, candados, EPP)	SEI	15
	2 Se verifica que haya orden y aseo en el área de trabajo	SI	15
	3 La información y documentos en la lonchera está correcta y completa	SI	15
Preparación	4 Todas las partes y materiales han sido entregadas a tiempo en las bahías	SI	15
	5 Todas las herramientas y equipo necesarios para la realización del trabajo están disponibles en las bahías	SI	15
Tiempos	6 Los supervisores y técnicos en las bahías conocen las expectativas de tiempo para cada una de las tareas que se realizan	SI	15
		Subtotal (de 30 posibles): 86	
Efectividad			
Gestión de Demoras	7 Se cuestiona a los supervisores / técnicos si hay desviaciones o demoras en las tareas	SI	15
	8 La información capturada de demoras está actualizada y es correcta	SI	15
	9 Se cuestiona si hay demoras potenciales y se toman acciones preventivas	SI	15
	10 Se toman acciones correctivas para mitigar demoras	SI	15
Trabajo Encontrado	11 Todo el trabajo encontrado es documentado y analizado con la matriz de decisión	SI	15
	12 El supervisor D/TD verifica visualmente y aprueba todo el trabajo encontrado que se va a trabajar	SI	15
		Subtotal (de 30 posibles): 70	
Auditor / Coach:	E. Leon		
Fecha	Terminar		
		SIS: 99% % Puntaje Total (subtotales/60): 126	

Fuente: Drummond LTD.

Flota: Tractores. Semana 13 a 19, octubre de 2014

Número de auditorías (14/9):100%

Calificación: 98%

Figura 50. Calificación de auditoría

PROCESO AUDITORIAS SIGUEME					
FECHA	FLOTA	REUNIÓN	NOMBRE AUDITOR:	NOMBRE AUDITADO:	CALIFICACIÓN
October 20, 2014	MDOZERS	Reunión SIC	Arzuaga Churio,Jose Elias	Perez Mercado,Jan Carlos	100
October 18, 2014	MDOZERS	Diaria inicio de T	Contreras Palencia,Luis Rodolfo	Gomez Velasquez,Luis Fernando	92
October 17, 2014	MDOZERS	Reunión SIC	Contreras Palencia,Luis Rodolfo	Gomez Velasquez,Luis Fernando	100
October 17, 2014	MDOZERS	Rondas SIC	Contreras Palencia,Luis Rodolfo	Gomez Velasquez,Luis Fernando	100
October 16, 2014	MDOZERS	Diaria inicio de T	Contreras Palencia,Luis Rodolfo	Arevalo Ariel	92
October 16, 2014	MDOZERS	Reunión SIC	Leon Maestre,Evaristo Ricardo	Gomez Velasquez,Luis Fernando	97
October 16, 2014	MDOZERS	Reunión SIC	Leon Maestre,Evaristo Ricardo	Gomez Velasquez,Luis Fernando	98
October 16, 2014	MDOZERS	Rondas SIC	Contreras Palencia,Luis Rodolfo	Arevalo Ariel	100
October 16, 2014	MDOZERS	Rondas SIC	Leon Maestre,Evaristo Ricardo	Verdugo Hugo	98
October 13, 2014	MDOZERS	Reunión SIC	Puello Cera,Orlando De Jesus	Cuadro Vega, Frank Albert	100
October 13, 2014	MDOZERS	Rondas SIC	Puello Cera,Orlando De Jesus	Cuadro Vega, Frank Albert	93
October 13, 2014	MDOZERS	Diaria inicio de T	Contreras Palencia,Luis Rodolfo	Gomez Velasquez,Luis Fernando	92
October 10, 2014	MDOZERS	Diaria inicio de T	Puello Cera,Orlando De Jesus	Cuadro Vega, Frank Albert	100
October 10, 2014	MDOZERS	Diaria inicio de T	Contreras Palencia,Luis Rodolfo	Maldonado Rodriguez,Jose Nelson	92
October 9, 2014	MDOZERS	Diaria inicio de T	Puello Cera,Orlando De Jesus	Maldonado Rodriguez,Jose Nelson	100
October 8, 2014	MDOZERS	Reunión SIC	Efros Barreto,Ramon	Gomez Velasquez,Luis Fernando	100
October 8, 2014	MDOZERS	Rondas SIC	Efros Barreto,Ramon	Gomez Velasquez,Luis Fernando	96
October 7, 2014	MDOZERS	Diaria inicio de T	Contreras Palencia,Luis Rodolfo	Cuadro Vega, Frank Albert	100
October 7, 2014	MDOZERS	Reunión SIC	Efros Barreto,Ramon	Gomez Velasquez,Luis Fernando	97
October 7, 2014	MDOZERS	Rondas SIC	Contreras Palencia,Luis Rodolfo	Maldonado Rodriguez,Jose Nelson	96

Fuente: Drummond LTD.

9. CONCLUSIONES

En respuesta al problema y objetivos planteados en el plan de la monografía, a continuación se mencionan las principales conclusiones:

- Gracias al SIGPME se cambió la función del mantenimiento de la flota equipo móvil, se pasó de Proveer una gran disponibilidad de equipos a “Proveer una gran disponibilidad de equipos eficientemente”.
- Se rediseñó e implementó de forma eficiente los flujogramas TO-BE Generación de la OT, programación y ejecución del PM, Planeación y ejecución R&I, cambiando la cultura y forma de trabajar de las personas.
- Con la implementación del SIGPME se le entrego a la flota de tractores la herramienta de seguimiento para el mejoramiento continuo, como herramienta el SIGPME muestra las falencias de la flota depende de las decisiones tomadas por el gerente el aumento de la disponibilidad.
- Mediante las acciones generadas en las reuniones SIC y rediseño de los procesos se evidencia que en el taller hay una mejor calidad de vida de los técnicos y supervisores.
- Los accidentes e incidentes laborales en la flota disminuyeron debido a la oportunidad de revisar y discutir siete veces en el turno la seguridad, el orden y el aseo en el taller.
- El apoyo de la alta gerencia fue uno de los factores más importante en la implementación del SIGPME.

10. RECOMENDACIONES

Basado en el aprendizaje obtenido en la especialización y a la experiencia en la implementación en la flota de tractores y excavadoras se presentan las siguientes recomendaciones:

- Implementar 5S (paso 0) con el fin de complementar el sistema integrado de gestión para un mantenimiento eficiente SIGPME.
- Implementar el sistema de gestión de mantenimiento en la bodega Materiales con el propósito de disminuir la espera y falta de repuestos de inventarios.
- Incluir registro de las acciones que se generan en las reuniones SIC en People Soft para que exista evidencia de la efectividad de las reuniones.
- Diseñar un plan de incentivos del “salario emocional” donde se premie y reconozca la innovación y el esfuerzo de los técnicos
- Integrar el estándar ISO-55001

BIBLIOGRAFÍA

AMENDOLA, Luís José. Modelos Mixtos de confiabilidad, Publicado por Datastream, 2002, www.mantenimientomundial.com.

ARZUAGA CHURIO, José Elías. Modelo de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) en la flota de equipos de oruga D11N de la empresa minera Drummond LTD. Monografía de Grado Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial De Santander, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de Mantenimiento, 2010. 108 p.

CATERPILLAR, Performance Metrics for Mobile Mining Equipment. Prioria: Caterpillar Inc. 2005. 60p.

CORTES MORENO, Luisa Fernanda. Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para los equipos de transporte y bombeo de concreto de la empresa Holcim (Colombia) S.A., Monografía de Grado Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial De Santander, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de Mantenimiento, 2010. 122 p

GONZALEZ, Hugo. “El valor de la auditoría de sistemas de gestión”. {En línea}. {21 octubre de 2014}. Disponible en: (<http://calidadgestion.wordpress.com/tag/ciclo-phva/>)

GONZALEZ, Hugo. “Herramientas para la mejora continua”. {En línea}. {21 octubre de 2014}. Disponible en: (http://www.calidad-gestion.com.ar/servicios/consultoria_iso_9000.html)

HENDE ORTIZ, Juan Diego y VILLAMIL SIMANCAS, Milton Alkaid. Propuesta para la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento para el taller de motores fuera de borda de la Armada Nacional, Monografía de Grado Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial De Santander, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de Mantenimiento, 2005. 159 p.

HERBAS TORRICO. Boris Christian. "Sistemas de gestión de calidad. Segunda edición. Junio 2006". {En línea}. {21 octubre de 2014}. Disponible en: (<http://www.monografias.com/trabajos52/gestion-calidad/gestioncalidad2.shtml#ixzz3HAsJA3Hi>)

VERGEL ROSALES, Héctor Emilio. Aplicación de la metodología de análisis de causa raíz (RCA) para la identificación del mal actor de las excavadoras Caterpillar 345C y 345D en la empresa Drummond, Monografía de Grado Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial De Santander, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de Mantenimiento, 2012. 86 p