



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA
DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DE UNA EMPRESA DE
PERFORACIÓN DE MINERALES EN EL PERÚ”

Modalidad de Suficiencia Profesional para optar por el
título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Br.César Armando Risco Sernaqué

Asesor:

Ing. Johnny David Arrustico Loyola

Lima-Perú

2018

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el Bachiller **Risco Sernaqué, Cesar Armando**, denominada:

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DE UNA EMPRESA DE PERFORACIÓN DE MINERALES EN EL PERÚ”

Ing. Nombres y Apellidos

ASESOR

Ing. Nombres y Apellidos

JURADO

PRESIDENTE

Ing. Nombres y Apellidos

JURADO

Ing. Nombres y Apellidos

JURADO

DEDICATORIA

A mis hijos porque ellos son el motor que impulsa mi vida en todos sus aspectos, a mi madrecita por su grandioso apoyo, a los profesores y amigos con los cuales compartimos muchas dificultades y que finalmente se convirtieron en logros.

AGRADECIMIENTO

A M.S, C.M, y L.O. Por su valiosa enseñanza técnica profesional y humana a quienes considero mis principales mentores.

INDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE DE CONTENIDOS	v
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
1. CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Antecedentes	14
1.1. Realidad problemática	16
1.2. Formulación del problema	24
1.2.1. Problema General	24
1.2.2. Problemas Específicos	24
1.3. Justificación	25
1.3.1. Justificación teórica	25
1.3.2. Justificación Práctica	25
1.3.3. Justificación Cuantitativa	25
1.3.4. Justificación Académica	26
1.4. Objetivo	26
1.4.1. Objetivo General	26
1.4.2. Objetivos Específicos	26
2. CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO	27
2.1. Antecedentes	27
2.2. Bases Teóricas	33
2.2.1. Mantenimiento	33
2.2.2. Gestión de Mantenimiento	33
2.2.3. Indicadores clave de desempeño (KPIs)	35
2.2.4. Relación entre mantenibilidad, confiabilidad y la gestión de mantenimiento.	38
2.2.5. Modelo de rendimiento de equipos:	39
2.2.6. Estrategias de mantenimiento	40

2.2.7.	Gestión por procesos ó BPM	41
2.2.8.	Mejora continua	43
2.2.9.	Diagrama de Ishikawa o causa efecto:	44
2.2.10.	Diagrama de Pareto:.....	45
2.2.11.	Lean manufacturing.....	46
2.2.12.	Cartas Gantt.....	51
2.3.	Definición de términos básicos.....	52
3.	CAPITULO 3. DESARROLLO.....	55
3.1.	Desarrollo del objetivo específico 01	55
3.1.1.	Presentación de la organización.....	55
3.1.2.	Diagnostico Situacional de la gestión de mantenimiento	56
3.1.2.6.	Análisis, procesamiento y evaluación de la problemática de la gestión de mantenimiento.....	71
3.2.	Desarrollo del objetivo 02:	76
3.2.1.	Organigrama de mantenimiento por funciones y elaboración de MOF.	83
3.2.2.	Implementación de órdenes de trabajo OTs (taller):	84
3.2.3.	Implementación de cartas Gantt (dimensionamiento de la mano de obra distribución en el tiempo) / taller:	86
3.2.4.	Implementación de canastas o jaulas de almacenamiento de repuestos por equipo (las mejores prácticas de mantenimiento taller)	88
3.2.5.	Implementación check list de control de calidad QC mediante protocolos de prueba (las mejores prácticas de mantenimiento taller).....	89
3.2.6.	Estandarización de equipos referentes a elementos de seguridad (taller)	90
3.2.7.	Implementación de evaluación de desempeño	91
3.2.8.	Capacitación técnica (taller)	91
3.2.9.	Habilitación de bahías de trabajo del taller de mantenimiento, 5Ss.	91
3.3.	Desarrollo del objetivo 03	92
3.3.1.	Reporte diario de equipos RDE (proyectos).	93
3.3.2.	Programación de curso de lubricación e inspección de equipos y mantenimiento básico ejecutado por el operador (perforista)	93
3.3.3.	Definición del listado de repuestos críticos por modelo de equipos	94
3.3.4.	Implementación de programa de Mantenimiento correctivo Programado.....	95
4.	CAPITULO 4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	97
4.1.	RESULTADOS.....	97

4.1.1.	Incremento de la disponibilidad de equipos	97
4.1.2.	Reducción del tiempo promedio para reparar MTTR de taller.	100
4.1.3.	Incremento del Tiempo promedio entre fallas en proyectos MTBF	101
4.1.4.	Reducción de costos de mantenimiento	102
4.2.	CONCLUSIONES.....	104
4.3.	RECOMENDACIONES	105
	REFERENCIAS.....	106
	ANEXOS	108
	Anexo n°. 1 Listado detallado de los equipos.	109
	Anexo n°. 2 Características técnicas de los equipos.....	110
	Anexo n°. 3. Matriz de relación (Problemas con Indicadores MTTR, MTBF y costos.....	118
	Anexo n°. 4. Orden de trabajo.....	119
	Anexo n°. 5. Protocolo de pruebas equipo modelo DE710.....	122
	Anexo n°. 6. Acta de conformidad-entrega.....	123
	Anexo n°. 7. Checklist de equipo.....	124
	Anexo n°. 8. Estandarización de equipos por modelo.	125
	Anexo n°. 9. Hoja de evaluación de desempeño.....	131
	Anexo n°. 10. Curso de capacitación técnica personal de mantenimiento	132
	Anexo n°. 11. Reporte de equipos (RDE).....	137
	Anexo n°. 12. Curso de capacitación para operadores.	138
	Anexo n°. 13. Listado de Repuestos críticos de perforadora modelo DE710	143
	Anexo n°. 14. Formatos de backlogs para Mantenimiento correctivo programado.	145

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1.1. Listado de equipos 2017	58
Tabla 3.1.2. Procedimiento realizado para el estudio de investigación.....	71
Tabla 3.1.3. Listado de problemas mantenimiento.....	72
Tabla 3.1.4. Ishikawa de gestión de mantenimiento.....	74
Tabla 3.1.5. Pareto problemas gestión de mantenimiento	75
Tabla 3.2.1. Procedimiento para desarrollar objetivo 2 y 3 de la investigación.....	76
Tabla 3.2.2. Matriz de relación problemas Vs MTTR y MTBF	77
Tabla 3.2.3. Matriz de problemas prioritarios	78
Tabla 3.2.4. Costo propuesta para mejorar el MTTR taller central	79
Tabla 3.2.5. Carta Gantt de plan de acción para mejorar el MTTR de taller.....	82
Tabla 3.3.1. Planteamiento de soluciones MTBF proyectos.....	92
Tabla 3.3.2. Carta Gantt del plan de acción para mejorar el MTBF de proyecto	92
Tabla 4.1.1. Calculo de disponibilidad inicial	98
Tabla 4.1.2. Calculo de disponibilidad después de implementar la propuesta.....	99
Tabla 4.1.3. Resultado operativo ROE 2016-2017.....	103

INDICE DE FIGURAS

Figura n.º 1.1. Cadena de valor de la actividad minera	14
Figura n.º 1.2. Grafica realidad problemática	17
Figura n.º 1.3. TPM adaptado a mantenimiento de equipos móviles	18
Figura n.º 1.4. Diagrama de proceso macro de la empresa	19
Figura n.º 1.5. Flujo General del proceso de mantenimiento	20
Figura n.º 1.6. Grafica de disponibilidad actual-realidad problemática	21
Figura n.º 1.7. Costos resultado operativo de equipos	22
Figura n.º 1.8. Grafica de tiempo promedio para reparar taller Central	23
Figura n.º 1.9. Grafica de tiempo promedio de operación	23
Figura n.º 2.1. Modelo de inventario de mantenimiento preventivo	29
Figura n.º 2.2. Matriz de Kraljic	30
Figura n.º 2.3. Grafica de fases de la gestión de mantenimiento adaptado a un sistema de control industrial.....	35
Figura n.º 2.4. Grafica de Confiabilidad con variación de MTBF	36
Figura n.º 2.5. Relación de la gestión de mantenimiento con los indicadores y la producción	38
Figura n.º 2.6. Modelo de rendimiento de equipos	39
Figura n.º 2.7. Diagrama de gestión por procesos	41
Figura n.º 2.8. Diagrama de gestión por procesos de mantenimiento	42
Figura n.º 2.9. Grafica de Ciclo de mejora continua	43
Figura n.º 2.10. Grafica de Ishikawa	44
Figura n.º 2.11. Grafica de Pareto.....	46
Figura n.º 2.12. Adaptación actualizada de la casa Toyota, principios Lean	47
Figura n.º 2.13. Grafica de 5Ss con acrónimo en castellano	49
Figura n.º 2.14. Diagrama mantenimiento productivo total	50
Figura n.º 2.15. Grafica de diagrama Gantt.....	51
Figura n.º 3.1. Vista panorámica empresa	55
Figura n.º 3.2. Organigrama actual de mantenimiento	56
Figura n.º 3.3. Organigrama completo de mantenimiento taller-proyecto	57
Figura n.º 3.4. Proceso taller central de reparaciones.....	59
Figura n.º 3.5. Proceso proyectos	60
Figura n.º 3.6. Tiempo del ciclo del proceso principal de mantenimiento	62
Figura n.º 3.7. Procesos del área de mantenimiento.....	62
Figura n.º 3.8. Diagrama de flujo de reparación en taller central.....	63
Figura n.º 3.9. Diagrama de flujo mantenimiento preventivo proyecto.....	65
Figura n.º 3.10. Diagrama de flujo Mantenimiento correctivo no programado (proyectos)	67
Figura n.º 3.11. Diagrama de flujo de devolución de equipo a taller.....	69
Figura n.º 3.12. Visión general de los procesos de mantenimiento	70
Figura n.º 3.13. Ishikawa de procesos de mantenimiento que afecta la producción	73
Figura n.º 3.14. Diagrama de Pareto problemas gestión de mantenimiento	76
Figura n.º 3.15. Organigrama de funciones propuesto	83

Figura n.º 3.16. Manual de funciones mantenimiento MOF	83
Figura n.º 3.17. Orden de Trabajo OT.....	84
Figura n.º 3.18. Carta Gantt taller central de mantenimiento.....	87
Figura n.º 3.19. Canasta de repuestos por equipo de trabajo	88
Figura n.º 3.20. Reporte de equipos modificado (RDE).....	93
Figura n.º 3.21. Curso de mantenimiento básico para operadores proyectos	94
Figura n.º 3.22. Listado de repuestos críticos por modelo de equipos	95
Figura n.º 3.23. Diagrama de flujo de mantenimiento correctivo propuesto.....	96
Figura n.º 4.1. Propuesta de mejora gestión de mantenimiento	97
Figura n.º 4.2. Disponibilidad de equipos	97
Figura n.º 4.3. Variación promedio de la disponibilidad.....	99
Figura n.º 4.4. MTTR 2016 Vs 2017 por semestres	100
Figura n.º 4.5. MTTR 2016 Vs 2017.....	100
Figura n.º 4.6. Tiempo promedio entre fallas por semestres 2016_2017.....	101
Figura n.º 4.7. Tiempo promedio entre fallas 2016 Vs 2017.....	101
Figura n.º 4.8. Resultado operativo de equipos 2016 Vs 2017.....	102
Figura n.º 4.9. Resultado operativo anual	103

RESUMEN

La presente tesis propone una mejora en la gestión de mantenimiento a partir de un modelo basado en tres factores donde pretendemos influir en uno de ellos que es el mantenimiento que recibe la maquina durante su vida de servicio a través de la gestión del mantenimiento incidiendo directamente en dos variables intervinientes que son la mantenibilidad a través del indicador MTTR (tiempo promedio para reparar) y la confiabilidad a través del indicador MTBF (tiempo promedio entre fallas), con el control sobre estas dos variables lograremos incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos reduciendo los costos y esto impactará directamente en la productividad de la empresa de perforación de minerales en el Perú.

Este trabajo de investigación se realizó en el área de mantenimiento de equipos en Junio del 2016 dado que se venía presentando una problemática (comunicación deficiente entre las áreas involucradas en el proceso de gestión de mantenimiento, confusión en los roles de los miembros de mantenimiento, falta de espacio para efectuar las reparaciones en taller,, falta de control de calidad en las reparaciones en taller, falta de información técnica, sobrecostos por atenciones correctivas en los proyectos, desconocimiento técnico de los equipos etc.); todo esto afectaba la disponibilidad de las perforadoras que tenían altos costos de mantenimiento, se procedió a identificar los cuellos de botella en procesos propios de mantenimiento así como en las áreas que soportan directamente la gestión de mantenimiento.

Para dar solución a esta problemática se ha hecho uso de herramientas y metodologías de gestión como Ishikawa, Pareto ,5Ss, los cinco porqué , gestión por procesos y el ciclo de Deming todo ello se ha hecho posible con apoyo de la información conceptual referida a mejora continua en los procesos así como de la experiencia obtenida en empresas corporativas donde hay un fuerte soporte a los procesos, se procedió a realizar un diagnóstico integral en base al histórico y la situación actual del área de mantenimiento, luego de ello se propuso un plan de acción cuyo punto de partida es la redefinición de un organigrama basado en procesos, para luego implementar herramientas de planificación de los recursos humanos, materiales y repuestos, contempla la redistribución del taller, 5Ss, capacitación del personal de mantenimiento y de operaciones, e implementación de las mejores prácticas de mantenimiento. Los resultados que se pronostican con esta propuesta son:

- Incrementar la disponibilidad de los equipos en 4%
- Reducir el MTTR en 20%.
- Mejorar el MTBF de 40 a 80 Horas en los proyectos.
- Reducir los costos de mantenimiento en un rango saludable y estable (sin cambios abruptos o picos en el año).

ABSTRACT

This thesis proposes an improvement in maintenance management based on a model based on three factors where we intend to influence one of them, which is the maintenance the machine receives during its service life through maintenance management, directly affecting two intervening variables that are maintainability through the MTTR indicator (average time to repair) and reliability through the MTBF indicator (average time between failures), with the control over these two variables will increase the mechanical availability of the equipment reducing the costs and this will directly impact the productivity of the mineral drilling company in Peru.

This research work was carried out in the area of equipment maintenance in June 2016 given that there was a problem (poor communication between the areas involved in the maintenance management process, confusion in the maintenance members' roles, lack of space to carry out repairs in the workshop, lack of quality control in repairs in the workshop, lack of technical information, cost overruns for corrective attention in the projects, technical ignorance of the equipment, etc.); All this affected the availability of drilling rigs that had high maintenance costs, identifying the bottlenecks in maintenance processes as well as in the areas that directly support maintenance management.

In order to solve this problem, management tools and methodologies such as Ishikawa, Pareto, 5Ss, the five of them, process management and the Deming cycle have all been made possible with the support of conceptual information related to improvement. Continues in the processes as well as the experience obtained in corporate companies where there is a strong support to the processes, we proceeded to make a comprehensive diagnosis based on the historical and current situation of the maintenance area, after which a plan of action whose starting point is the redefinition of an organization chart based on processes, to then implement planning tools for human resources, materials and spare parts, includes the redistribution of the workshop, 5Ss, training of maintenance and operations personnel, and implementation of the best maintenance practices.

The results that are predicted with this proposal are:

- Increase equipment availability by 4%
- Reduce the MTTR by 20%.
- Improve the MTBF from 40 to 80 hours in the projects.
- Reduce maintenance costs in a healthy and stable range (without abrupt changes or peaks in the year).

1. CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años las empresas que brindan servicios de perforación de minerales han experimentado una alta demanda en sus servicios lo que se ha traducido en un rápido crecimiento de estas empresas, esto amerita una forma diferente de gestionar el mantenimiento dado que los equipos representan entre el 30 y 40% de la inversión de los costos de la operación.

En ese sentido el presente trabajo de investigación propone el planteamiento de una propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento con la finalidad de incrementar la disponibilidad de los equipos con lo cual se pretende incrementar la producción para tener una mayor rentabilidad que es la razón de ser de las empresas.

El presente trabajo de investigación realiza un enfoque metodológico integral en todo aquello que genere merma para la producción y se focaliza principalmente en los procesos de mantenimiento pues es allí donde se ha identificado muchas deficiencias que están afectando la cadena de valor. Sin embargo la gestión de mantenimiento necesita de manera intrínseca el soporte de las áreas de (a) logística a través de la llegada oportuna de repuestos y de (b) operaciones a través del uso adecuado, vigilancia y reporte de falla en los equipos.

Es por ello que en la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento planteada se ha considerado también planes de acción para estas dos áreas claves de apoyo.

Esta investigación es importante porque responde a una necesidad contextual existente de muchas empresas que hoy vienen gestionando el mantenimiento de manera reactiva, sin planificación, con altos costos en sus procesos lo que finalmente se traducirá en tener tarifas operativas más altas y así no podrán continuar operando en un mercado que hoy en día es más exigente y competitivo.

Concluimos que solo podrán permanecer en el mercado aquellas organizaciones que se adapten a los cambios, organizaciones ágiles en sus procesos internos que respondan rápidamente a este entorno tan cambiante en el que se encuentran inmersas muchas empresas de este sector económico.

1.1. Antecedentes

La industria de servicios de exploración minera y específicamente perforación diamantina en Perú ha estado presente por muchos años en nuestro país que es y que ha sido (data de muchos años desde los incas) un país rico en minerales, es decir hay una larga experiencia en el desarrollo de la minería, sin embargo los equipos utilizados y la técnica desarrollada en mantenimiento ha quedado relegada pues en muchas ocasiones el mantenimiento ha sido considerado un gasto y no como un área estratégica cuya función principal es mantener los activos en estado de conservación disponibles para su utilización en los procesos de servicios de exploración que brindan las empresas ligadas a este sector industrial.

Cruz, Arias y Rosales (2007) Plan de negocio para una empresa dedicada al alquiler de equipos de perforación diamantina utilizados para la actividad minera de exploración. Tesis para obtener el grado de magister en administración de empresas, universidad peruana de ciencias aplicadas. Nos muestran como ha sido la industria de la exploración en Perú, el auge que se venía proyectando pues ya en ese tiempo existía una fuerte demanda no cubierta por las empresas dedicadas a este sector de la producción.

Como complemento para ubicar nuestra actividad económica servicio de perforación de minerales en su sector económico que es la minería vamos a presentar las 5 fases de la cadena de valor que presenta la actividad minera (ver figura n° 1.1)

Figura n.º 1.1. Cadena de valor de la actividad minera



Fuente: Elaboración propia.

La actividad de la empresa que está en análisis se ubica en la segunda fase de la actividad minera correspondiente a la exploración en dicha fase las empresas mineras determinan la viabilidad de explotar el recurso encontrado para ello analizan las muestras encontradas con la finalidad de determinar la calidad y cantidad del mineral.

Con el propósito de contextualizar el entorno del mundo de la perforación de minerales en el Perú en la fase de exploración; vamos a citar las últimas inversiones que se produjeron con la llegada de grandes corporaciones mineras al Perú en los últimos 25 años, empresas que ya se encuentran en la fase de explotación del mineral y que de forma paralela se encuentran explorando otros puntos en diversos puntos del Perú como parte de su planeamiento de

continuidad y expansión; es así que tenemos a Newmont específicamente con la explotación de oro en Perú año 1992 año importante para la minería pues en adelante llegaron otras grandes mineras como Barrick con sus minas Pierina (Huaraz) y Lagunas Norte (La Libertad), la gigante BHP Billintong con Antamina (Huaraz) , Corporación Chinalco (Junin), MMG Las Bambas (Apurimac) por citar a las más grandes que sitúan a nuestro país como el segundo exportador de minerales en América después de Chile a ello tendríamos que sumar otras que están en proyecto como Angloamerican con Quellaveco (Moquegua), más otras empresas mineras medianas y pequeñas llamadas junior.

Con este panorama más que alentador dado que el precio de los minerales nuevamente está en auge es que nos encontramos en un contexto de alta demanda para las empresas dedicadas a este sector.

Como se explicó líneas arriba los clientes (empresas mineras) necesitan extraer estas muestras con la finalidad de determinar la concentración de mineral que hay en ellas, estas muestras son enviadas a laboratorios para su análisis que indicaran si dichos minerales son de baja o alta ley con lo cual luego se evaluará la factibilidad de pasar a la siguiente fase que es la de explotación de la mina.

Para poder cumplir con un determinado volumen de muestras (extracción de muestras) las empresas mineras realizan actividades de perforación con equipos propios de la minera o a través de servicios tercerizados con empresas contratistas (nicho de mercado de nuestro negocio).

Se sabe que de todo el volumen de exploración de minerales solo el 30% es realizado de manera directa por los clientes y el 70% es cubierto con servicios de contratistas, con lo cual notamos que hay un alto porcentaje de cuota de mercado por cubrir, como resultado se ha experimentado una fuerte demanda por los servicios de perforación de minerales en el Perú lo que hace que las empresas dada la coyuntura puedan seguir creciendo.

En la actualidad hay muchos equipos de perforación diamantina antiguos con tecnología obsoleta que aún operan en empresas contratistas que brindan este servicio de perforación. En lo que se refiere a equipos para minería de tajo abierto casi un 70% de los equipos presenta esta característica de obsolescencia.

El panorama es aún más crítico en equipos de interior mina cuya obsolescencia se acentúa pues casi un 85% tiene equipos netamente mecánicos-Hidráulicos es así que el mantenimiento acompañado a este equipamiento es pobre y básicamente el personal que encontramos en el mercado son técnicos empíricos que no han desarrollado formas y métodos de trabajo con equipos de perforación modernos los cuales tienen motores y sistemas electrónicos que permiten una mayor eficiencia y monitoreo de los equipos; sumado a esto encontramos que la información es deficiente por parte de los fabricantes.

En general los representantes de equipos de perforación de minerales (fase de exploración) no se han acentuado en nuestro país como otros fabricantes como Caterpillar y Komatsu líderes en dar soporte técnico a equipos de producción (fase de explotación) quienes han

generado alianzas con empresas que los representan (dealers); en nuestro país tal es el caso de Ferreyros y Komatsu del Peru respectivamente; Las grandes empresas de perforación diamantina como Major Drilling, Schram, Boart long year y Sandvick han tenido participación pero no han desarrollado un área estratégica en la parte técnica que permita tener mayor presencia en este mercado.

1.1. Realidad problemática

En Perú pocas empresas que brindan el servicio de perforación se han posicionado una de ellas es Geotec S.A empresa de capital chileno con filial en nuestro país desde hace más de 50 años; otras que caben mencionar son: A&K Drilling , Boart Longyear, Atlas copco y Sandvick estas dos últimas compañías recientemente se fusionaron para formar Epiroc una compañía de capital finlandés.

Boart Long Year , Geotec S.A y Sanvick son los principales referente en cuanto a la gestión de mantenimiento ya que por su antigüedad y posicionamiento han desarrollado mejor las estrategias de mantenimiento y controles en sus procesos.

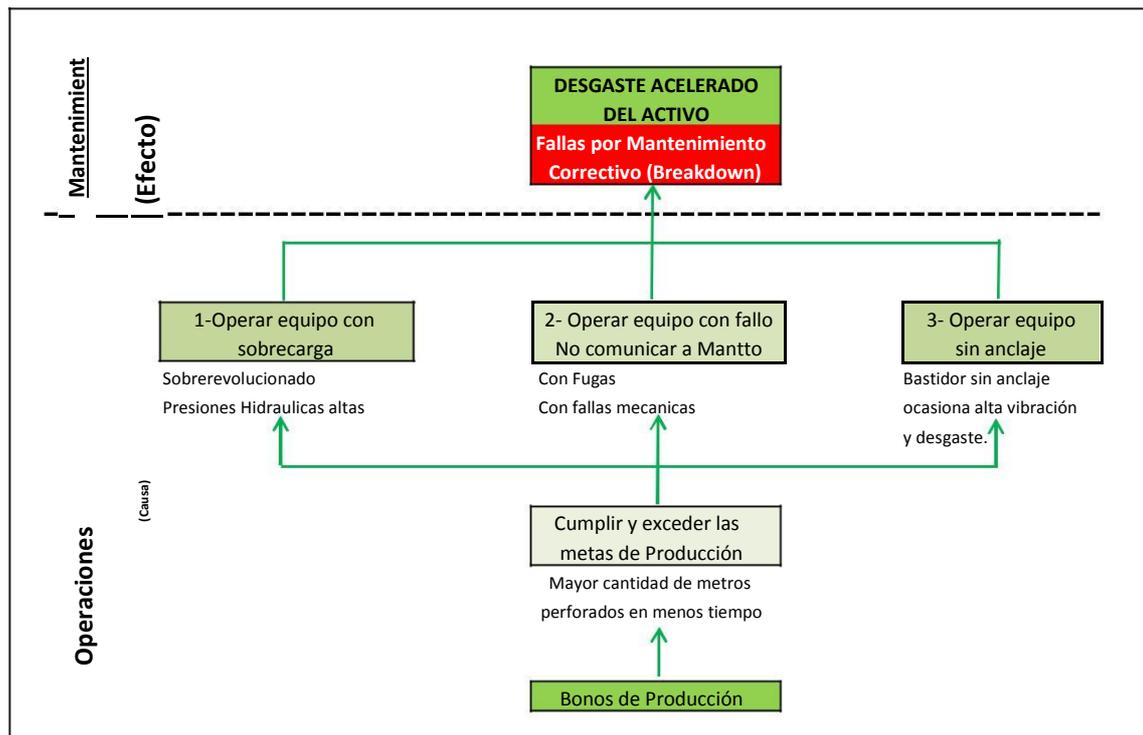
Casi el 90% de las empresas de perforación de minerales en Perú realizan mantenimiento preventivo en sus equipos solo a nivel de filtrado y lubricación y el mantenimiento correctivo es el más esperado por el personal de mantenimiento debido a que se ha creado una errónea forma de incentivar al operador (perforista) para cumplir con las metas de la producción tan pronto como sea posible (incluso muchas veces a cambio de sacrificar los equipos) y en ese afán el área de operaciones realiza tres actividades que finalmente causan un desgaste acelerado del activo (perforadoras), por tanto el enfoque es de reparar de manera reactiva (mantenimiento correctivo) ese es el primer punto crítico que el área de mantenimiento debe atender y controlar en los proyectos: la confiabilidad.

- Operar las perforadoras teniendo las maquinas con desperfecto sin comunicar al personal de mantenimiento para su intervención ocasionando que la falla se agudice y termine en un mantenimiento correctivo (breakdown).
- Operar las perforadoras sin el anclaje respectivo, debido a que la función principal es un movimiento rotacional acompañado de energía hidráulica para perforar y si el equipo no está correctamente anclado esa gran fuerza hidráulica es transmitida hacia el equipo en forma de vibración lo cual es sumamente perjudicial para el equipo.
- Operar perforadoras bajo condiciones extremas como operar a altas presiones de avance (pull down) cuando se encuentra el terreno duro y no se prepara adecuadamente, de esta manera se está sobre exigiendo el motor y los componentes del tren de potencia (motor, transmisión y cabezal de rotación).

En la figura n.º 1.2 se muestra gráficamente la realidad problemática existente en la empresa. El foco de todas estas empresas está en producir al máximo para acortar el tiempo de

duración del proyecto con la finalidad de iniciar otro proyecto (mayor producción), y aquí está el segundo punto crítico que debe atender y controlar el área de mantenimiento: el tiempo de la reparación (mantenibilidad) pues una vez terminado un proyecto los equipos terminan presentando un estado severo de desgaste (con fallas en sus sistemas) por lo que es necesario realizar una reparación total y hacerlo tan pronto como sea posible para poder enviarlo a otro proyecto.

Figura n.º 1.2. Grafica realidad problemática

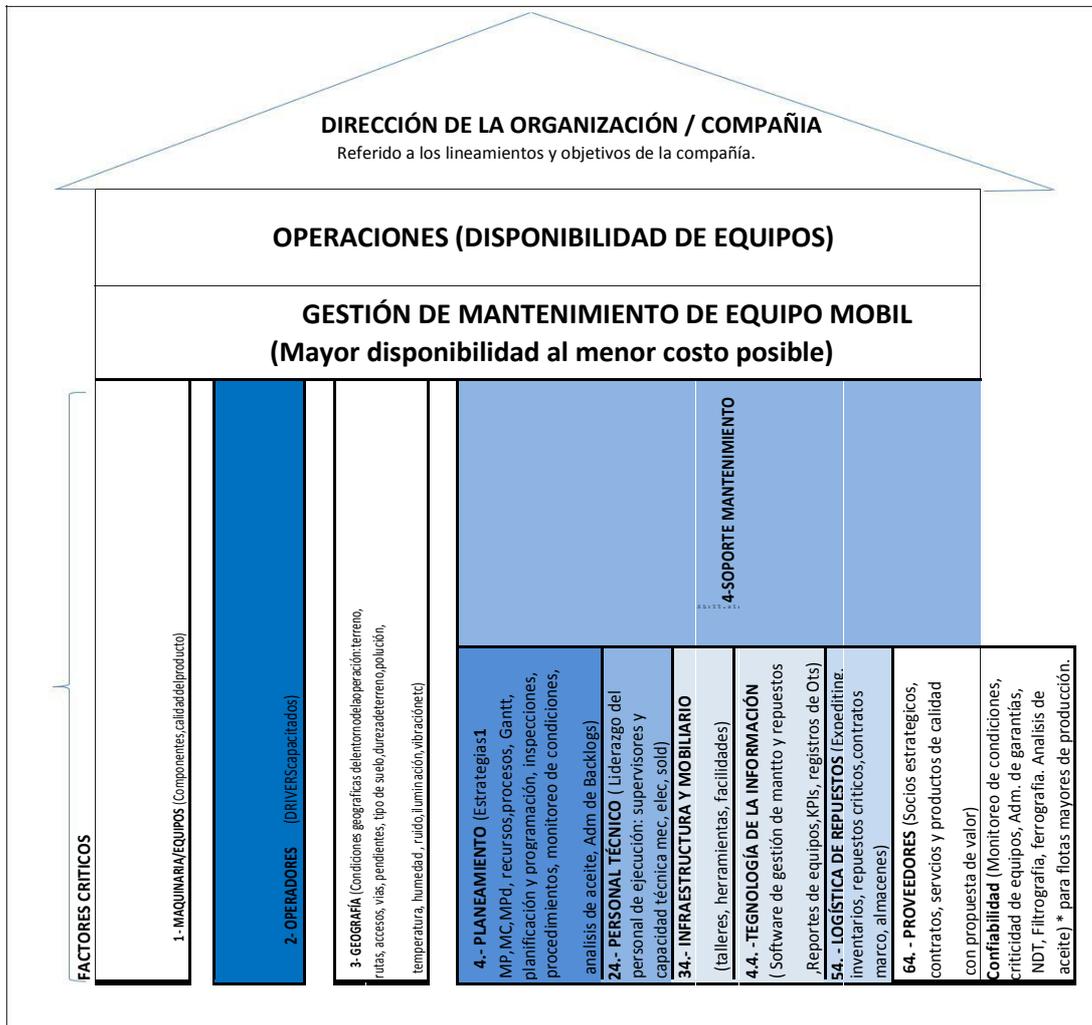


Fuente: Elaboración propia.

Por tanto bajo este contexto notamos que el área de mantenimiento cobra un rol vital en la organización y si no tiene un adecuado manejo de sus procesos internos y recursos como planeamiento, TI (tecnologías de información o sistemas), logística, personal correcto, infraestructura y proveedores demandará grandes esfuerzos en tiempo y dinero (sobrecostos) para poder atender esa cultura reactiva que se ha establecido en muchas empresas de ese sector productivo.

A continuación la figura n.º. 1.3 muestra el mantenimiento productivo total (TPM) adaptado al mantenimiento de equipos móviles donde se describen los 4 elementos fundamentales o factores críticos a tener en cuenta para tener una efectiva gestión de mantenimiento.

Figura n.º 1.3. TPM adaptado a mantenimiento de equipos móviles



Fuente: Elaboración propia

La empresa de perforación de minerales en el Perú es una compañía que en los últimos 2 años ha experimentado un crecimiento sustancial en sus operaciones, constantemente requería contar con un mayor número de equipos y para lograr ello; desarrolló una política de alquiler de equipos (con opción a compra) o adquisición de equipos de segunda mano con un adecuado estado de conservación para finalmente repararlos y ponerlos operativos con el propósito de atender la demanda de sus clientes empresas mineras como Milpo, Antamina, Newmont, Bambas, Cerro verde etc.

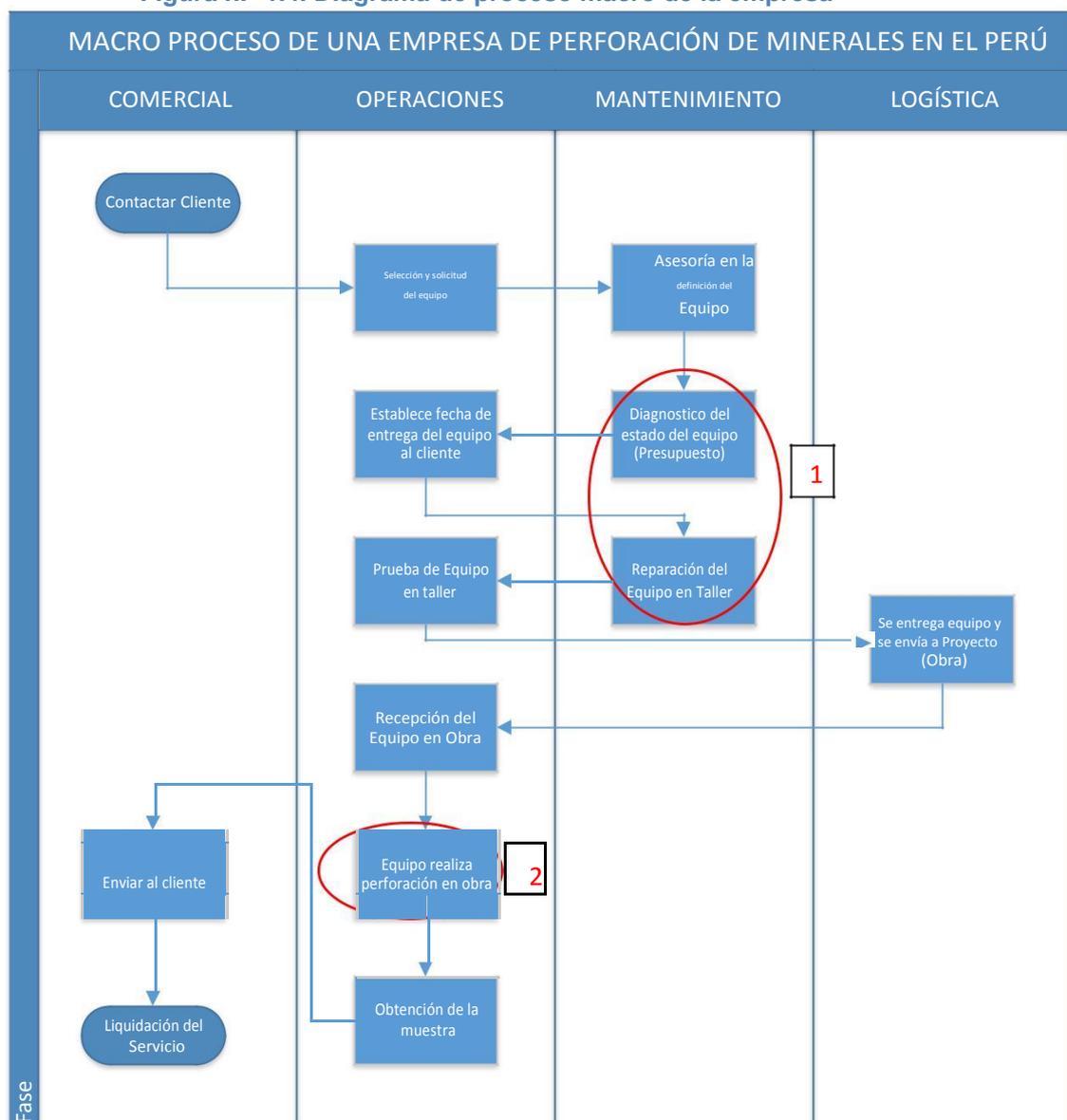
El modelo de negocio de esta empresa es de brindar servicios de perforación cuyo núcleo de negocio consiste en entregar muestras de mineral (que son extraídas a determinados niveles de profundidad en el orden de los 600, 800, 1200 hasta 3,000 metros eso depende del requerimiento del cliente) en el tiempo establecido (eficacia) con el menor costo posible

(eficiencia), la empresa en análisis requiere ser eficaz y eficiente para garantizar la rentabilidad, posicionamiento en el mercado y su sostenibilidad en el tiempo.

En conclusión el presente estudio de investigación está centrado en desarrollar actividades en la gestión de mantenimiento que aporten valor (incremento de disponibilidad de equipos con reducción de costos de mantenimiento) a nuestro cliente operaciones con la clara orientación hacia el logro de los objetivos de eficacia y eficiencia de la empresa.

Para tener una visión general del negocio de la empresa de perforación de minerales en el Perú vamos a mapear el proceso macro de la organización (ver fig. n°. 1.4) con la finalidad de ubicar a las áreas involucradas y a mantenimiento (como pieza clave) en la producción de la empresa.

Figura n.º 1.4. Diagrama de proceso macro de la empresa



Fuente: Elaboración propia.

Notamos que el departamento de mantenimiento es un área clave en la organización pues es quien se encarga de tener los equipos disponibles para:

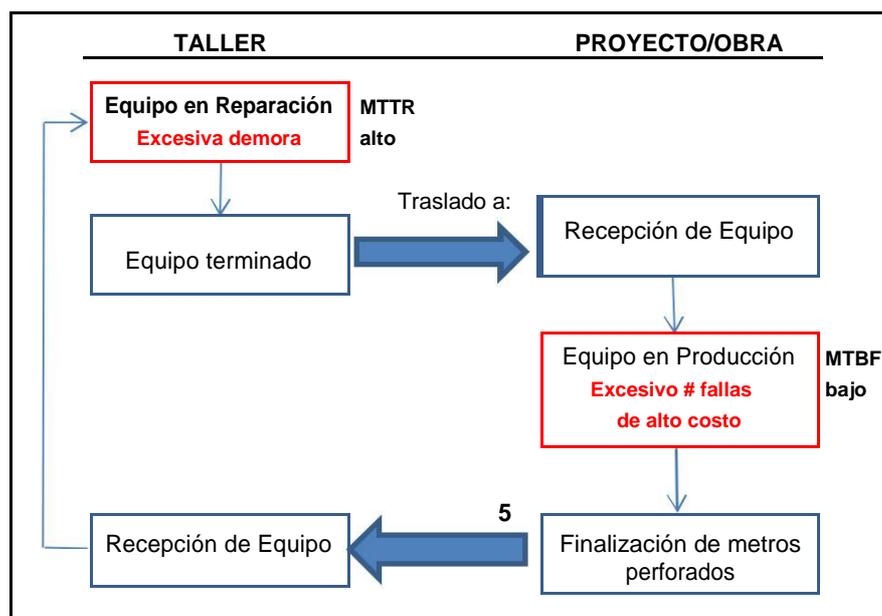
1. Iniciar los proyectos (obra) para eso realiza las reparaciones de los equipos (propios o alquilados) en el taller central y es vital controlar este tiempo de reparación pues de ello depende el inicio de la producción de la empresa.
2. Cumplir con la producción, una vez que el equipo es enviado al proyecto este necesitará estar en un adecuado estado de conservación para perforar, para ello es necesario ejecutar un plan de mantenimiento que garantice su performance y conservación durante el tiempo de permanencia en el proyecto; una vez finalizado el proyecto el equipo es enviado a taller central para repararlo, con eso se cierra el ciclo de la actividad de mantenimiento.

En síntesis: para garantizar la rentabilidad de la empresa necesitamos tener mayor producción para lo cual necesitamos tener la mayor cantidad de los equipos perforando en los proyectos; a más proyectos, más equipos, a mas equipos mayor producción es por ello que es vital tener los equipos disponibles una vez que se obtenga el servicio de requerimiento por parte del área comercial pues es quien va a marcar el ritmo de trabajo del área de mantenimiento.

De acuerdo al mapa macro del proceso de la empresa de perforación de minerales en el Perú la investigación está centrada fundamentalmente en el área de mantenimiento sin embargo también hemos incluido al área de operaciones a través del operador quien es pieza clave en la conservación del activo (perforadoras) en los proyectos.

La figura n°. 1.5 nos permite ubicar los dos grandes problemas que se tienen en el área de mantenimiento el primero es la demora de las reparaciones en el taller central y el segundo es la tasa de fallas (con altos costos) de los equipos por falta de confiabilidad en los proyectos.

Figura n.º 1.5. Flujo General del proceso de mantenimiento

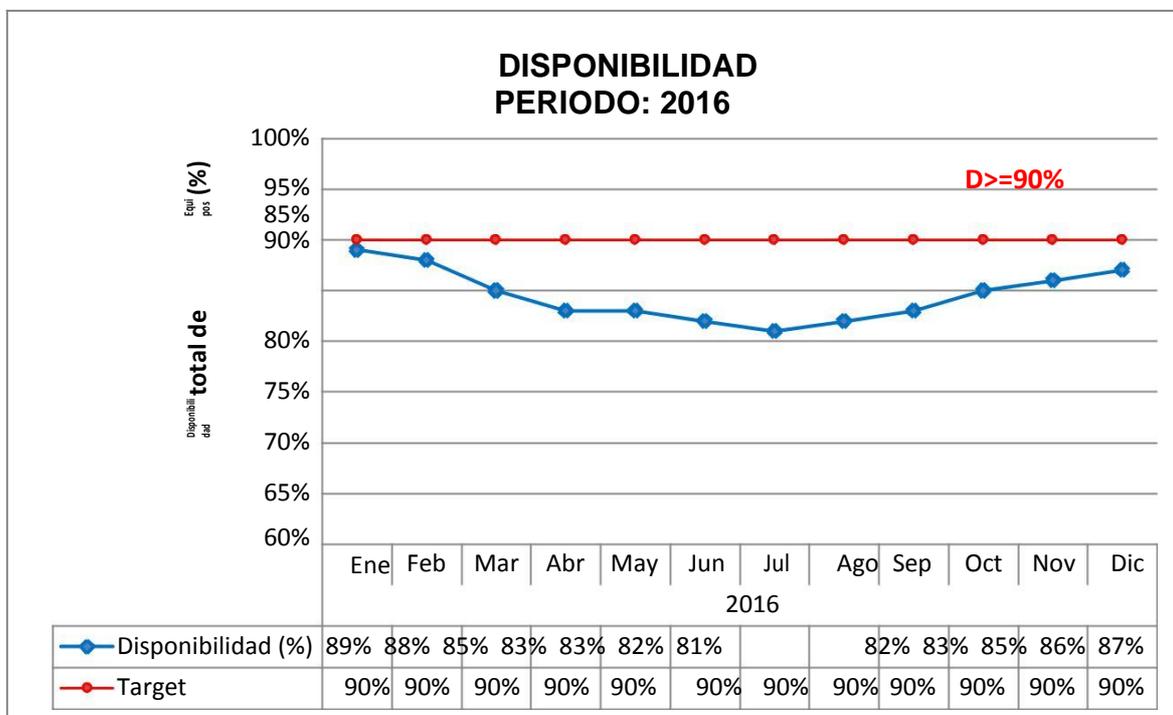


Fuente: Elaboración propia

Ambos sucesos están afectando la disponibilidad de los equipos.

A continuación la figura n°. 1.6 muestra la disponibilidad de todos los equipos el año 2016

Figura n.º 1.6. Grafica de disponibilidad actual-realidad problemática



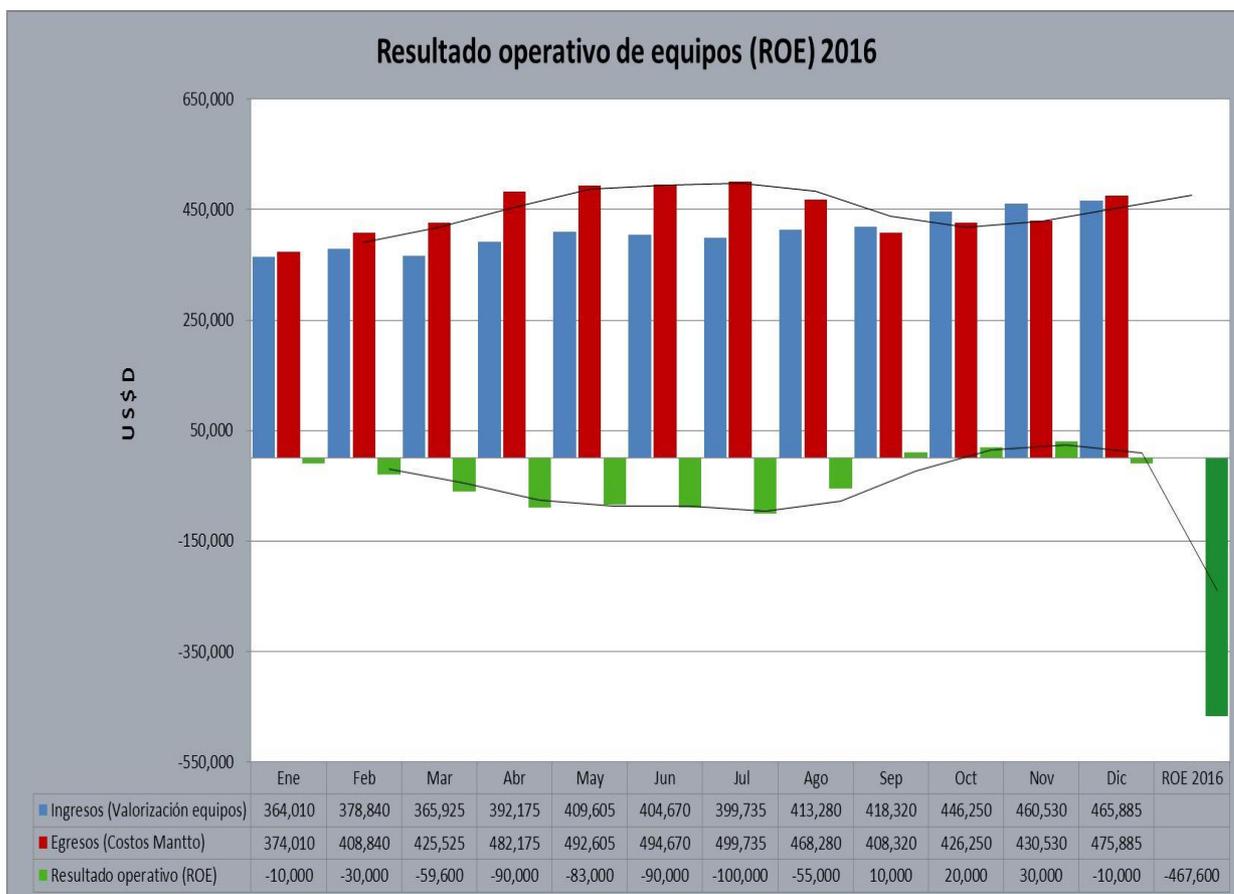
Fuente: Elaboración propia

Como vemos la disponibilidad está por debajo del target (objetivo) que es 90% de acuerdo a parámetros establecidos en la empresa y sumado a ello tenemos altos costos de mantenimiento que están impactando en el resultado operativo de equipos ROE (herramienta con la que se mide la gestión o el resultados del departamento de mantenimiento) el cual viene siendo negativo casi todo el primer semestre del año 2016.

A continuación en la figura n°. 1.7 se muestra el grafico del resultado operativo de equipos el cual refleja una tendencia creciente de los costos de mantenimiento durante el primer semestre del año 2016, el resultado operativo en ese periodo durante 7 meses consecutivos fue negativo, lo cual es un claro indicio de que la gestión de mantenimiento no tenía un manejo adecuado de sus procesos.

Cabe precisar que el valor objetivo (target) es 0 es decir al finalizar el año la diferencia entre los egresos (costos de mantenimiento) e ingresos (valorización de equipos por brindar disponibilidad) debe ser cero, ese indicador refleja la adecuada gestión de mantenimiento.

Figura n.º 1.7. Costos resultado operativo de equipos

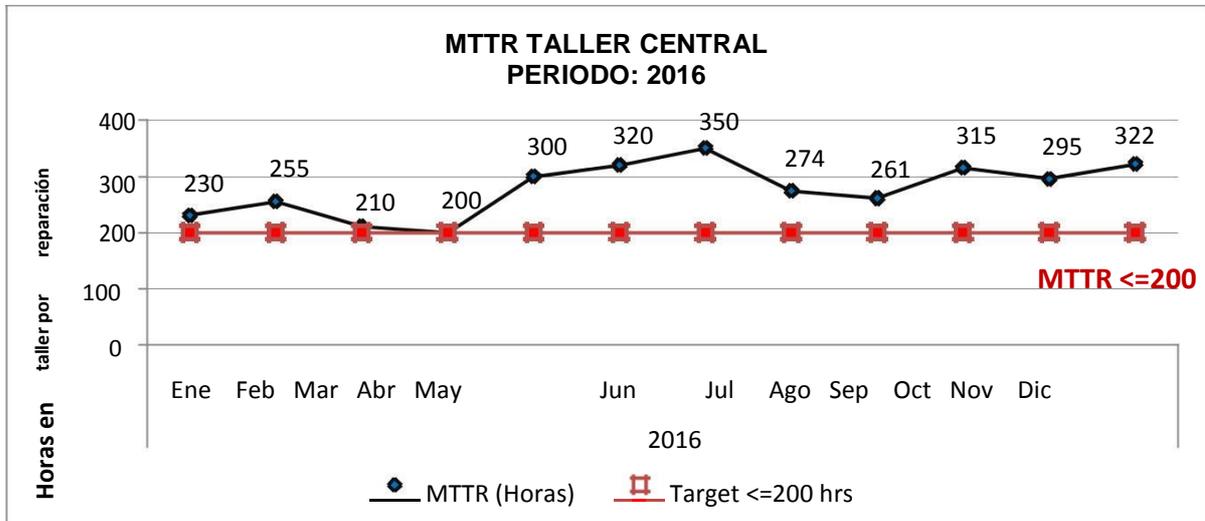


Fuente: Elaboración propia.

Se ha identificado que la baja disponibilidad de los equipos con altos costos de mantenimiento que se tienen se debe principalmente a dos factores:

El primero es que se tienen muchos equipos en taller en estado de reparación los cuales están demorando más tiempo que lo establecido que es ≤ 200 horas o 20 días hábiles pues los equipos están llegando a taller en severas condiciones de desgaste lo que implica realizar más reparaciones incurriendo en mayores costos de reparación en el taller; sumado a eso es que hay una deficiencia en la planificación para realizar las reparaciones; este resultado adverso se ve reflejado en la figura n.º. 1.8.

Figura n.º 1.8. Grafica de tiempo promedio para reparar taller Central

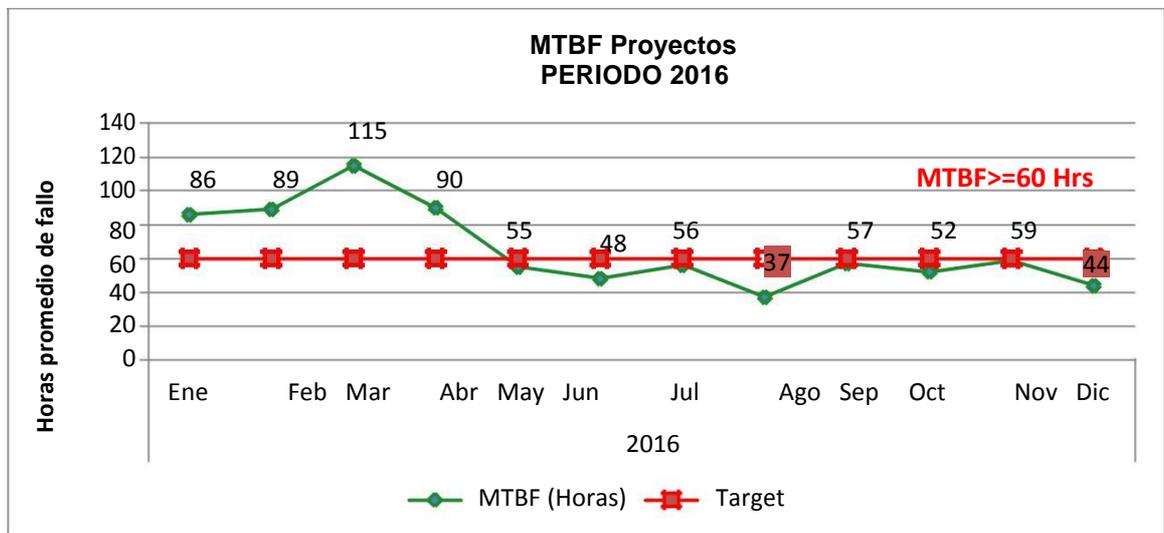


Fuente: Elaboración propia

El segundo factor de influencia en la disponibilidad de los equipos es la alta tasa de fallas de los equipos en los proyectos es decir se tiene un MTBF bajo si bien es cierto las fallas son solucionadas rápidamente pues el MTTR en proyecto está en el rango de 2 a 5 horas en el mes; sin embargo se ha identificado que dichas fallas son de mayor frecuencia y severas (fallas de componentes hidráulicos bombas y cilindros) lo que se traduce nuevamente en un alto costo de mantenimiento.

A continuación presentamos el grafico del tiempo promedio entre fallas MTBF en proyecto (ver figura n.º. 1.9) cuyo target debe ser ≥ 60 Hrs, sin embargo notamos que no alcanzamos el objetivo pues el valor real de nuestro indicador MTBF está en 40 horas en promedio.

Figura n.º 1.9. Grafica de tiempo promedio de operación



Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia tenemos dos factores críticos que atender, más adelante se mostrará el análisis de las causas que están generando un alto MTTR en taller y un bajo MTBF en proyecto pues existen muchos factores que intervienen en la mantenibilidad (MTTR) o reparación de un equipo y en la confiabilidad (MTBF) de los equipos en proyectos los cuales deben de solucionarse para mejorar estos indicadores con lo cual debería mejorar la variable dependiente que es el propósito de esta investigación.

1.2. Formulación del problema

Existe una problemática en el área de mantenimiento referida a dos puntos específicos:

El primer punto está referido a la demora excesiva en reparar los equipos en el taller central; es decir tenemos un MTTR alto que está afectando la disponibilidad de equipos y por tanto estamos postergando el inicio de la producción (menor producción en un tiempo dado)

El segundo punto es la recurrencia de fallas intempestivas de alto costo en los equipos que ya se encuentran trabajando en los proyectos (que ya están produciendo); es decir se tiene problemas de confiabilidad MTBF bajo, que está afectando la disponibilidad de equipos en los proyectos.

Ambos problemas están Impactando directamente en la entrega del producto final que es la disponibilidad de equipos y por tanto en la producción de la empresa por lo que el siguiente trabajo de investigación propone realizar el análisis de causalidad que está generando estos problemas y proponer una solución efectiva a la problemática planteada.

1.2.1. Problema General

¿De qué manera la gestión de mantenimiento está afectando la disponibilidad de los equipos de una empresa de perforación de minerales en el Perú?

1.2.2. Problemas Específicos

1.2.2.1. Problema específico 01

¿Cuáles son los factores clave que están causando que la gestión de mantenimiento sea deficiente?

1.2.2.2. Problema específico 02

¿Cómo podemos mejorar la mantenibilidad MTTR de los equipos en el taller central?

1.2.2.3. Problema específico 03

¿Cómo podemos mejorar la confiabilidad MTBF de los equipos en los proyectos?

1.3. Justificación

La situación del área de mantenimiento de la empresa de perforación de minerales en el Perú era muy compleja y crítica; dado que en los últimos años la empresa creció rápidamente, sin embargo la forma de gestionar el mantenimiento no había cambiado; es así que surgieron problemas de tener altos costos y baja disponibilidad debido a deficiencias serias en sus procesos internos por lo que ameritaba hacer uso de metodologías y herramientas de calidad existentes para hacer: el análisis, identificación, evaluación y corrección de todo aquello que genere merma en la gestión del mantenimiento con la finalidad de tomar medidas de control que aseguren el desarrollo de una propuesta que aporte valor real a la empresa lo que se traduce en brindar una mayor disponibilidad que sea sostenible en el tiempo; con costos controlados, que aseguren una rentabilidad y la continuidad de la empresa de perforación de minerales en el mercado peruano.

1.3.1. Justificación teórica

En 1975 , la organización de las naciones unidas (ONU) define la actividad final de cualquier entidad organizada como producción que es igual a la operación más el mantenimiento ($\text{Producción} = \text{Operación} + \text{Mantenimiento}$); en ese contexto Lourival Tavares en su libro gestión moderna del mantenimiento cita: Con el aumento de las exigencias de calidad y reducción de costos de los productos y servicios por los consumidores, el mantenimiento paso a ser un elemento importante en el desempeño de los equipos en grado similar al de la operación; lo cual refuerza nuestro enfoque planteado acerca de la importancia de mantenimiento como pieza clave en una organización.

1.3.2. Justificación Práctica

Esta investigación se realiza por que existe una necesidad visible de reorganizar la gestión de mantenimiento dado que la empresa de perforación de minerales en el Perú se encuentra en crecimiento, esta empresa compite con otras a través de sus tarifas las cuales guardan una relación estrecha con los costos de las áreas que soportan el servicio; mantenimiento tiene una participación importante en dicho servicio el cual no se viene realizando a través de estrategias y planes para la conservación de los equipos; sino se cambia el enfoque y la manera de gestionar el mantenimiento el negocio no será sostenible en el tiempo.

1.3.3. Justificación Cuantitativa

Esta investigación es importante ya que nos permitirá incrementar la disponibilidad de los equipos en aproximadamente 5% mensual lo cual se traduce en términos de producción en un incremento de US\$ 350,000 anuales contribuyendo a generar un aumento en la rentabilidad de la empresa.

1.3.4. Justificación Académica

La presente investigación evalúa la gestión de mantenimiento a través de indicadores críticos o claves de performance llamados KPIs que son la disponibilidad, MTTR (tiempo promedio para reparar), y el MTBF (tiempo promedio entre fallas) y estos indicadores a su vez dependen de otros factores que los influyen; es por ello que se ha procedido al análisis de la gestión de mantenimiento bajo un enfoque holístico (partes de un todo).

El famoso estadístico estadounidense William Edwards Deming (1900-1993) señala: “No se puede mejorar (No se puede gestionar) lo que no se controla; [las cursivas son mías] no se puede controlar lo que no se mide; no se puede medir lo que no se define”.

Por tanto esta definición refuerza el enfoque de nuestro trabajo de investigación basado en indicadores para mejorar la gestión de mantenimiento.

1.4. Objetivo

Plantear una propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de equipos y por tanto la producción de la empresa y su rentabilidad.

Para ello analizaremos todas las áreas que soportan la gestión de mantenimiento y nos enfocaremos principalmente en sus procesos internos con el propósito de mejorarlos.

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar una propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de equipos de una empresa de perforación de minerales en el Perú.

1.4.2. Objetivos Específicos

1.4.2.1. Objetivo específico 01

Identificar los factores clave que están causando que la gestión de mantenimiento sea deficiente.

1.4.2.2. Objetivo específico 02

Implementar medidas de control que aseguren una adecuada mantenibilidad de los equipos en el taller central a través de su indicador MTTR (tiempo medio para reparar).

1.4.2.3. Objetivo específico 03

Implementar planes de acción que permitan mejorar la confiabilidad de los equipos en los proyectos a través del indicador MTBF (tiempo medio entre fallas).

2. CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En el Perú las empresas dedicadas a brindar servicios de exploración minera, a lo largo del tiempo en lo que se refiere a mantenimiento no han desarrollado un perfil profesional en su personal técnico que vaya acorde con las nuevas tecnologías desarrolladas en los equipos de perforación (motores electrónicos, sistemas de control electrónicos, instrumentación y automatización de equipos); dado que generalmente han sido empresas pequeñas familiares donde el expertis en mantenimiento generalmente se ha adquirido de manera empírica; en general las empresas de este rubro tienen esta misma realidad, mientras que otro tipo de empresas constructoras y contratistas mineras de movimiento de tierras por ejemplo donde principalmente la maquinaria es Caterpillar y Komatsu si han experimentado un gran soporte de sus dealers Ferreyros y Komatsu respectivamente. En este caso el mercado local cuenta con personal calificado para atender este tipo de maquinaria pues aquí los dealers si han invertido y desarrollado el tecnicismo de manera profesional lo que le ha permitido estar a la vanguardia con un soporte estratégico post venta en esta lucha sin frontera por tener una mayor participación en el mercado de maquinaria pesada debido al auge de las grandes inversiones mineras hechas en nuestro país en la última década.

Debido a este auge minero que viene dándose, esta empresa de perforación de minerales en el Perú busca tener un crecimiento sostenido y en ese afán compite con muchas otras compañías; por tanto necesita tener tarifas competitivas que guarden una relación estrecha con el adecuado funcionamiento de los procesos que la soportan. Desde nuestra posición como mantenimiento nos corresponde lograr tener los activos en un adecuado estado de conservación disponibles a los clientes para perforar al menor costo posible; para ello debemos implementar adecuadas técnicas de control y de mejora continua para eliminar los reprocesos y todo aquello que genere merma dado que representa un incremento en los costos, pues impactaría directamente en el resultado operativo de equipos (ROE) del área.

Para poder implementar un sistema de control en la gestión de mantenimiento primero debemos diagnosticar el estado actual del departamento de mantenimiento para ello haremos uso de la recolección de información proveniente del registro histórico de los resultados de los dos últimos años previos al crecimiento de la compañía, así como información actual proveniente de registros de mantenimiento y de resultados operativos con los que cuenta la gerencia general y la gerencia de operaciones quienes además nos han transmitido una serie de observaciones que están afectando la productividad de la compañía; haremos uso de metodologías existentes como el diagrama de Ishikawa, Pareto, la gestión por procesos (BPM) y herramientas de mejora continua que se explicaran en el marco teórico.

Cabe señalar que en referencia a gestión corporativa de mantenimiento de este tipo de maquinaria y negocio donde las operaciones en los proyectos son muy dinámicas debido a la

variabilidad en tiempo, tamaño y geografía; no hay referencias tratadas por lo cual citaremos algunas tesis solo con la finalidad de reforzar ciertas hipótesis de realizar una adecuada y rigurosa gestión de mantenimiento en un entorno cada vez más competitivo en la cual están inmersas todas las compañías en estos tiempos.

Osorio, E.R. (2016). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la perforadora diamantina Superdrill H600 de la empresa Maqpower SAC. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional del centro del Perú, Huancayo Perú. Se concluye que con el diseño del plan de mantenimiento en 7 meses se logró aumentar la disponibilidad en 6%.

Villegas, A. (2016) Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento para la optimización del desempeño de la empresa MANFER S.R.L. contratistas generales. (Tesis de licenciatura). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú. En la tesis el autor habla de la criticidad y el fuerte impacto de la gestión de mantenimiento en sus diversos equipos de movimiento de tierras (excavadoras, cargadores, rodillos etc) ya que no están disponibles para producir y para solucionar ello alquila equipos incurriendo en mayores costos; dado el tamaño de esta empresa afecta fuertemente su salud financiera teniendo que recortar personal operario de los equipos detenidos, ocasionando una alta rotación de personal incurriendo nuevamente en mayores costos por una inadecuada gestión de mantenimiento; si la empresa no llegará a cumplir con las metas de producción tiene que pagar penalidades al cliente dado que los afecta directamente en su plan de producción; es decir mantenimiento es un área clave para generar renta en una empresa.

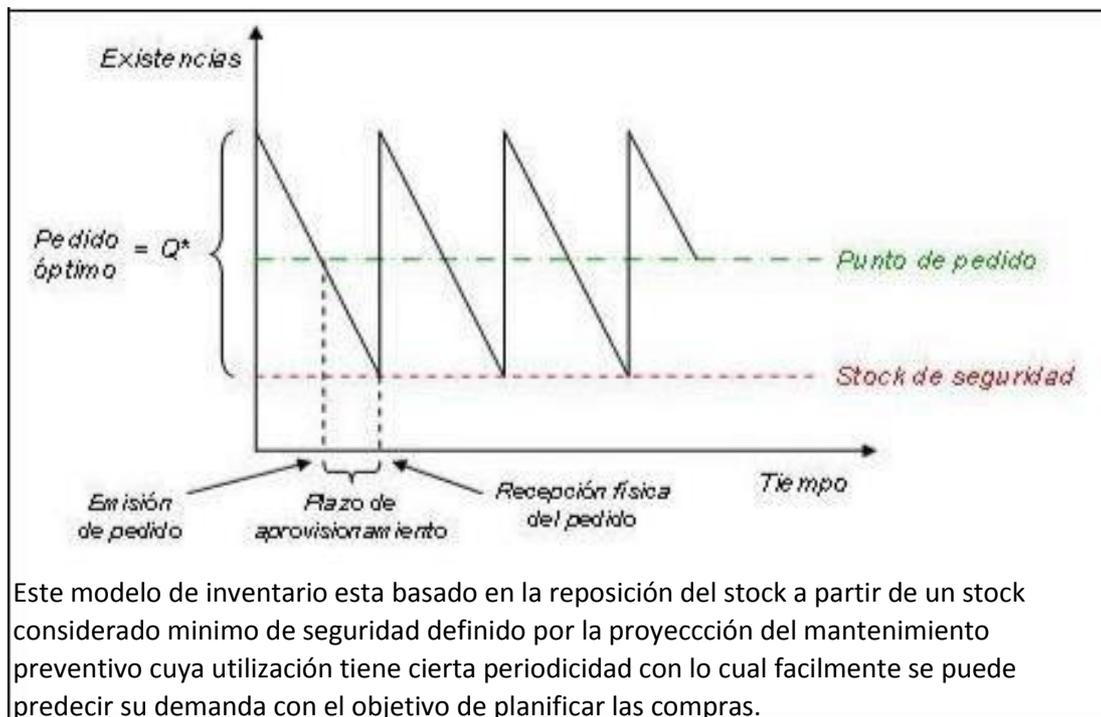
La investigación describe como problema el incumplimiento en la ejecución del mantenimiento preventivo sumado a una mala gestión de los mantenimientos correctivos y para solucionar esos problemas propone: mejorar el sistema implementando procedimientos a través de 33 registros de trabajo que permitirá recoger el historial de los mantenimientos, capacitar para mejorar las competencias de los operadores de equipos, contratar un planner de mantenimiento, implementar procesos para mejorar la tercerización de servicios así como la logística de mantenimiento, Se concluye que tomando estas medidas se estima incrementar la disponibilidad de 68.27% a 78.47% lo cual disminuirá sustancialmente los costos de alquiler.

Martínez, A.L. (2012). Proponer una gestión de mantenimiento para todos los equipos de línea amarilla de una empresa que brinda servicios en alquiler de maquinaria. (Tesis de licenciatura). Universidad peruana de ciencias aplicadas, Lima, Perú. En la tesis el autor plantea que la logística de los repuestos es un proceso clave a abordar y definir para poder soportar la gestión de mantenimiento; para ello define la estrategia de adquisición de los repuestos en función de los tipos de mantenimiento realizados en dicha compañía: Mantenimiento preventivo (MP) y mantenimiento correctivo (MC) para lo cual sugiere que para todos los repuestos de mantenimiento preventivo se use el modelo de reposición de cantidades fijas y para todos los repuestos utilizados en los mantenimientos correctivos se utilice el criterio de reposición definido en la matriz de Kraljic, pasamos a detallarlo brevemente.

Abastecimiento para mantenimiento preventivo,

En la figura n°. 2.1 se muestra el modelo de inventario del primer gran grupo de repuestos e insumos utilizados en los mantenimientos preventivos los cuales son cíclicos y son programados, con estas condiciones definidas es fácil trabajar bajo este modelo de cantidades de pedido fijo debido a que las variables restantes son conocidas. Con este modelo podemos automatizar la reposición de este grupo de repuestos o insumos.

Figura n.º 2.1. Modelo de inventario de mantenimiento preventivo

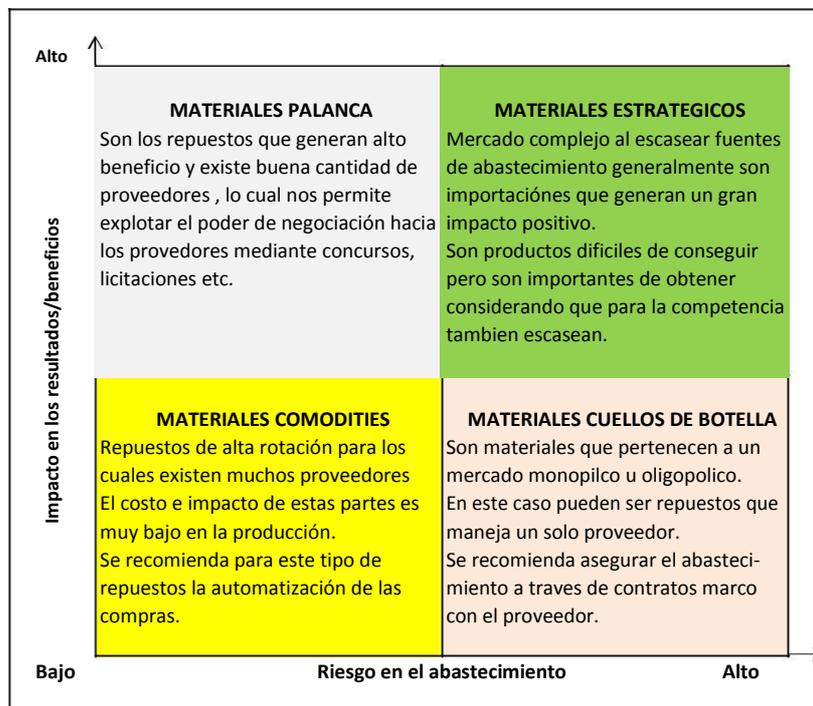


Fuente: Elaboración propia

Abastecimiento para mantenimiento correctivo,

El segundo gran grupo de repuestos corresponde a los solicitados para reparar fallas, podemos empezar a clasificar estas partes de acuerdo al criterio de la matriz de Kraljic, esta herramienta permite distribuir los repuestos en prioridades de acuerdo a dos dimensiones (costo – proveedor). En la figura n°. 2.2 se muestra la matriz de Kraljic y se da una breve descripción de los repuestos o materiales en función del riesgo en el abastecimiento.

Figura n.º 2.2. Matriz de Kraljic



Fuente: Elaboración propia

Según Manuel Enrique Zegarra Ventura (2015), en su artículo Gestión moderna del mantenimiento de equipos pesados establece un panorama más amplio del entorno actual de exigencia del mantenimiento indicando: La constante búsqueda de la eficiencia y competitividad enfrenta a la industria moderna a mayores y nuevos desafíos. La construcción no está ajena a este desafío y constantemente debe desarrollar, perfeccionar y modernizar, sus procesos constructivos, involucrando en estos cambios a sus equipos y personal. Actualmente, los equipos son usados en aplicaciones de mayor severidad, por lo que los fabricantes de equipos responden a estos cambios, incorporando en sus diseños avances tecnológicos en el área de la productividad, operación y control de estos equipos. El personal (operadores, técnicos, ingenieros, administrativos), se enfrentan a una constante actualización para trabajar con equipos de avanzada tecnología en este ambiente de alta exigencia. Equipos más eficientes y de mayor tamaño y capacidad, así como la incorporación de la electrónica y computación en sus sistemas y mecanismos, son solo algunos ejemplos de estos cambios. En este ambiente de alta demanda, la gestión de equipos tiene un papel fundamental y cada vez más importante, para el logro de los objetivos finales, que son costos bajos de operación y alta productividad.

Flores, A (1988) citado por Zegarra V. (2015) considera que las 8 funciones que respaldan una gestión exitosa de mantenimiento son:

- Mantenimiento preventivo
- Monitoreo de condiciones
- Administración de reparaciones pendientes o backlogs.
- Administración de componentes
- Servicios de reparaciones en el taller y en el campo
- Registro del historial de reparaciones
- Análisis de resultados de gestión
- Administración de problemas.

En el artículo Harsem (1993) también es citado por Zegarra mencionándose el llamado mantenimiento de clase mundial que es el mantenimiento de excelencia aplicado en minería que implica estar organizado, para combatir los costos de la ineficiencia y convertirlos en una valiosa contribución a la producción de la empresa. Las áreas que constituyen la base de la excelencia del mantenimiento son:

- Aspectos organizacionales
- Entrenamiento
- Ordenes de trabajo
- Planeamiento y programación
- Mantenimiento preventivo
- Compras y stock
- Información gerencial
- Automatización del mantenimiento.

Esto nos permitirá pasar de un mantenimiento de emergencia a un mantenimiento planificado, nos permite lograr reducciones del costo de mantenimiento e indisponibilidad, reducción de paradas inesperadas, reducción del tiempo de las reparaciones, aumento de la

vida útil, aumento del valor de venta, aumento de la producción e incremento de las utilidades y el apoyo efectivo a la elaboración de los presupuestos.

Las características del responsable de equipos, son claramente indicadas en el siguiente artículo: “La eficiencia y efectividad de la flota en su organización es responsabilidad exclusiva de una persona: usted. (refiriéndose al gerente de equipos). Por lo tanto las habilidades necesarias para la gerencia de flotas, involucran más que solo el cambio de aceite y reparaciones de motores. El gerente de equipos de hoy debe ser competente en recursos humanos, tecnología, costeo del ciclo de vida, negociación, gerencia de repuestos e instalaciones, benchmarking y seguridad y medio ambiente, para mencionar unos pocos. Y todas esas competencias contribuyen a la organización de su compañía, ahora más que nunca.”(Equipment Maintenance Council, 2000).

Lo anterior, entonces, sugiere que el perfil de los responsables de los equipos de las empresas constructoras sean profesionales en ingeniería mecánica y además posean estudios de maestrías en administración de empresas con conocimientos de finanzas, ya que además de ser un profesional con una sólida base técnica, debe tener base administrativa con una visión diferente de la gestión de mantenimiento. Esto implica tener conocimientos sobre administración de personal, leyes laborales, procedimientos, organización, programación de operaciones, etc. Se debe dar resultados de gestión y se debe saber realizar análisis económicos de inversión en equipos y maquinarias... Estas definiciones y pensamientos de personas dedicadas al mantenimiento, con años de ejercicio profesional, coinciden todos en que el manejo de equipos, implica no solo el realizar mantenimientos, abastecimientos de combustibles, cambios de aceites, o reparaciones, sino realizar estas actividades con perspectiva económica y de conocimiento de los costos involucrados, no solo para conocerlos sino para controlarlos y manejarlos.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Mantenimiento

“Es el conjunto de actividades que permiten mantener un equipo, sistema o instalación en condición operativa, de tal forma que cumpla las funciones para las cuales fueron diseñados y asignados o de restablecer dicha condición cuando esta se pierde”. Suarez, D. (2001).

El mantenimiento es un conjunto de actividades técnicas, de aplicación directa, estructurales y de control económico que tiene como objetivo conseguir que la vida útil de las instalaciones, máquinas y edificios sea la mayor posible, lo que permite que el valor de las inversiones permanezca activo durante el tiempo de amortización e inclusive después. Valdivia (1993).

2.2.2. Gestión de Mantenimiento

La gestión de mantenimiento está referida a la efectiva y eficiente utilización de los recursos (equipos, materiales, humanos, sistemas, infraestructura y de tiempo) que intervienen en todos los procesos donde están involucrados directa o indirectamente las actividades de mantenimiento.

García S. (2003) “¿Porque es necesario gestionar la función de mantenimiento?... Porque la competencia obliga a rebajar costes. Por tanto, es necesario optimizar el consumo de materiales y el empleo de mano de obra. Para ello es imprescindible estudiar el modelo de organización que mejor se adapte... es necesario analizar la influencia que tiene cada uno de los equipos... es necesario estudiar el consumo de stock de materiales que se emplean en el mantenimiento...”

2.2.2.1. Etapas de la gestión de Mantenimiento

La gestión de mantenimiento presenta 4 etapas las cuales pasamos a describir.

Planificación

Con esta etapa se inicia la gestión corresponde a una visión del negocio de manera estratégica en función al presupuesto y la disponibilidad requerida por operaciones (producción), el horizonte de análisis es de mediano a largo plazo (mayor a 30 días o trimestral); aquí lo que se pretende es conocer las necesidades reales de todos los equipos (realizar un análisis de criticidad para priorizar la programación de los trabajos); con la finalidad de dimensionar (cuantificar) los recursos y facilidades (equipos de soporte, instrumentos, herramientas especiales etc.) con los cuales se debe contar antes de su ejecución , las fuentes de información son: inspecciones, reporte de equipos, reportes de gestión , data en el software de gestión etc.

Las actividades que se realizan en esta etapa son:

* La generación de estrategias de mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo que necesite cada equipo en función a horas, Kilómetros o días, todo ello en función de la aplicación de los equipos.

* Definición del momento oportuno del cambio de componentes u overhauls.

* Análisis de ciclo de vida de los componentes y equipos \$/Hr, \$/Ton, \$/m. etc. y su reemplazo.

* Análisis de la desviación presupuestal.

* Administración de garantías.

- **Programación:**

En esta etapa se considera el programación de todas las actividades de mantenimiento en el corto plazo de frecuencia diaria, semanal, quincenal de tal manera que se preparan los recursos: mano de obra, repuestos, herramientas, bahías o taller es decir se programa con la certeza de contar con los recursos para la ejecución de los trabajos planificados aquí debe considerarse recursos listos para atender mantenimientos correctivos de esa manera cubrimos todas las necesidades de un escenario adverso que se pueda presentar.

- **Ejecución:**

En esta etapa lo que se hace es llevar a la acción todas las actividades que fueron programadas sean estas de tipo mantenimiento preventivo, correctivo o predictivo así también involucra la determinación de ejecutar actividades o tareas que provienen de una inspección en ese momento o del operador cuya condición implique riesgo potencial de falla del equipo es decir cuando la falla sea de una mayor criticidad, los elementos de salida de esta etapa son la generación de backlogs producto de las inspecciones, pruebas ajustes que se realizan en los equipos , la performance del equipo a través de la disponibilidad de equipos para que puedan ser analizados en la etapa de supervisión y control.

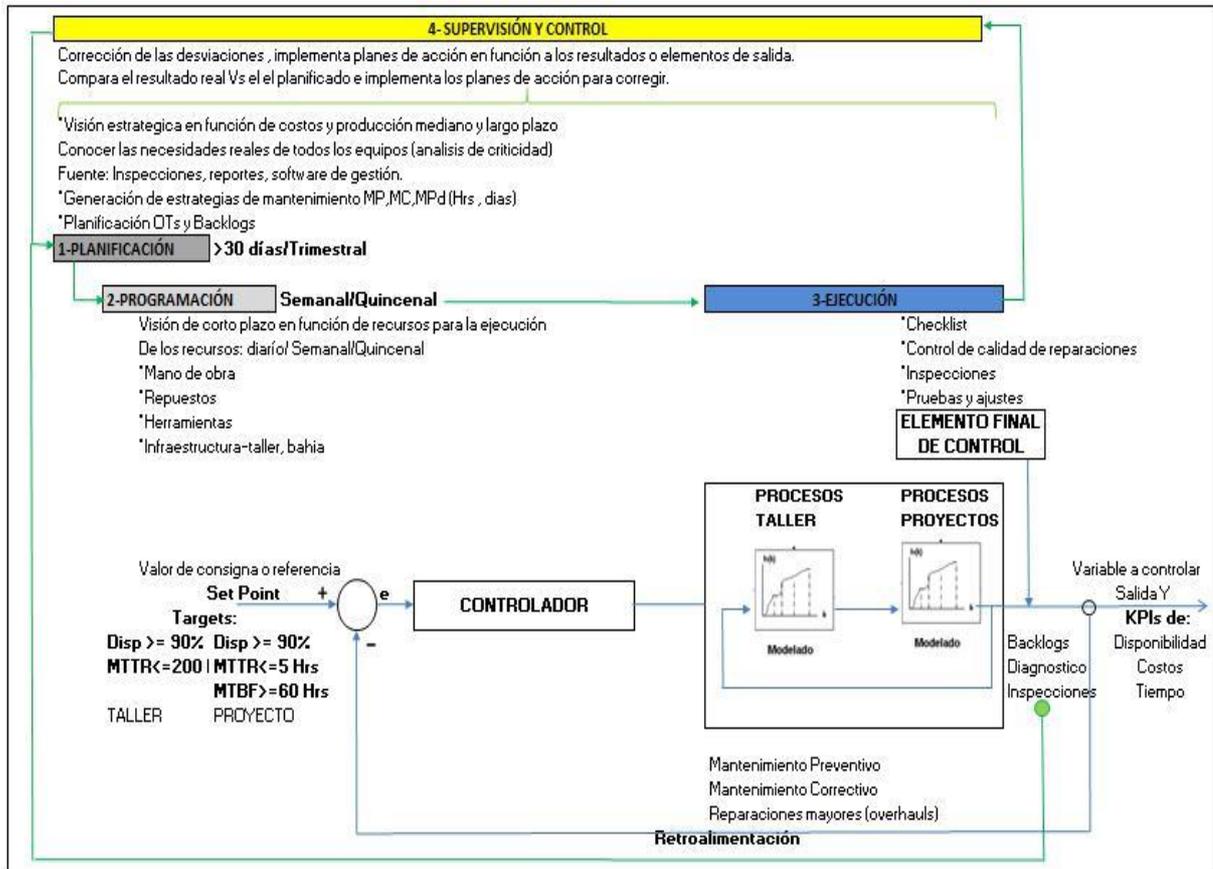
- **Supervisión y Control:**

En esta etapa se procede a la revisión y evaluación de los elementos de salida del proceso de ejecución del mantenimiento, todo lo que representó en costos la ejecución de lo planificado y su impacto en la disponibilidad. Se revisa la desviación de lo planeado Vs lo ejecutado y la nueva información producto de las inspecciones y generación de backlogs para nuevamente alimentar la etapa de planificación y programación.

Si la brecha es grande se tomaran las medidas de control para cumplir con ejecutar lo planificado, si la brecha es pequeña es porque nuestro control en la gestión de mantenimiento es el adecuado por lo que se debe reforzar lo planificado en la estrategia y todos los procesos ejecutados en la cadena de valor de la gestión de mantenimiento.

A continuación en la figura n°. 2.3 se muestra un esquema de control en la gestión de mantenimiento basado en la teoría de control industrial adaptado a la gestión de mantenimiento de equipo de una empresa de perforación de minerales en el Perú.

Figura n.º 2.3. Grafica de fases de la gestión de mantenimiento adaptado a un sistema de control industrial



Fuente: Elaboración propia

2.2.3. Indicadores clave de desempeño (KPIs)

Proviene de las siglas en inglés Key performance indicator, es la medida cuantitativa del grado de satisfacción de un requerimiento; es una medida del nivel de rendimiento de un proceso, el valor del indicador está directamente relacionado con un objetivo fijado previamente.

Para el proceso de mantenimiento los indicadores más importantes son: la disponibilidad de equipos, la confiabilidad, la utilización de equipos y el costo global del mantenimiento.

Disponibilidad de Equipos:

Es la probabilidad de que un sistema o equipo se encuentre operativo cuando se requiera su uso. También identificado como performance o desempeño de equipos...puede ser calculado como la relación entre el tiempo total de operación de cada uno y la suma de este tiempo con el respectivo tiempo total de mantenimiento en el periodo considerado. (Tavares 2007, p.54).

Fórmula para su cálculo:
$$\text{Disp (\%)} = \frac{\sum \text{ horas de operación}}{\sum (\text{Horas de operación} + \text{Horas totales de mantenimiento})} \times 100$$

o Disponibilidad (%) =
$$\frac{N \text{ Equipos} * \text{Horas calendario} - \sum \text{Horas por mantenimiento} \times 100}{N \text{ Equipos} * \text{Horas calendario}}$$

Confiabilidad (R)

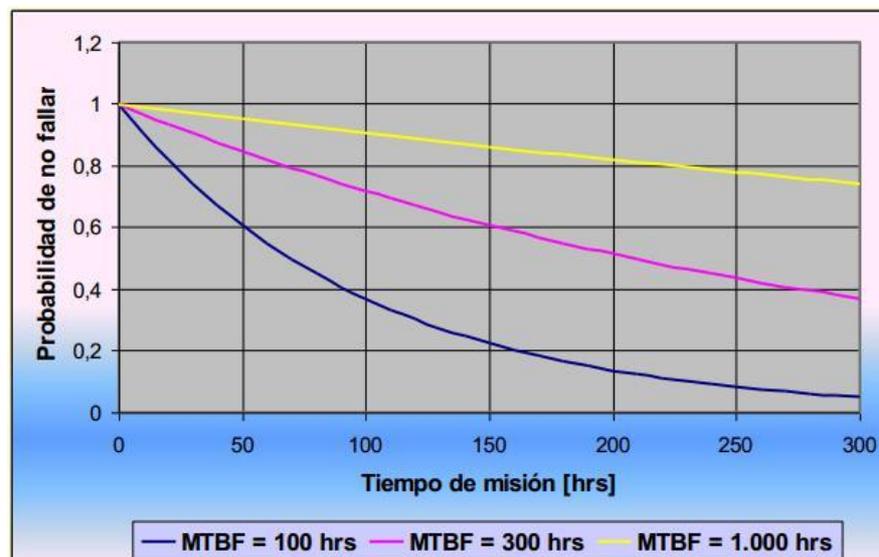
Es la probabilidad de que un componente, un equipo o un sistema integrado por: procesos, tecnología y gente opere en forma satisfactoria por un periodo dado de tiempo cuando se utiliza bajo condiciones especificadas.

Razón de fallas $\lambda = \frac{\text{cantidad de fallas}}{\text{Tiempo de operación}}$; Tiempo medio entre fallas (MTBF) = $1 / \lambda$

Confiabilidad (R) = $e^{-\lambda t} = e^{-t/\text{MTBF}} = R = f(\text{MTBF})$

La figura n.º 2.4 Muestra gráficamente las curvas de confiabilidad con variación del MTBF; se observa que un MTBF alto significa que el equipo, sistema o dispositivo es más confiable i.e. su probabilidad de no fallar es alta; por tanto podemos asociar el indicador MTBF con la confiabilidad, además que tienen una relación directa, en otras palabras si un equipo tiene el MTBF bajo significa que su confiabilidad también es baja.

Figura n.º 2.4. Grafica de Confiabilidad con variación de MTBF



Fuente: Elaboración propia.

El MTBF es un indicador del tiempo promedio entre fallas de un equipo, este indicador tiene una relación directa con la confiabilidad de los equipos que podemos expresar como:

$$R = f(\text{MTBF}).$$

Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{MTBF (Horas)} = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento del equipo}}{\text{Numero de fallas}}$$

Mantenibilidad (M)

Es la probabilidad de que un dispositivo, *sistema o equipo* [las cursivas son mías], sea devuelto a un estado en el que pueda cumplir su misión en un tiempo dado, luego de una falla y cuando el mantenimiento es realizado en un determinado periodo de tiempo, al nivel deseado de confianza, con el personal especificado, las habilidades necesarias, manuales de operación y mantenimiento, el equipo indicado, los datos técnicos, el departamento de soporte de mantenimiento y bajo las condiciones ambientales especificadas.(Knezevic (1996).

Según Pistarelli, J.(2010) Los factores internos y externos que influyen en la mantenibilidad de un sistema productivo son:

FACTORES INTERNOS	FACTORES EXTERNOS
Acceso a las partes	Disponibilidad de los repuestos
Complejidad tecnica (Diseño)	Disponibilidad de mano de obra
Manuales claros y completos	Capacitación de especialistas
Partes o piezas estandarizadas	Herramientas para diagnostico y reparación
Manejo de componentes (peso, fragilidad, etc.)	Capacidad en la programación de tareas
Calidad de los materiales de fabricación	Servicios Post venta
Herramental necesario estandarizado	Limpieza y estado de la maquina
	Historial de averias y procedimientos.

El indicador clave que está asociado a la mantenibilidad es el tiempo medio para reparar MTTR, debido a la relación existente se puede expresar como $M = F(\text{MTTR})$ y se calcula como:

$$\text{MTTR (Horas)} = \frac{\text{Tiempo en reparación}}{\text{\# de paradas}}$$

2.2.4. Relación entre mantenibilidad, confiabilidad y la gestión de mantenimiento.

Como se describe en el punto 2.2.3 la mantenibilidad (M) y la confiabilidad (R) tienen una relación estrecha con la gestión de mantenimiento.

La mantenibilidad es afectada por internos y factores externos: disponibilidad de repuestos, disponibilidad de mano de obra, capacitación de especialistas (habilidad), herramientas para diagnóstico y reparación, capacidad en la programación de tareas, servicio post venta, limpieza, estado de la máquina, historial de averías, procedimientos y procesos todos estos factores dependen de la gestión de mantenimiento. Matemáticamente podría expresarse como:

$$M = f(\text{gestión de mantenimiento}) \text{ o } M = f(\text{MTTR})$$

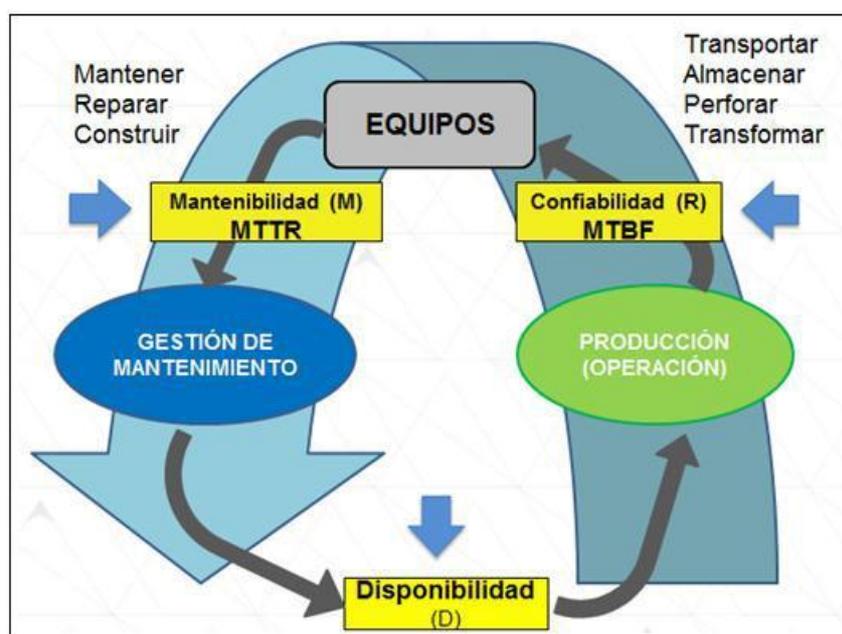
La confiabilidad o fiabilidad es afectada por ciertos factores que la condicionan estos son: el diseño del producto o equipo, el proceso, la edad operacional (desgaste y deterioro) y el factor humano que interviene en la operación y mantenimiento del equipo o sistema; de lo citado anteriormente todos los factores excepto el diseño dependen de la gestión de mantenimiento.

La confiabilidad se puede medir a través del indicador que es el tiempo promedio entre fallas (MTBF); como se mencionó líneas arriba existe una relación directa entre ambos a mayor MTBF mayor confiabilidad del equipo; matemáticamente puede expresarse como:

$$R = f(\text{gestión de mantenimiento}) \text{ o } R = f(\text{MTBF})$$

La figura n°. 2.5 muestra la relación entre los KPIs de mantenimiento y su impacto en la producción; como lo menciona Tavares la operación y el mantenimiento han llegado a tener la misma importancia para la producción.

Figura n.º 2.5. Relación de la gestión de mantenimiento con los indicadores y la producción



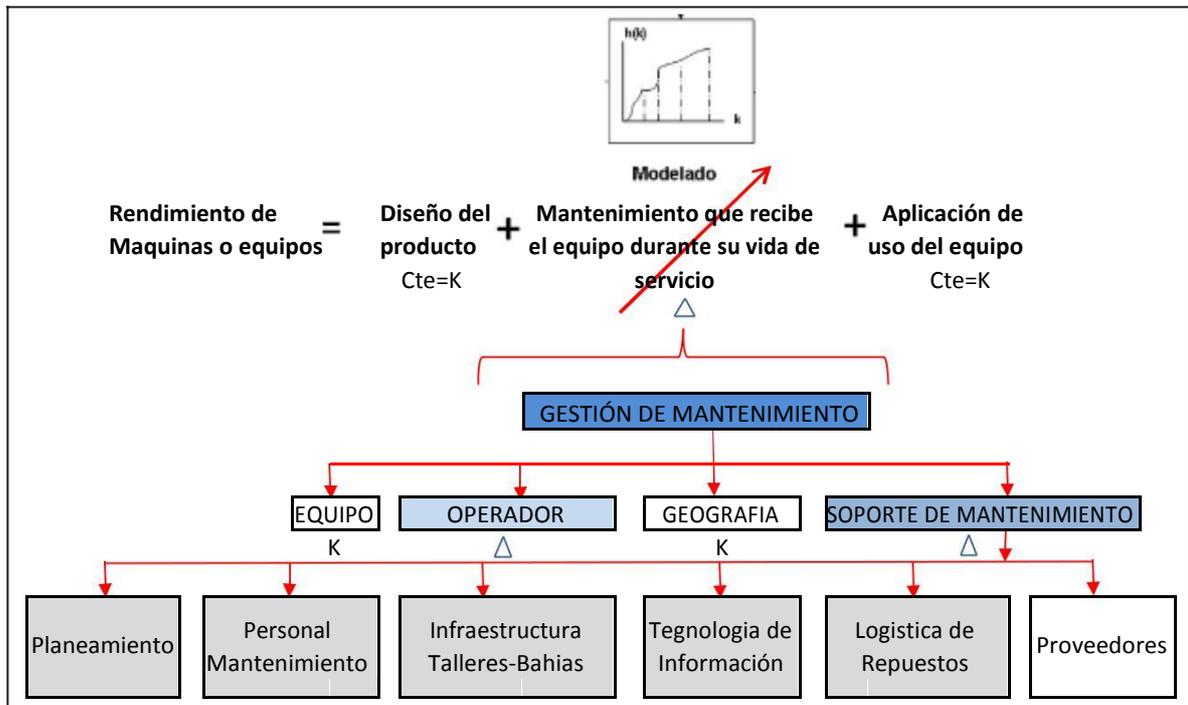
Fuente: Elaboración propia.

2.2.5. Modelo de rendimiento de equipos:

Para poder entender y aplicar una adecuada gestión de mantenimiento con la finalidad de obtener un buen rendimiento de los equipos (disponibilidad) vamos a partir de un modelo de operación definido para piezas pero también aplica perfectamente para todo un equipo considerando que el equipo viene a ser la integración de las piezas o componentes; es así que se cita: El máximo rendimiento de una pieza de equipo de minería depende primordialmente de tres factores críticos: el diseño del producto, la aplicación en que es usado, y el mantenimiento que esta recibe durante su vida de servicio. En algún grado estos factores pueden ser controlados, pero algunos mucho más que otros. (Caterpillar, 2005, en Zegarra, 2015)

Por tanto bajo esta premisa en la figura n°. 2.6 tenemos el siguiente gráfico:

Figura n.º 2.6. Modelo de rendimiento de equipos



Fuente: Elaboración propia

Bajo este modelo comprobado a través de nuestra experiencia profesional y basado en el know how (conocimiento práctico- saber cómo) de Caterpillar líder fabricante de equipos móviles en la industria minera vamos a dejar constante el resto de variables y vamos a generar variaciones en la variable independiente (gestión de mantenimiento) que a su vez depende de otros factores en los que vamos a incidir para poder obtener resultados en la variable dependiente que es la disponibilidad o rendimiento de los equipos

2.2.6. Estrategias de mantenimiento

La estrategia de mantenimiento hace referencia a la definición del tipo de mantenimiento (preventivo, correctivo o predictivo) que se aplicará a una determinada maquinaria, sistema o conjunto de máquinas; bajo parámetros de criticidad e importancia del equipo generalmente en función a su valor económico y su impacto en la producción.

2.2.6.1. Mantenimiento preventivo o sistemático (MP)

Consiste en realizar las labores de limpieza, engrase, lubricación, ajustes, calibraciones, inspecciones y reparaciones menores o mayores programadas (antes de que ocurran las fallas), indicadas en las pautas y/o manuales de mantenimiento entregados por los fabricantes cuando se compra una máquina, esta estrategia aplica en aquellos componentes que requieran revisión y servicio periódico, las horas típicas de servicio por mantención son a partir de las 250 Horas y en múltiplos de la misma es decir 500.750,1000 y 2000 Hrs.

2.2.6.2. Mantenimiento predictivo (MPd)

Consiste en realizar evaluaciones programadas, haciendo uso de instrumentos especiales como análisis vibracional, temperatura, evaluación de fisuras y discontinuidades; a fin de obtener parámetros de funcionamiento de las máquinas y compararlos con los parámetros dados por los fabricantes. Incluye inspecciones visuales y auditivas, a fin de descubrir ruidos o señales fuera de lo esperado, aplica en componentes o sistemas donde es necesario anticiparse a su falla por ser esta costosa e impida la operatividad del equipo en su conjunto.

2.2.6.3. Mantenimiento Correctivo. MC

Consiste en realizar labores de reparaciones luego que se ha presentado la falla. Es un tipo de actividad que puede ser programada (backlogs) o no programada. Si el mantenimiento es programado ha venido de alguna inspección de monitoreo de condiciones o de un servicio de mantenimiento preventivo o predictivo, por lo que va a significar que se hará una paralización programada y coordinada con el área de obras. No ocasionara mayor gasto que el mínimo necesario y previsto, pero si es no programado va a significar una parada inesperada de máquina, con las consecuencias inherentes, como son el retraso de la obra, costo de reemplazos de máquinas más caros, pago al personal administrativo con la obra paralizada, repercusión en otros frentes de obra, que tendrán que sufrir paralización también inesperada. Los mantenimientos correctivos programados requieren de menos repuestos que los no programados. Normalmente las reparaciones no programadas involucran cambios de repuestos que normalmente no deben ser cambiados nunca, o con muy poca frecuencia.

2.2.7. Gestión por procesos ó BPM

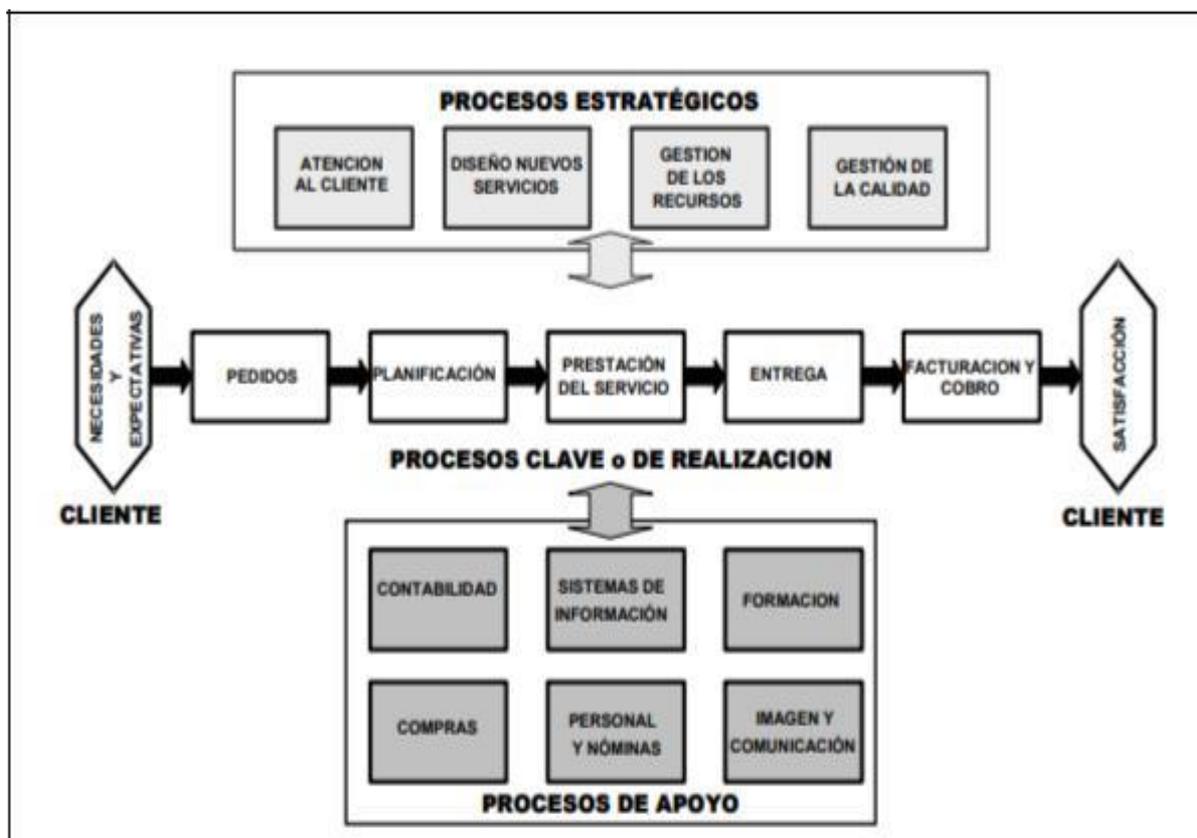
La gestión por procesos ó BPM por sus siglas en inglés: Business Process Managment es un enfoque metodológico, con técnicas y tecnología para modelar, analizar, simular y gestionar los procesos del negocio, asignando métricas de costo, tiempo, calidad y servicio según corresponda para su monitorización y control.

Es la suma de rediseño de procesos, automatización de los procesos, workflow, herramientas del control y gestión, necesarias para ayudar a mejorar la eficiencia y la eficacia de la organización.

La gestión por procesos conlleva a tener una estructura de procesos clasificados como procesos estratégicos, procesos clave y proceso de apoyo que representen a la organización de manera tal que mediante el análisis de los mismos nos permita incrementarlos, simplificarlos reordenarlos con la finalidad de eliminar todas aquellas actividades que no añaden valor a la organización; todo esto se hace para cumplir con los requisitos y la satisfacción del cliente.

En la figura n°. 2.7 se muestra el diagrama tipo de gestión por procesos.

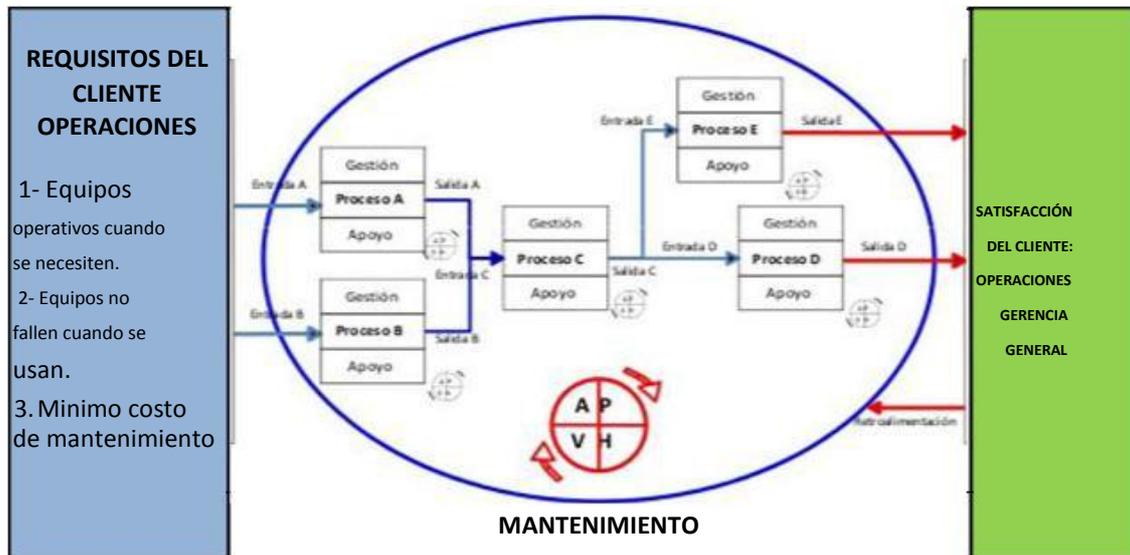
Figura n.º 2.7. Diagrama de gestión por procesos



Fuente: <http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/9541ACDE-55BF-4F01-B8FA-03269D1ED94D/19421/CaptuloIVPrincipiosdelagestindelaCalidad.pdf>.

En la figura n°. 2.8 se muestra el diagrama por gestión por procesos para mantenimiento.

Figura n.º 2.8. Diagrama de gestión por procesos de mantenimiento



Fuente: elaboración propia.

Muchos autores han dado su enfoque al respecto indicando que el BPM solo se enfoca en la parte hard es decir lo referido a conocimientos técnicas, conceptos, mapas dejando de lado la parte soft que tiene que ver con las relaciones entre las personas que participan en los procesos y que es tan importante como la anterior.

Otros autores como Yves Morieux (2014) más aun, han dicho que el enfoque es obsoleto y que hay un tercer elemento llamado el de interconexión; en su exposición hace una analogía de esta conceptualización con un ser humano indicando que el esqueleto viene a ser la parte hard (los procesos), las emociones son la parte soft (las relaciones) y el sistema nervioso lo conforman las interconexiones; este último sería vital para que finalmente se pueda optimizar la gestión en las organizaciones donde se resalta como fomentar este sistema llamado nervioso o de interconexión a través de reglas sencillas como:

- 1- Tener conocimiento del trabajo de los demás, entenderlo en su real dimensión.
- 2- Reforzar los integradores es decir dar a los gerentes poder discrecional de obligar a otros a cooperar.
- 3- Se necesita aumentar la cantidad de energía dando empoderamiento a la gente para asumir el riesgo de cooperar.
- 4- Aumentar la sombra del futuro creando bucles de retroalimentación que exponga a la gente a las consecuencias de sus acciones.
- 5- Incrementar la reciprocidad mediante la eliminación de barreras que nos hacen autosuficientes (autosuficiencia disfuncional) con la finalidad que cooperen mutuamente los actores.

- 6- Reconocimiento a través de la recompensa con aquellas personas que cooperan activamente y son agentes de cambio.

Finalmente el autor concluye que la verdadera batalla contra la competencia no está allá afuera sino que está dentro en nuestras organizaciones y propone lucharla para eliminar esas barreras burocráticas que se han instalado en ellas.

2.2.8. Mejora continua

Es una filosofía que asume que la superación es siempre posible y que los procesos de las organizaciones deben ser continuamente reevaluados y las oportunidades de mejoras detectadas e implementadas.

A la mejora continua se le conoce también como ciclo PDCA o círculo de Deming (ver figura n°. 2.9) ya que fue el Dr. William Edwards Deming uno de los primeros que utilizó este esquema lógico en la mejora de la calidad y le dio un fuerte impulso.

Figura n.º 2.9. Grafica de Ciclo de mejora continua



Fuente: Elaboración propia

La interpretación de este ciclo es muy sencilla: cuando se busca obtener algo, lo primero que hay que hacer es Planificar: diseñar los procesos y establecer objetivos para conseguir los resultados de acuerdo a los requisitos del cliente y las políticas de la empresa ; trasladar el plan a nivel operativo; es planear cómo conseguirlo, después se procede a realizar las acciones planificadas Hacer: implementar los procesos, aplicar lo planeado , hacer los cambios recopilar los datos, a continuación se comprueba qué tal se ha hecho (verificar): realizar el seguimiento , evaluar los resultados obtenidos, comparar los resultados con los objetivos planeados y finalmente se implementan los cambios pertinentes para no volver a incurrir en los mismos errores (actuar):

tomar decisiones , estandarizar los cambios , formar y entrenar, vigilar el proceso y repetir el ciclo. Nuevamente se empieza el ciclo planificando su ejecución pero introduciendo las mejoras provenientes de la experiencia anterior.

2.2.9. Diagrama de Ishikawa o causa efecto:

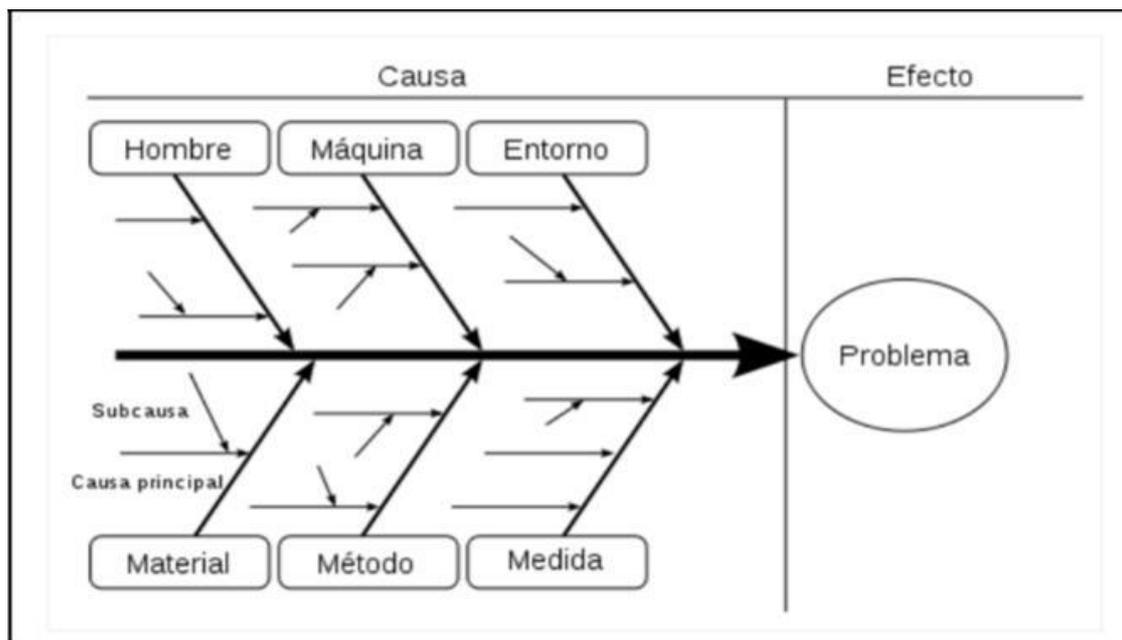
Esta herramienta fue creada en 1953 por Kauro Ishikawa profesor de la universidad de Tokio. Ishikawa es uno de los precursores de la calidad en Japón.

Se trata de una herramienta para el análisis de los problemas que básicamente representa la relación entre un efecto (problema) y todas las posibles causas que lo ocasionan.

Como indica D’Alezio (2004). “Es una importante y completa herramienta que permite identificar las causas y posibles soluciones de un problema específico” (p. 517).

Por su estructura, los diagramas causa efecto se conocen como diagramas de espina de pescado o diagrama de árbol (ver figura n°. 2.10)

Figura n.º 2.10. Grafica de Ishikawa



Fuente: <http://www.progressalean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa>.

Es con diferencia una de las herramientas más sencillas dentro de la mejora continua. Los pasos para su elaboración son los siguientes:

1. Constituir un equipo de personas multidisciplinario.
2. Partir de un diagrama en blanco. Lógicamente para ir rellenándolo desde cero
3. Escribir de forma concisa el problema o efecto que se está produciendo

4. Identificar las categorías dentro de las cuales se pueden clasificar las causas del problema. Generalmente estarán englobadas dentro de las 4M (máquina, mano de obra, método y materiales).
5. Identificar las causas. Mediante una lluvia de ideas y teniendo en cuenta las categorías encontradas, el equipo debe ir identificando las diferentes causas para el problema. Por lo general estas causas serán aspectos específicos, propios de cada categoría, y que al estar presentes de una u otra forma están generando el problema. Las causas que se identifiquen se deberán ubicar en las espinas que confluyen hacia las espinas principales del pescado.
6. Preguntarse el porqué de cada causa (pero no más de 2 o 3 veces). En este punto el equipo debe utilizar la **técnica de los 5 porqués**. El objeto es averiguar el porqué de cada una de las causas anteriores.

Como resultado se obtendrán una serie de subcausas que constituirán las llamadas espinas menores. (progressalean.com, 2017)

2.2.10. Diagrama de Pareto:

Fernando D´Alezio (2004). El diagrama de Pareto es una forma especial de una gráfica de barras verticales que permite observar la importancia relativa de determinados fenómenos (defectos, fracasos, gastos accidentes) o causas (experiencia del operario, clase de materia prima, modelos de máquina, condiciones operacionales), a partir de los cuales pueden establecerse prioridades.

Esta grafica nace del análisis de Vilfredo Pareto, un economista italiano que descubrió que en cualquier situación siempre existen muchos aspectos triviales (de poca importancia) y pocos vitales (muy importantes). Estableció, en términos de promedio, que el 80% de las cosas que ocurren son de poca importancia y solo el 20% restante es importante, de ahí que también se le conoce como el principio del 80-20. Esto quiere decir que el 20% de las causas producen el 80% de los efectos, resultados o consecuencias (ver figura n°. 2.11).

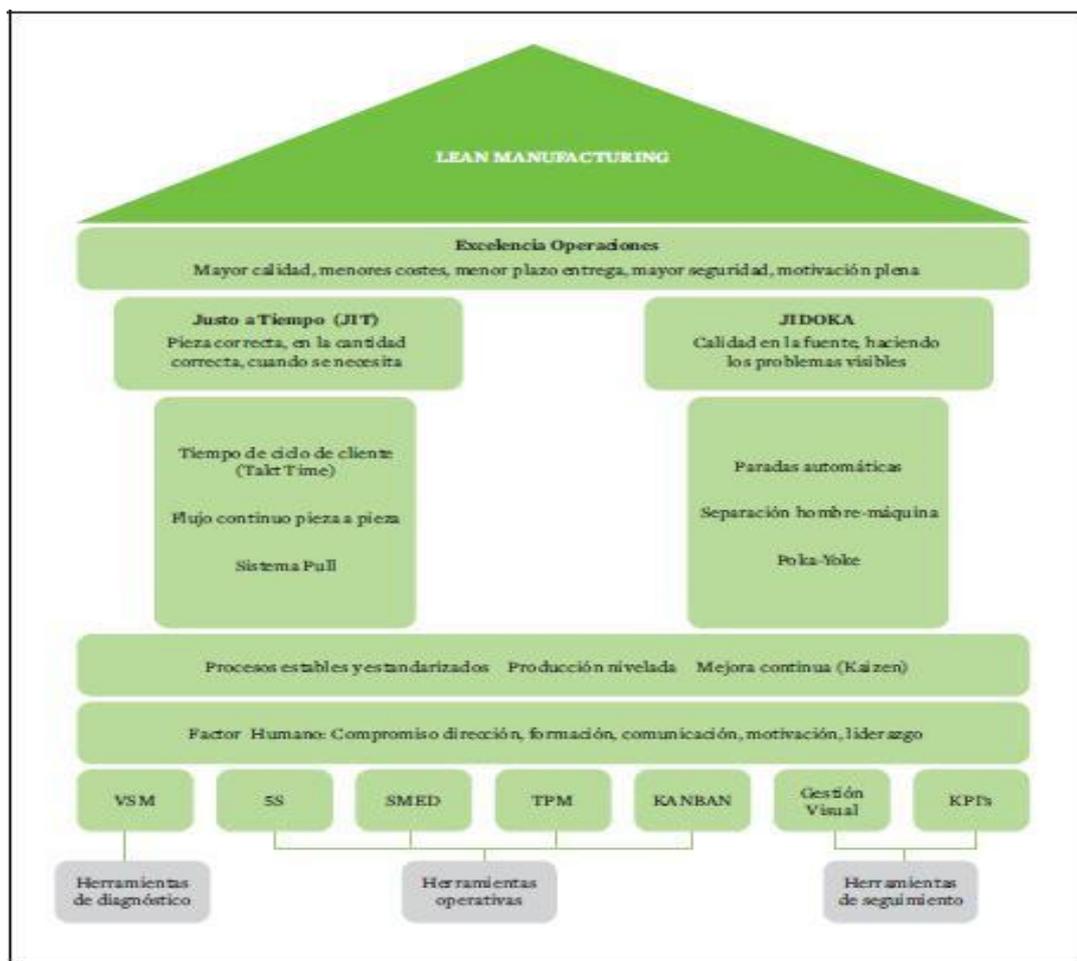
También se le conoce como el ABC (70-25-5).

Este diagrama se usa para:

- Identificar oportunidades de mejora
- Buscar las principales causas de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.
- Evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso (antes y después).

A continuación se la figura n°. 2.12 muestra de forma tradicional la “Casa del Sistema de Producción Toyota” para visualizar rápidamente la filosofía que encierra el Lean y las técnicas disponibles para su aplicación.

Figura n.º 2.12. Adaptación actualizada de la casa Toyota, principios Lean



Fuente: Revista Escuela de Organización Industrial EOI

Es importante utilizar este esquema de manera flexible en una primera aproximación al pensamiento Lean. Si bien la Casa Toyota es un buen ejercicio a nivel de presentación formal, una primera visión puede inducir a un directivo a pensar que es un sistema difícil de entender, complicado de poner en práctica y largo de implantar. Nada más lejos de la realidad. El esquema es una forma de trasladar al papel todas las facetas del sistema. Cada empresa, en función de sus características, experiencias, mercado, personal y objetivos, tanto a corto como a medio plazo, debe confeccionar un plan de implantación con objetivos acotados; seleccionando e implantando, paso a paso, las técnicas más adecuadas.

Es por ello que para nuestra empresa y específicamente para el área de mantenimiento hemos decidido implementar y desarrollar dos técnicas lean: 5Ss y Mantenimiento autónomo que es pilar del TPM .

2.2.11.1. Principios del sistema Lean

Además de la casa Toyota los expertos recurren a explicar el sistema identificando los principios sobre los que se fundamenta el Lean Manufacturing. Los principios más frecuentes asociados al sistema, desde el punto de vista del “factor humano” y de la manera de trabajar y pensar, son: ...

- Trabajar en la planta y comprobar las cosas in situ.
- Formar líderes de equipos que asuman el sistema y lo enseñen a otros.
- Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua.
- Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
- Promover equipos y personas multidisciplinarios.
- Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo Lean.

2.2.11.2. Técnicas del sistema Lean

El Lean Manufacturing se materializa en la práctica a través de la aplicación de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí, que se han ido implementando con éxito en empresas de muy diferentes sectores y tamaños. Estas técnicas pueden implantarse de forma independiente o conjunta, atendiendo a las características específicas de cada caso.

Nosotros hemos decidido acotar haciendo uso de dos técnicas las cuales pasamos a describir:

2.2.11.2.1. 5s.

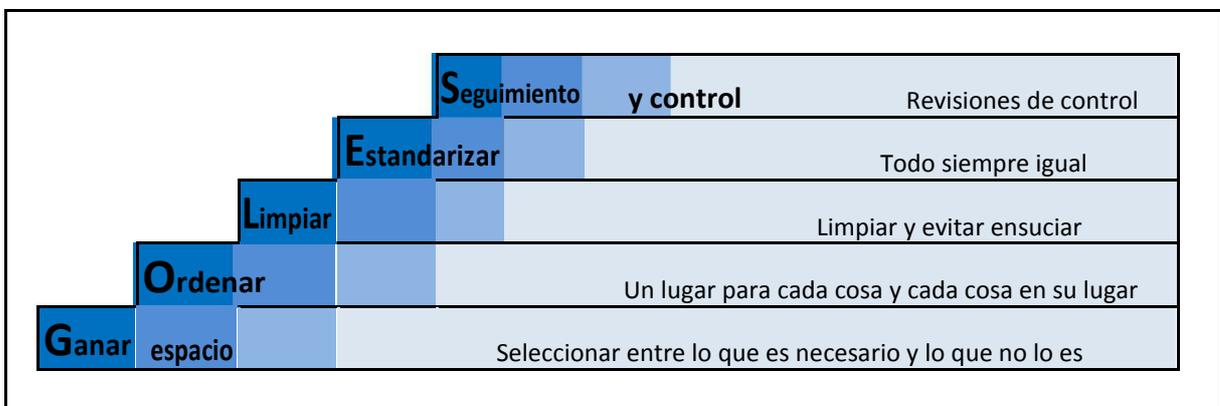
Técnica utilizada para el mejora de las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.

La herramienta 5S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción.

El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramienta y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

A continuación la figura n°. 2.13 muestra una técnica de nemotecnia haciendo uso del acrónimo GOLES para recordar fácilmente el significado de las 5Ss de lo que vendría a ser su significado en castellano.

Figura n.º 2.13. Grafica de 5Ss con acrónimo en castellano



Fuente: Elaboración propia.

2.2.11.2.2. Mantenimiento productivo total (TPM).

El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios.

Una consecuencia importante de la implantación del TPM en la fábrica es que los operarios toman conciencia de la necesidad de responsabilizarse del mantenimiento básico de sus equipos con el fin de conservarlos en buen estado de funcionamiento y, además, realizan un control permanente sobre dichos equipos para detectar anomalías antes de que causen averías a ello llamamos mantenimiento Autónomo que viene a ser uno de los pilares fundamentales de la estructura del TPM.

Mantenimiento Autónomo:

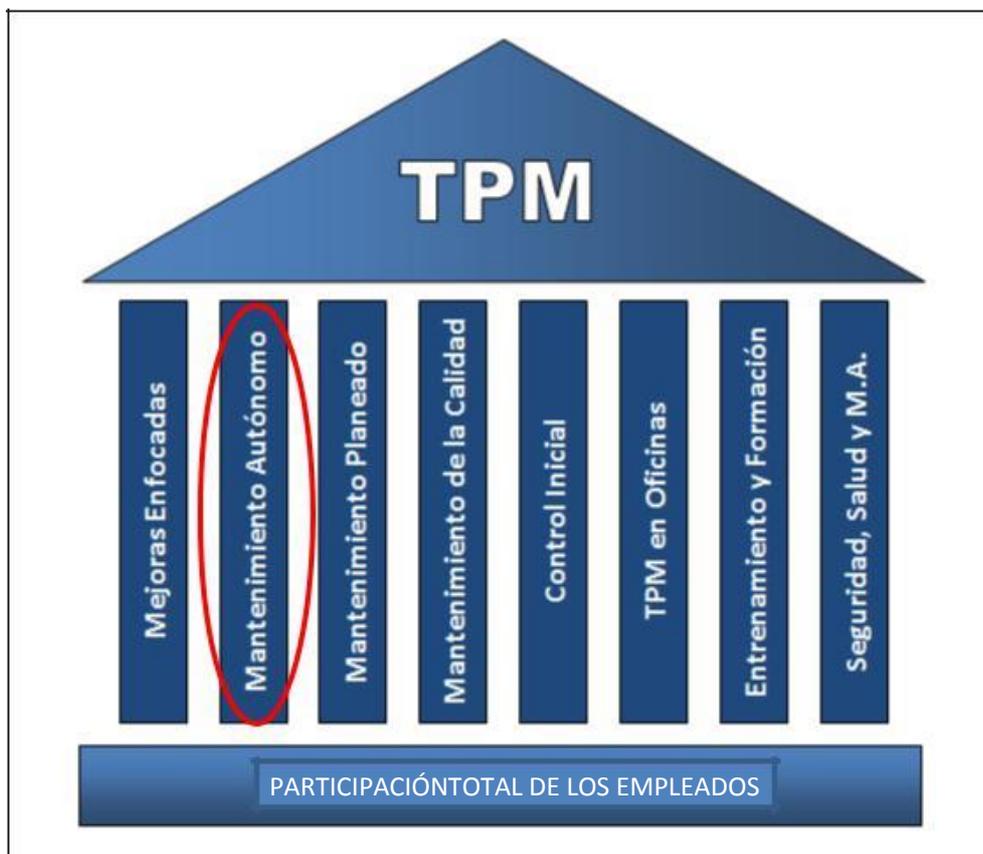
A través de este pilar uno de los más importantes del TPM, el departamento de producción es quien realiza el mantenimiento autónomo que Incluye como primeras actividades la limpieza, la

lubricación y la inspección visual, es decir los operarios toman conciencia de la necesidad de responsabilizarse del mantenimiento básico de sus equipos con el fin de conservarlos en buen estado de funcionamiento y, además, realizan un control permanente sobre dichos equipos para detectar anomalías antes de que causen averías.

El Mantenimiento autónomo promueve la conciencia sobre el equipo y el auto mantenimiento por lo que es necesario asegurar que los operarios adquieran habilidades para descubrir anomalías, tratarlas y establecer las condiciones óptimas del equipo de forma permanente y es justamente el departamento de mantenimiento el encargado de transmitir esos conocimientos básicos mediante instrucciones técnicas hacia los operarios a través de capacitaciones teóricas e in situ de manera que estos sigan estándares de inspección en sus equipos. (Suzuki, 1995).

La figura n°. 2.14 muestra el mantenimiento autónomo como pilar fundamental para el TPM.

Figura n.º 2.14. Diagrama mantenimiento productivo total



Fuente: elaboración propia.

2.2.12. Cartas Gantt

Dentro de las herramientas que se utilizan en la Dirección de Proyectos, es el Diagrama de Gantt una de las más útiles y recomendables en lo que respecta a la gestión del tiempo.

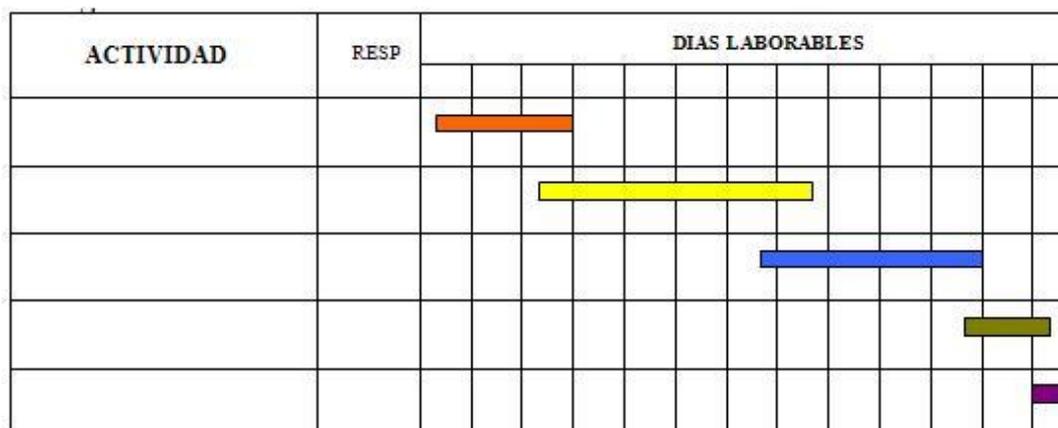
Inventada por Henry L. Gantt en 1917, se trata de una herramienta muy práctica por su gran capacidad visual, ya que permite ver de forma rápida la distribución en el tiempo de cada una de las actividades. Se puede hacer un Diagrama de Gantt general para todo el proyecto, pero quizás resulte más útil hacer diagramas diferentes para cada fase del mismo, sobre todo en el caso de aquellos que son más complejos y duraderos.

El objetivo principal de esta herramienta es mostrar la duración programada, así como los momentos de inicio y finalización de cada una de las tareas que componen el proyecto. El diagrama de Gantt se compone de 2 ejes: un **eje horizontal**, que consiste en una especie de calendario donde, en los términos que mejor se adapten a la fase o proyecto, se representan las unidades temporales (horas, días, semanas, meses...); y un **eje vertical** donde se representan las tareas a realizar mediante barras horizontales, que abarcan una longitud equivalente a la duración marcada por el eje horizontal.

Por lo general, en el desarrollo de proyectos los **recursos** suelen ser limitados. El diagrama de Gantt permite identificar la cantidad de recursos que se estarán empleando en cada tarea, así como la duración de esa utilización, de tal forma que puedan evitarse períodos ociosos. Esta herramienta nos permite tener una visión integral de los recursos que están siendo utilizados. (Escuela de organización industrial, 2013)

La figura n°. 2.15 nos muestra gráficamente esta herramienta.

Figura n.º 2.15. Grafica de diagrama Gantt



Fuente: <http://tugimnasiacerebral.com/herramientas-de-estudio/que-es-un-diagrama-o-grafica-de-gantt>.

2.2.12.1. Ventajas de utilizar una gráfica Gantt.

1. Brinda una perspectiva visual que facilita el entendimiento del proyecto a desarrollar.
2. Permite ordenar eficientemente las actividades requeridas para la ejecución del proyecto.
3. Facilita el control y supervisión de los procesos.
4. Da un estimado del tiempo que tomará cada actividad individualmente y del tiempo que tomará la ejecución del proyecto en su totalidad.
5. Ayuda a conocer si el desarrollo de una actividad interfiere con la ejecución de otra en términos de tiempo, permitiendo ajustar la duración de cada una para una mejor distribución.
6. Es una herramienta bastante práctica que puede ser utilizada por casi cualquier persona, desde los niveles más bajos en una jerarquía organizacional hasta el nivel gerencial, y que puede elaborarse ya sea mediante herramientas de uso informático o con la ayuda de un lápiz y un papel.

2.3. Definición de términos básicos.

Mejores Prácticas de mantenimiento, Se refiere estándares de trabajo, prácticas de uso en la industria que han dado resultados visibles en la gestión del mantenimiento, aplicable generalmente a los talleres de servicio por ejemplo la implementación de paños de herramientas, el control de contaminación, orden y limpieza, construcción de canastas o jaulas para almacenamiento de repuestos que requiere cada equipo que está en mantención o reparación.

Planes de acción, Se refiere a la toma de actividades inmediatas que muchas veces no requieren de grandes inversiones , es una herramienta conocida como las 3 Ws por los términos en ingles What , Who y When claramente se establecen las prioridades de las actividades a realizar , el responsable y el tiempo en que se ejecutara la acción.

Repuestos críticos. Referido al stock de repuestos generalmente es un listado de componentes que se han denominado críticos en función a que la falla de los mismos provocaría la parada del equipo y por ende de la producción.

Estandarización OEM. Se hace referencia al término por las siglas en Ingles Original Equipment Manufacturer , fabricante de equipos originales es decir es un fabricante de piezas o componentes que son utilizados en los productos de otra empresa para construir un sistema o producto completo, también llamado código de ingeniería.

En la industria automotriz, una compañía de automóviles compra componentes tales como baterías, inyectores de combustible y bujías de otros fabricantes. Si bien el automóvil completo es construido y vendido por una compañía, los componentes reales son fabricados por diferentes compañías. Todas las compañías que fabricaron los componentes reales u originales se llaman empresas OEM.

Confiabilidad, Es un indicador de mantenimiento que nos indica el grado de confianza de que un equipo no falle en sus funciones definidas en un determinado periodo de operación bajo ciertas condiciones operacionales es decir sin rebasar sus límites de capacidad de carga y potencia para el que fue diseñado.

KPIs, por sus siglas en ingles de Key Performance Indicator, son indicadores críticos de rendimiento de un sistema de gestión, son métricas, medidas de variables que consideramos claves en una determinada área o proceso (dentro de la cadena productiva) que nos muestran cual es la situación respecto de un valor de consigna o target .Para mantenimiento las más importante son la disponibilidad, la confiabilidad, la utilización, el MTBF, el MTTR, el costo de mantenimiento entre otras.

Disponibilidad, Es un indicador crítico de la performance de los equipos, maquinas o sistemas en una planta o activos. Resulta de comparar el tiempo planeado para operar menos los mantenimientos preventivos más correctivos entre el tiempo programado para operar.

Utilización. Es un indicador de la utilización del activo de manera diaria respecto de las horas calendario del día, su cálculo es diario y mensual, este indicador es clave ya que va de la mano con la disponibilidad si tengo una utilización baja no me permitirá ver realmente la eficiencia del mantenimiento traducido en disponibilidad.

Backlog, Termino utilizado generalmente para dimensionar y describir una actividad de mantenimiento necesaria en un equipo proveniente de una inspección o mantenimiento previo pero que no necesita ser ejecutado en el momento (ya que no afecta la operatividad del equipo) sino más bien incorporarlo como una tarea pendiente para el próximo mantenimiento de manera programada.

Ordenes de Trabajo (OT), Se refiere a la creación de un registro es el primer paso en la generación de actividades de mantenimiento en un determinado equipo, sirve para poder dimensionar en tiempo y en recursos las tareas o actividades a realizarse en un equipo previa inspección y diagnóstico del mismo.

Control de Contaminación. Técnica de Caterpillar generada para el correcto uso de los lubricantes (estándares de limpieza a través de códigos) que deben mantenerse en determinados sistemas o componentes para garantizar la preservación de su vida útil y en muchos casos la extensión de los mismos. Van desde prácticas en el entorno de trabajo, el almacenamiento y traslado desde el contenedor hasta la disposición en los compartimientos del equipo.

RDE Registro de Equipos Es un formato realizado en una hoja de cálculo donde se registra información de los eventos o actividades de mantenimiento realizadas en los equipos, se registra información de tiempo de paradas, horas de los equipos, fecha y lo más importante se clasifica en sistemas de máquinas para sus posterior tratamiento y análisis de tal manera que permita

identificar en que sistemas de máquinas sea este motor transmisión, implementos etc. hay más incidencia de mantenimiento.

MTBF Mean Time between Failure es un indicador del tiempo promedio entre fallas (correctivas) de un equipo o sistema. Mientras más alto sea el MTBF el equipo es más confiable.

MTBS Mean Time Between Shutdowns es un indicador del tiempo promedio entre paradas nos muestra el tiempo que la maquina trabaja en promedio antes de que suceda una reparación o parada sean estas por mantenimiento preventivo o correctivo. Si el MTBS es alto no indica que la maquina falla poco o tiene una frecuencia de reparaciones baja. Por el contrario un valor bajo nos indicará que la maquina tiene una alta frecuencia de reparaciones.

MTRR Mean Time To Repair es un indicador del tiempo promedio que demoran las reparaciones en la máquina. Un alto valor nos indica que nos estamos demorando mucho en efectuar las reparaciones por lo tanto el equipo tiene baja confiabilidad. Por el contrario un bajo valor nos dirá que tenemos tiempos en promedio bajos para las reparaciones en la máquina, considerar también que esto podría significar que no estamos haciendo las reparaciones de manera adecuada siguiendo los procedimientos.

Mantenibilidad, está definido como la probabilidad de que después de la falla un equipo sea restaurado a su condición de operativo. Es la rapidez con la cual las fallas o el funcionamiento defectuoso en los equipos son diagnosticados y corregidos, o el mantenimiento programado es ejecutado con éxito en tiempo teniendo en consideración que el mantenimiento se realiza bajo determinadas condiciones, usando procedimientos y recursos establecidos correctamente es decir sin poner en riesgo la salud de las personas que ejecutan el mantenimiento.

Ingeniería de Mantenimiento, es una rama de la ingeniería encargada de diseñar las estrategias de mantenimiento mediante el análisis de factores humanos, tecnológicos, económicos y financieros con la finalidad de garantizar la disponibilidad y confiabilidad de equipos, plantas, sistemas o conjunto de sistemas.

Resultado operativo de equipos (ROE), se refiere a la herramienta con la que se mide la gestión de mantenimiento, es el resultado operativo de equipos del área de mantenimiento, resulta de comparar los costos de mantenimiento respecto del ingreso que se tiene por dar disponibilidad de equipos.

La herramienta con la que se mide la gestión de mantenimiento es el resultado operativo de equipos que viene a ser la suma aritmética de la valorización de los equipos que están en producción a ello hay que restarle la depreciación de los equipos, los costos de reparación de taller, los costos del mantenimiento preventivo y correctivo en los proyectos, la mano de obra de mantenimiento, los costos de taller y los gatos generales asociados a mantenimiento.

3. CAPITULO 3. DESARROLLO

3.1. Desarrollo del objetivo específico 01

Para el desarrollo de la investigación se ha tomado como población a los procesos y recursos principalmente del área de mantenimiento cuya muestra está conformada por personal administrativo y técnico, equipos (maquinaria), infraestructura y procesos de la gestión de mantenimiento de la empresa de perforación de minerales en el Perú.

Para identificar los factores clave que están afectando la gestión de mantenimiento necesitamos hacer una presentación de la empresa de perforación de minerales en el Perú y un análisis situacional de la gestión de mantenimiento que se venía manejando eso involucra desarrollar el mapeo de procesos para visualizar y analizar procesos internos y procesos con áreas de soporte a la gestión de mantenimiento como logística y operaciones.

3.1.1. Presentación de la organización

La empresa de perforación de minerales en Perú (ver figura n°. 3.1) es una empresa privada contratista minera de Lima que viene operando desde hace 17 años en este sector productivo, su actividad principal es brindar el servicio de perforación de sondaje o muestreo de exploraciones mineras (subterránea y superficial) para ello cuenta con 59 equipos, teniendo una amplia cartera de clientes en el norte centro y sur del Perú; en los últimos dos años esta compañía ha experimentado un crecimiento acelerado lo cual hace necesario implementar cambios en la gestión integral de todas las áreas y principalmente en mantenimiento que cobra un rol estratégico dentro de la organización

Figura n.º 3.1. Vista panorámica empresa



Fuente: pag web

MISIÓN: Nuestra misión es otorgar a nuestros clientes el mejor producto, empleando maquinarias de alta tecnología, servicios de ingeniería de mejor calidad, generando valor agregado para los accionistas, clientes, trabajadores y la sociedad.

VISIÓN: Ser la mejor empresa de servicios de perforación, en la atención a los sectores de minería, construcción, hidrocarburos e industria en general; siendo reconocida globalmente por nuestra excelencia en el servicio y la satisfacción de nuestros clientes.

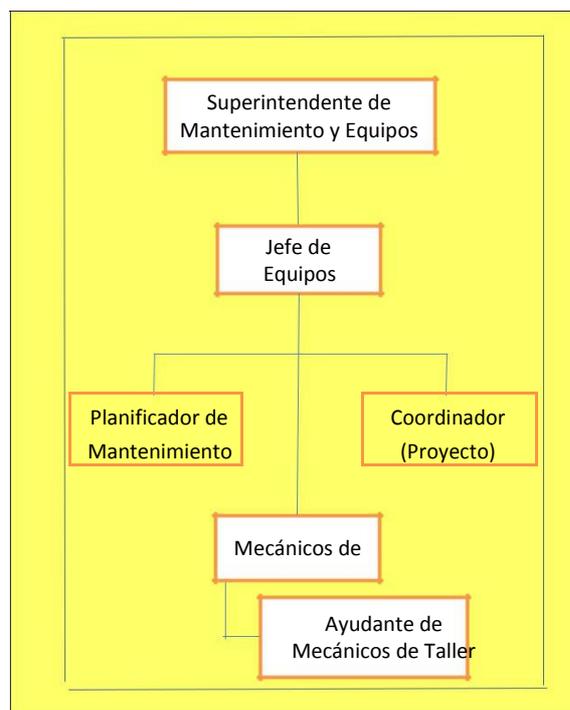
3.1.2. Diagnostico Situacional de la gestión de mantenimiento

Pasaremos a presentar el organigrama, los equipos/maquinarías, luego dimensionaremos el área de mantenimiento en función de sus dos procesos principales y describiremos las estrategias de los servicios de mantenimiento en los equipos y los procesos internos de la gestión que se venía manejando llamémosle situación actual, seguidamente analizaremos la problemática existente de la gestión de mantenimiento, las fuentes de información para recolectar esta información son: reportes de gestión, observación directa y retroalimentación con las gerencias involucradas (general, operaciones y mantenimiento).

3.1.2.1. Organigrama de mantenimiento

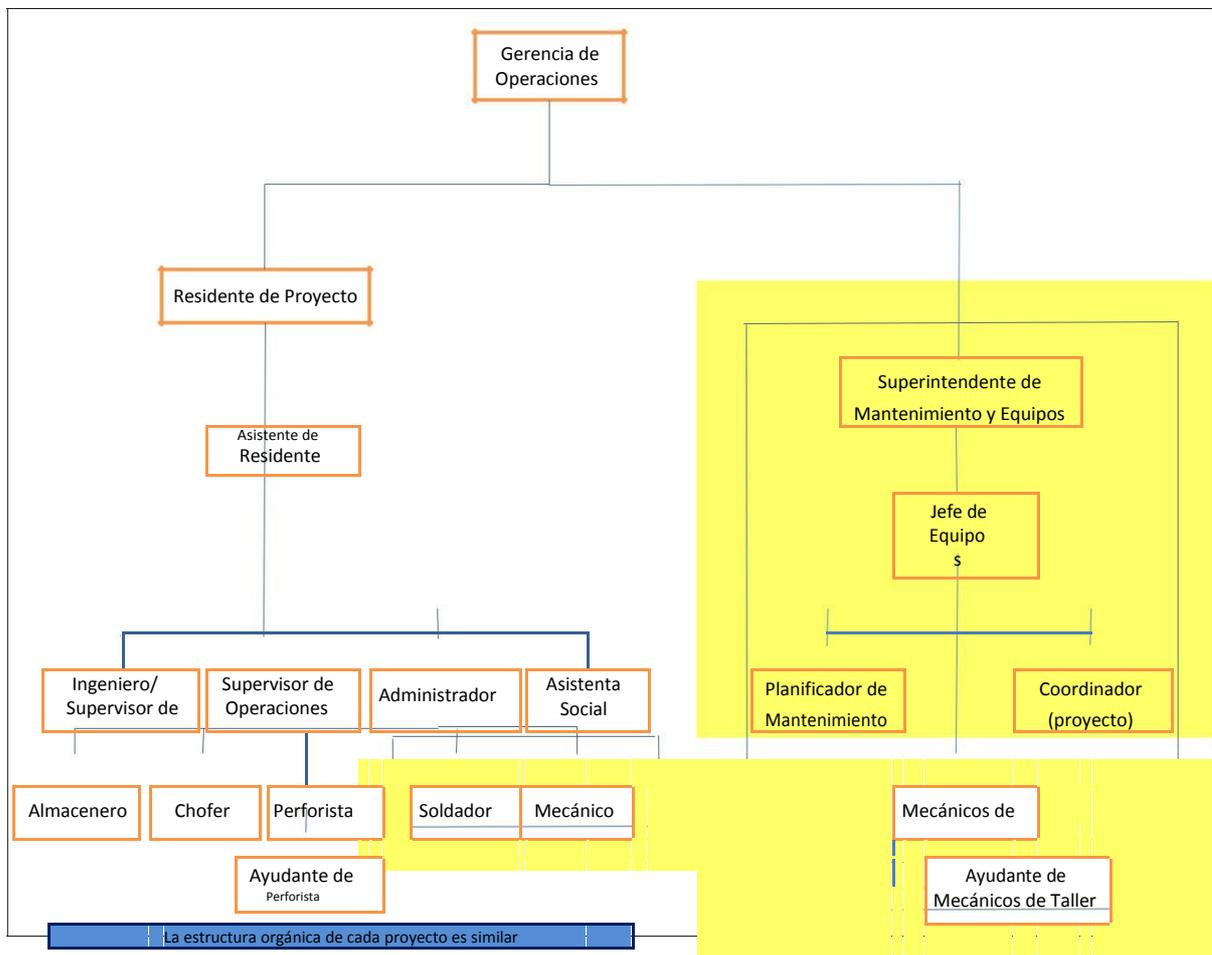
A continuación en la figura n°. 3.2 y n°. 3.3 presentamos el organigrama actual del área de mantenimiento.

Figura n.º 3.2. Organigrama actual de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

Figura n.º 3.3. Organigrama completo de mantenimiento taller-proyecto



Fuente: Elaboración propia

En la figura n.º. 3.3 tenemos el organigrama que estaba contemplado para soportar el taller central de reparaciones y los proyectos donde se estaba brindando el servicio de perforación; notamos una clara dependencia centralista de la jefatura de equipos, es decir todos los integrantes de mantenimiento soportaban las dos sub áreas y dependiendo de la urgencia y necesidad concentraban todos sus esfuerzos en dicha área.

Como notamos este es un organigrama vertical que funcionaba cuando la empresa era más pequeña y dada la situación actual de crecimiento de la empresa ahora ya no estaba funcionando pues no se habían definido los roles y funciones de cada área; todos hacían de todo como se mencionó líneas arriba.

Existía una duplicidad en las funciones de soporte hacia taller central y hacia proyectos, de acuerdo a la necesidad se brindaba apoyo al área que requería mayor atención es decir donde se tenía la emergencia (mantenimiento correctivo).

3.1.2.2. Equipos y maquinaria 2017

Tabla 3.1.1. Listado de equipos 2017

MODELO	DESCRIPCION	OPERACIÓN	CANTIDAD DE EQUIPOS
AD30H	PERFORADORA	INTERIOR MINA	1
DE130	PERFORADORA	INTERIOR MINA	2
DE140	PERFORADORA	INTERIOR MINA	7
DE140D	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	2
DE710	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	13
DE740	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	1
H200 - BOBCAT	PERFORADORA SOBRE MINICARGADOR	INTERIOR MINA	2
H200MC	PERFORADORA SOBRE MINICARGADOR	INTERIOR MINA	4
H-400 DIESEL	PERFORADORA	SUPERFICIE	1
H400 ELECTRICA	PERFORADORA	INTERIOR MINA	1
H400E	PERFORADORA	INTERIOR MINA	1
KMN 1.4U	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	2
LF90D	PERFORADORA SOBRE CAMION	SUPERFICIE	1
LF90D	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	4
LM75	PERFORADORA	INTERIOR MINA	8
MANCORE 600	PERFORADORA PORTATIL	SUPERFICIE	1
METRE EATER	PERFORADORA	INTERIOR MINA	3
METRE EATER	PERFORADORA	INTERIOR MINA	1
T130XD	PERFORADORA SOBRE CAMION	SUPERFICIE	1
T685WS - ROTADRILL	PERFORADORA SOBRE CAMION	SUPERFICIE	2
LF230	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	1
Total general			59

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3.1.1 muestra los equipos que la empresa tiene en la actualidad, cuenta con 59 equipos perforadoras de los cuales 30 son de interior mina o subterránea y 29 son de superficie o tajo abierto, cabe precisar que los equipos de superficie son equipos más grandes y más costosos ya que son equipos de mayor capacidad de perforación es decir pueden realizar perforaciones de mayor profundidad.

En los anexos 1 y 2 se muestran los equipos en detalle, año de fabricación así como características técnicas.

3.1.2.3. Dimensión del área de mantenimiento:

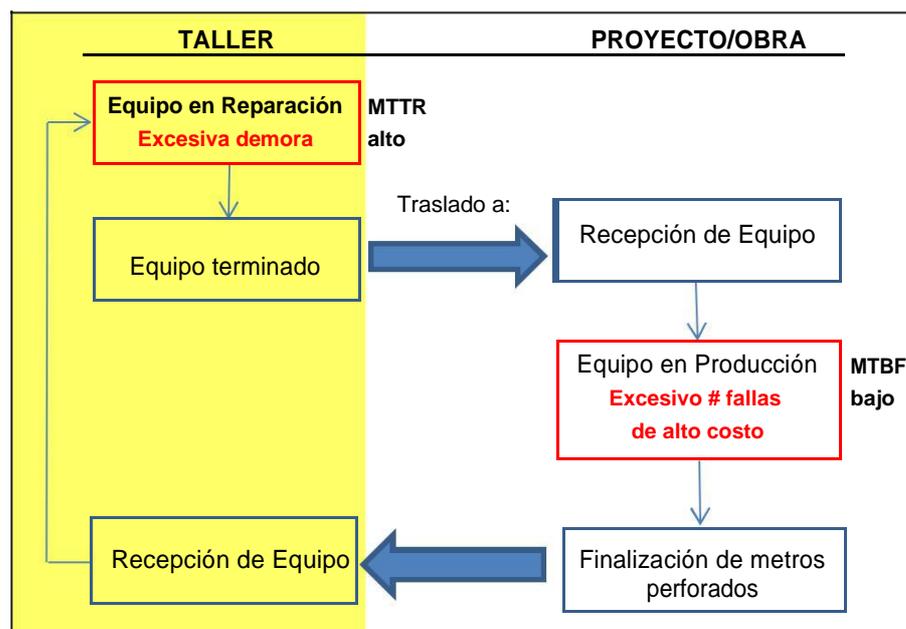
Para entender mejor el dimensionamiento del área de mantenimiento debemos indicar que está conformada por dos grandes procesos que son: (a) proceso taller central de reparaciones y (b) proceso proyectos donde tenemos en la actualidad 12 proyectos a nivel nacional.

(a) Taller central (reparaciones menores y mayores):

Después de terminar las perforaciones en un determinado proyecto, los equipos son enviados al taller con la finalidad de ser reparados, si no requiere mayor intervención dichos equipos son almacenados. El área comercial y de operaciones de la empresa constantemente está participando en licitaciones en empresas mineras, de acuerdo a la buena pro se da luz verde para que se inicien las reparaciones en los equipos (pues es en ese momento que el equipo es asignado a un determinado proyecto); por tanto en ese momento empieza la carrera para terminar el proceso de reparación de máquina, dicho proceso culmina con la entrega del equipo al área logística quien se encargara de su traslado al proyecto destino, este tiempo de acuerdo al historial de reparaciones se ha fijado en 200 horas aproximadamente 18 días hábiles, este tiempo está en función de la cantidad de reparaciones a realizar en los equipos, así como todas las demoras que se generan evaluando, diagnosticando, solicitando repuestos a logística, esperando los repuestos y finalmente reparando.

En la figura n°. 3.4 lo sombreado de amarillo ilustra el proceso realizado en taller.

Figura n.º 3.4. Proceso taller central de reparaciones



Fuente: Elaboración propia.

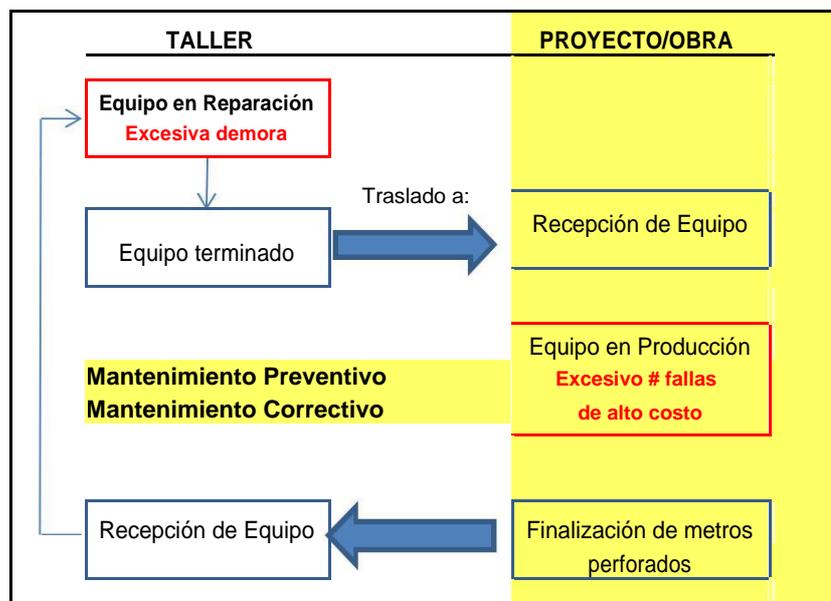
(b) Proyectos:

En esta sub área de mantenimiento se manejan en la actualidad 12 proyectos, en cada proyecto en promedio hay dos equipos operando, es así que se asigna 1 técnico mecánico de mantenimiento para cada proyecto, quien reporta al residente del proyecto y este a su vez reporta al área de mantenimiento Lima.

Normalmente en otros proyectos mineros de movimiento de tierra dada su naturaleza se tienen muchos equipos en un punto determinado con lo cual se establece toda una logística de planificación y ejecución del mantenimiento en el mismo proyecto con muchos recursos de mano de obra (técnicos y planeadores) es así que se lleva un mayor control en la gestión de mantenimiento, pero en empresas contratistas de perforación como la que está en análisis las flotas son de uno o pocos equipos con lo cual la gestión de mantenimiento es centralizada y monitoreada (asistida técnica y administrativamente) desde un punto, en este caso desde el taller central de mantenimiento Lima . Por otro lado existe mucha dependencia del personal técnico asignado a proyecto dado que tiene que solucionar los problemas no solo técnicos sino también de facilidades como traslados hasta el equipo que debe sortear a la hora de ejecutar el mantenimiento preventivo y correctivo que son los únicos servicios que se manejan en los proyectos.

En la figura n°. 3.5. Se muestra gráficamente el desarrollo de este proceso (ver lo sombreado en amarillo).

Figura n.º 3.5. Proceso proyectos



Fuente: Elaboración propia

A continuación describiremos los servicios de mantenimiento que se venían brindando en los proyectos.

3.1.2.4. Estrategias de mantenimiento establecidas en los equipos:

La estrategia de mantenimiento de los equipos que se tenía establecido eran solo mantenimiento preventivo sistémico en base a horas de operación y el mantenimiento correctivo, por tanto en los proyectos solo se contemplaban la realización de dos tipos de mantenimiento:

3.1.1.1. Mantenimiento preventivo:

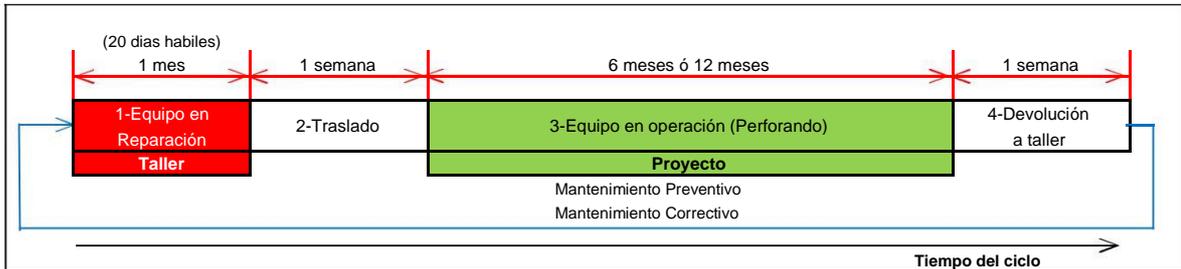
Soportados en las cartas de mantención de los equipos cada cierto intervalo de horas es decir cada 250 horas, tenían checklist con todas las actividades que contemplaban los mantenimientos en cada intervalo de tiempo; para ello mensualmente se dotaban de materiales y elementos consumibles cuya naturaleza correspondía a los costos operativos de mantenimiento OPEX : filtros y lubricantes (aceites y grasas) que eran repuestos consumibles cuyo envío se gestionaba desde el taller central (planner) en coordinación con el mecánico de proyecto , todos estos envíos de materiales, elementos e insumos se hacían mensualmente a los proyectos.

3.1.1.2. Mantenimiento correctivo:

En cada proyecto se tenía un stock de repuestos muy importante en costo para estar listo al cambio de los mismos y restablecer la operatividad de los equipos ante una falla; Cabe recalcar que la compañía había desarrollado una cultura de atención por emergencia cuya ocurrencia era esperada, si no se contaba con el repuesto en el proyecto inmediatamente se coordinaba con el taller para su envío inmediato, todo esto se soportaba en personal técnico con muchos años de experiencia quienes organizaban sus repuestos bajo sus propios criterios y de alguna manera sabían de que disponían, si no había repuestos en almacén central o en el taller se coordinaba con el proveedor para ver su disponibilidad en stock e inmediatamente se solicitaban para el envío con la posterior regularización de la venta con el área de compras. Como se notará todo esto funcionaba como un mantenimiento de emergencia reactivo comúnmente llamado mantenimiento de bombero donde si bien es cierto se lograba restablecer la operatividad de la maquina pero haciendo uso excesivo de los recursos (tiempo, personal y dinero) además que no se empleaban los canales de atención correspondientes generando sobrecostos y regularizaciones posteriores que afectaban más aun la gestión de mantenimiento establecida.

En la figura n°. 3.6 se muestra la secuencia del flujo de proceso que inicia con la habilitación y reparación de equipos en taller y una vez terminado este proceso los equipos eran enviados a los proyectos donde permanecían por 3,6 hasta 12 meses; todo ello estaba en función del tiempo que le tomaría terminar los metros perforados establecidos en el contrato, generalmente se extendían estos tiempos por fallas operacionales y también por fallas mecánicas que se producían debido al uso de los equipos por encima de su capacidad y en condiciones inadecuadas.

Figura n.º 3.6. Tiempo del ciclo del proceso principal de mantenimiento

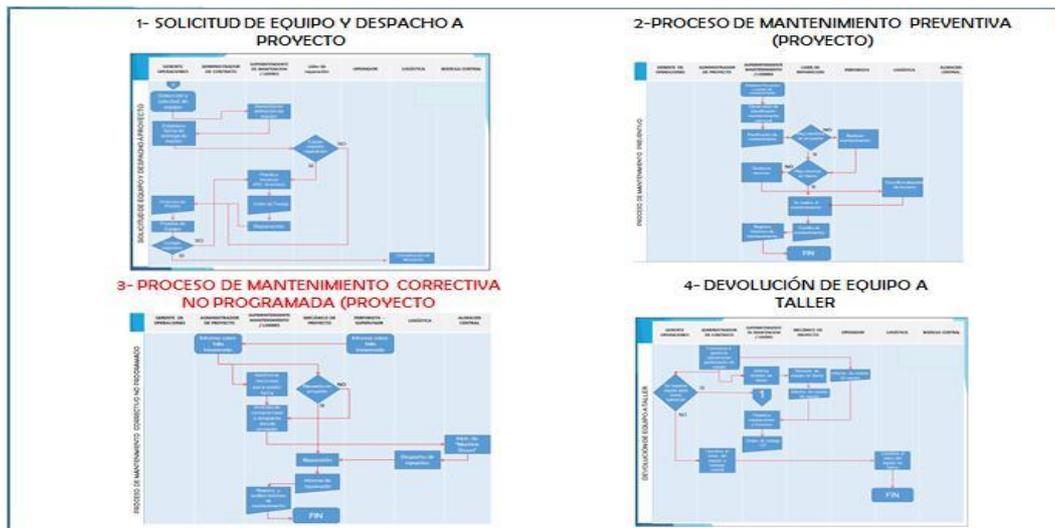


Fuente: Elaboración propia.

3.1.2.5. Procesos del área de mantenimiento:

En la figura n.º. 3.7 se muestran los 4 procesos en el área de mantenimiento que la empresa venía manejando, Se procedió a realizar el mapeo funcional de dichos procesos para analizar el flujo y todo aquello que nos genere merma con la finalidad de eliminarlo o reducirlo.

Figura n.º 3.7. Procesos del área de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia.

Cabe precisar que el proceso 3 es el proceso que tiene mayor incidencia en los proyectos pues se ha desarrollado una especie de cultura en los proyectos ya que la única finalidad que ellos tienen es perforar los metros establecidos en el menor tiempo posible para poder ir a otro proyecto; es así que el área de operaciones genero un enfoque de incentivos para producir más pero a la larga afectaba fuertemente a mantenimiento ya que se producían daños severos en las maquinas, es por ello que en taller se debían emplear más recursos para poder reparar y habilitar los equipos.

Notamos claramente que este proceso debe ser reemplazado e implementarse uno muy similar pero con la diferencia que debe ser programado ya que de lo contrario nos consumirá

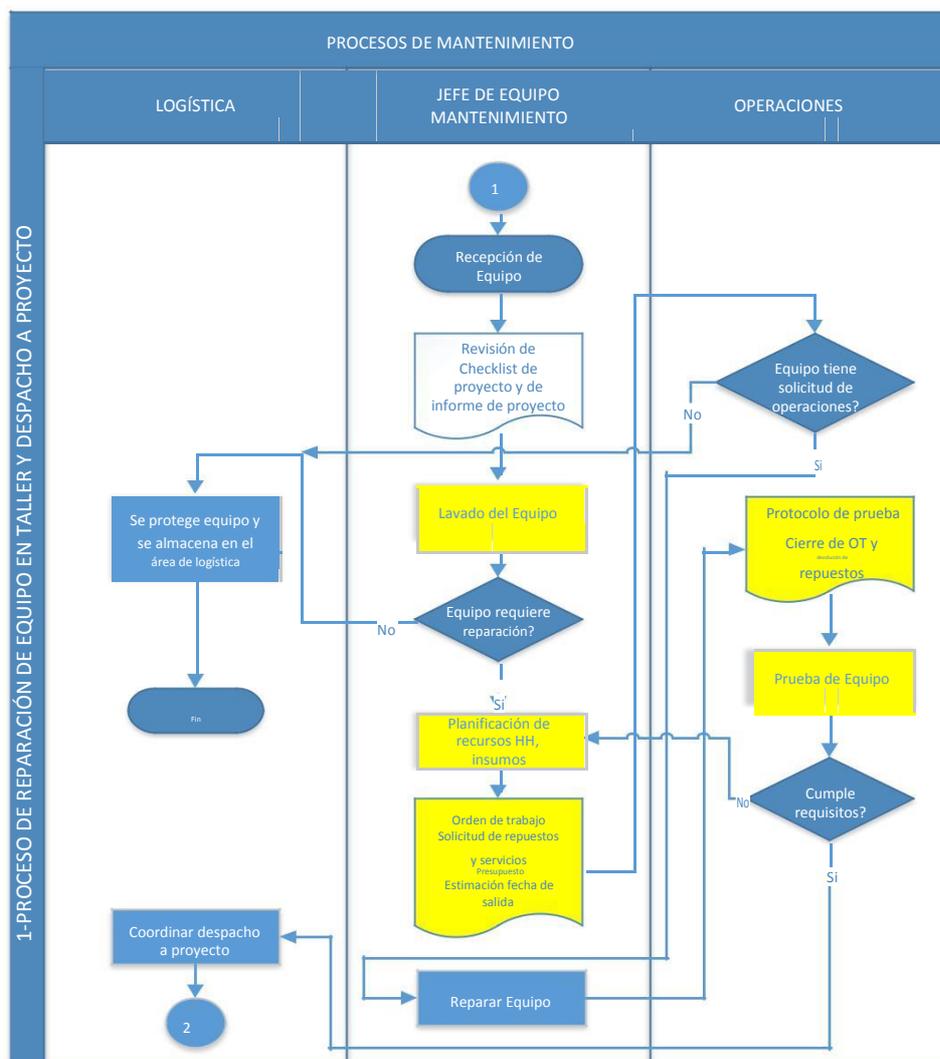
muchos recursos de personal, material y por lo tanto de alto costo con ello mejoraremos la gestión de mantenimiento en los proyectos, el proceso de mantenimiento correctivo programado existe en la industria no es algo nuevo que se estuviera inventando, sin embargo lo más fácil es esperar la falla de manera imprevista y no planificar, el personal de mantenimiento estaba acostumbrado a ejecutar el proceso 3 mantenimiento correctivo no programado.

Seguidamente vamos a describir los flujogramas funcionales de los cuatro procesos internos de mantenimiento establecidos para mantenimiento.

3.1.2.5.1. Flujograma de reparación de equipo en taller

En la figura n°. 3.8 vemos como el área de mantenimiento realiza sus procesos internos cuando recibe la indicación de la gerencia de operaciones de reparar un equipo en el taller central y prepararlo para su envío al proyecto.

Figura n.º 3.8. Diagrama de flujo de reparación en taller central



Fuente: Elaboración propia

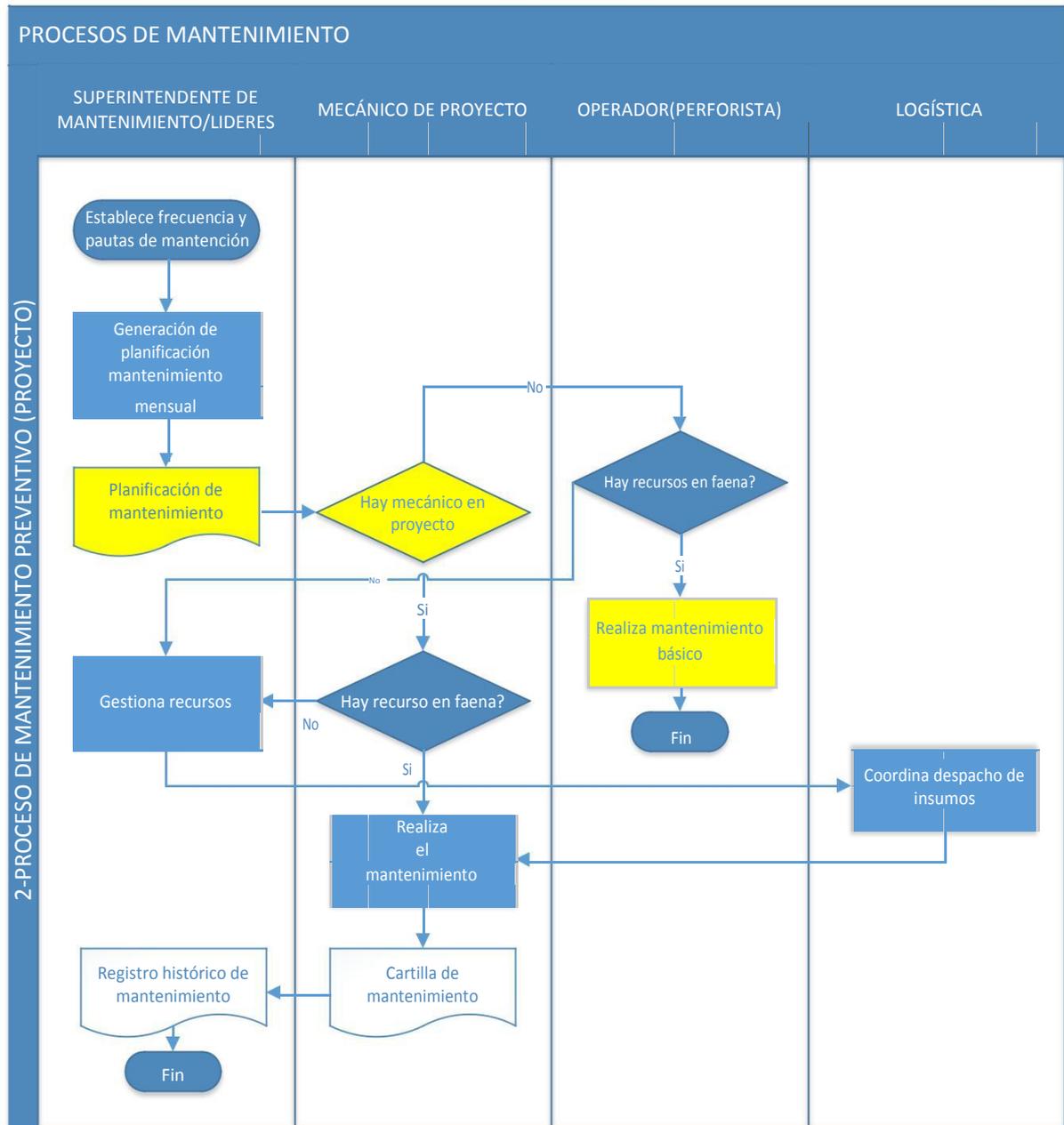
En este proceso realizado en taller lo crítico se ha identificado resaltado de amarillo dado que no se hacía o no existía y se describe a continuación:

- Falta de lavado de equipos por no tener una maquina industrial de lavar, la lavadora que se tenía era obsoleta presentaba muchas fugas, si un equipo no es lavado no se puede inspeccionar adecuadamente.
- Falta de planificación de los recursos personales, herramientas, no existía una orden de trabajo que nos permita cuantificar las necesidades, además que había un mal diagnóstico del estado de las maquinas trayendo como consecuencia el posterior pedido de partes causando demoras en el proceso de reparación y sumado a eso las demoras que se generaban en el área de logística.
- Falta de bahías de trabajo por encontrarse el taller saturado de partes y componentes lo cual originaba que los equipos estén almacenados en otros puntos dejando de evaluarlos y diagnosticarlos lo cual generaba retrasos para que se ejecuten los demás procesos que siguen referidos a solicitud de repuestos, compra y almacenamiento de los mismos así como no tener el presupuesto operativo en tiempo y costos que nos permita mejorar el impacto en la salud financiera de la compañía.
- La falta o confusión en el uso de los repuestos de las maquinas pues una vez llegado los repuestos, el personal de almacén comunicaba a mantenimiento para el retiro de los mismos, estos eran retirados por personal de mantenimiento y eran almacenados en un solo lugar sin ningún tipo de criterio , esto ocasionaba que las partes se confundan y sean usadas por el mismo personal de mantenimiento en equipos de taller o porque eran requeridos en los proyectos con lo cual se generaba un gran problema cuando se necesitaba usar en la máquina para la cual se solicitó, teniendo que pedir nuevamente y todo ello incrementaba el tiempo de reparación de los equipos.
- Otro punto crítico es que una vez reparado el equipo , simplemente se comunicaba al área de operaciones y ellos por falta de personal muchas veces asumían que todo estaba conforme, se procedía a enviar el equipo al proyecto , una vez que el equipo era recibido en proyecto empezaban las observaciones por parte de operaciones ya que el equipamiento (accesorios como guardas o mordazas) no estaba completo o las funcionalidades del equipo no estaban al 100%., es decir los ajustes no eran los adecuados, en otras palabras no existía un control de calidad QC (Quality Control) en mantenimiento validado por operaciones ; Es por eso que se debe implementar un protocolo de prueba que es un checklist de control de calidad para operaciones seguridad y mantenimiento con la finalidad de garantizar la condición de operatividad del equipo es decir que al equipo no le falte ningún detalle (operacional de seguridad o de mantenimiento) para empezar a operar.

3.1.2.5.2. Flujograma de mantenimiento preventivo

La figura n°. 3.9 muestra como el área de mantenimiento realiza sus procesos internos cuando ejecuta un mantenimiento preventivo.

Figura n.º 3.9. Diagrama de flujo mantenimiento preventivo proyecto



Elaboración propia.

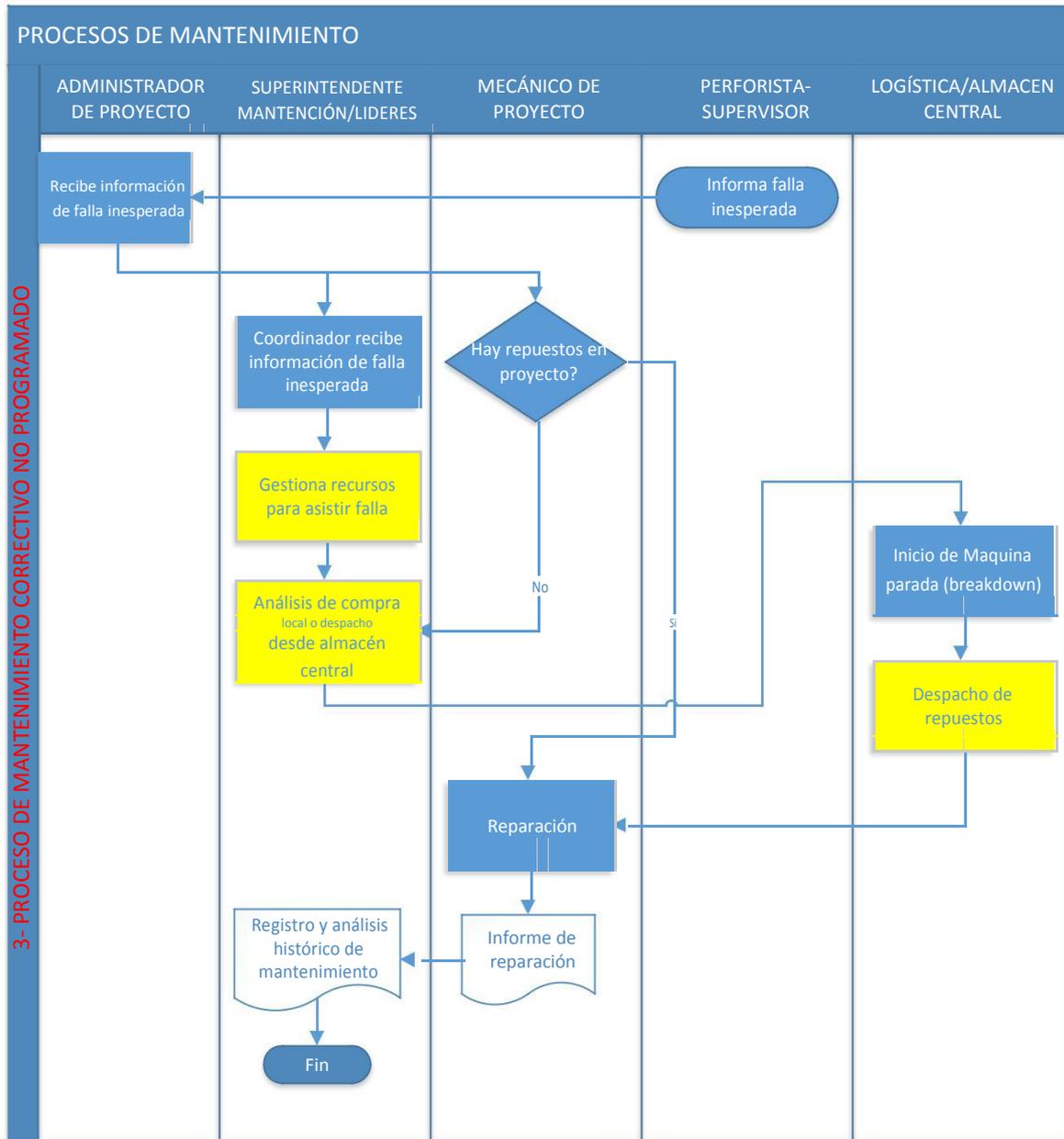
En este proceso la planificación de mantenimiento se realiza en la sede central y se hace el seguimiento para la ejecución del mantenimiento en proyecto por parte del mecánico; lo crítico que se ha identificado es:

- Ausencia de mecánico en proyecto por alguna contingencia; entonces el operador es el indicado para realizar la labor de mantención básica o de lubricación siempre y cuando cuente con los recursos (repuestos, materiales y herramientas) ya que solo implica cambio de fluidos y filtros, sin embargo el operador desconoce el mantenimiento básico de los equipos por lo que se ha sugerido dar un entrenamiento básico de mantenimiento para operadores.
- Falta de planificación en la programación de mantenimiento por no tener la información de horómetros y por no hacer el seguimiento dado que muchas veces el responsable de planeamiento está atendiendo pedidos de emergencia debido a mantenimientos correctivos ocurridos en otros proyectos.
- Muchas veces al no tener los recursos (por falta de planificación) a pesar de contar con el mecánico en el proyecto no se ejecuta el mantenimiento preventivo a las horas que le corresponde produciéndose de esta manera un desgaste acelerado en los componentes del tren de potencia sobre todo en el motor que es el componente más importante de todo equipo.
- Se ha identificado el uso de filtros hidráulicos así como de filtros de aceite de motor de baja calidad que no garantizan el adecuado filtrado de los lubricantes. El área de logística indica que esos son los elementos filtros que siempre estuvieron usando.
Es necesario trabajar de la mano con proveedores de sistemas hidráulicos que nos soporten con elementos filtrantes de alta calidad para los sistemas es decir hacer un levantamiento de la información con los equipos que se están atendiendo en taller.
- Se ha identificado la falta de seguimiento en los equipos por parte del mecánico de proyecto que muchas veces es empleado por el residente o administrador de proyecto para realizar otras labores de apoyo a operaciones, descuidando la atención de las inspecciones de los equipos hasta que finalmente se producen las fallas y paradas de los equipos.
- Se ha identificado problemas de comunicación dado que el operador (perforista) usualmente no comunica de algún desperfecto mecánico y solo lo hace cuando la maquina ya está en una eminente falla correctiva es decir cuando ya se ha producido la parada del equipo (breakdown).

3.1.2.5.3. Flujograma de mantenimiento correctivo no programado

La figura n°. 3.10 muestra como el área de mantenimiento realiza sus procesos internos cuando ejecuta un mantenimiento correctivo no programado.

Figura n.º 3.10. Diagrama de flujo Mantenimiento correctivo no programado (proyectos)



Elaboración propia

En este proceso cabe mencionar que muchas veces el área de operaciones sobre exige los equipos o continua operando a pesar de presentar fallas visibles y lo peor de todo es que no comunica a mantenimiento y sigue operando, dado que se manejaba la estrategia de recompensa económica o bonos por el logro de producción, el planteamiento no es malo siempre y cuando no se perjudiquen los activos (equipos), el problema es que ocurría todo lo contrario pues se estaba logrando las metas de producción pero a un costo muy alto sacrificando los equipos y dada esas condiciones de operación finalmente terminaban en fallas potenciales (parando la producción).

De esta manera se estaba provocando un desgaste acelerado en los componentes de los equipos , teniendo que efectuar reparaciones mayores mucho antes que le corresponda.

En síntesis , esta mala práctica operativa provocaba daños severos a los equipos generando excesivos costos de reparación por mantenimiento sean estas por: (a) desgaste acelerado de componentes ó estructural de equipos; (b) restauración del equipo para seguir produciendo; justamente fallaban componentes hidráulicos (bombas y cilindros) con pocas horas de utilización por lo que no eran repuestos de respaldo en los proyectos, una vez ocurrida la falla en operación y al no tener el repuesto o componentes empezaba la carrera por comprar y enviar dicho componente como emergencia lo cual encarecía aún más el mantenimiento correctivo.

En este proceso lo crítico es:

- Falta de comunicación por parte del operador (desconocimiento o actitud) para reportar las fallas (al mecánico) que finalmente se agudizan y provocan la parada del equipo.
- Falta de inspección periódica de los equipos para detectar averías y adelantarse a tratarlas con la generación de backlogs para su posterior tratamiento de manera planificada, es decir convertir ese correctivo no planificado en correctivo planificado.
- Falta de seguimiento del reporte de equipos RDE por parte del planificador para exigir al mecánico de realizar las inspecciones antes de la falla.
- Mantenimiento correctivo con altos costos pues los repuestos son adquiridos con carácter de emergencia primeramente buscados en stock de la sede central y al no contar con su disponibilidad, inmediatamente debía adquirirse para su envío al proyecto consumiendo recursos de todo tipo (económicos, humanos, de tiempo etc.). Nótese que al ser el apoyo o soporte desde la sede central se consumían los recursos del taller (personal técnico, planificación, almacén, logística) alterando de esta manera los trabajos que se tenían en taller; de esta manera por donde se mire el mantenimiento correctivo afecta severamente a otros procesos los impacta negativamente pues durante la ocurrencia detiene los procesos planificados de otras áreas incluso de áreas internas de mantenimiento las cuales tardan nuevamente en retomar sus actividades planificadas, de esta manera se entra en un círculo vicioso muy perjudicial a la organización.

Nuestro único objetivo como mantenimiento es tener información de la condición real en que se encuentran los equipos para tomar acciones de mantención y estar prevenido para atender cualquier evento de falla. Generalmente la situación que se presenta es la atención por una falla de manera reactiva, correctiva es decir una atención de emergencia producto de no haber monitoreado ciertas condiciones de operación y de estado de máquina, causando esto perdidas y sobrecostos a la compañía por una inadecuada gestión de mantenimiento.

Es por ello que este proceso debe ser reemplazado en lo posible por el mantenimiento correctivo programado para no tener tiempos muertos por falta de repuestos en la operación,

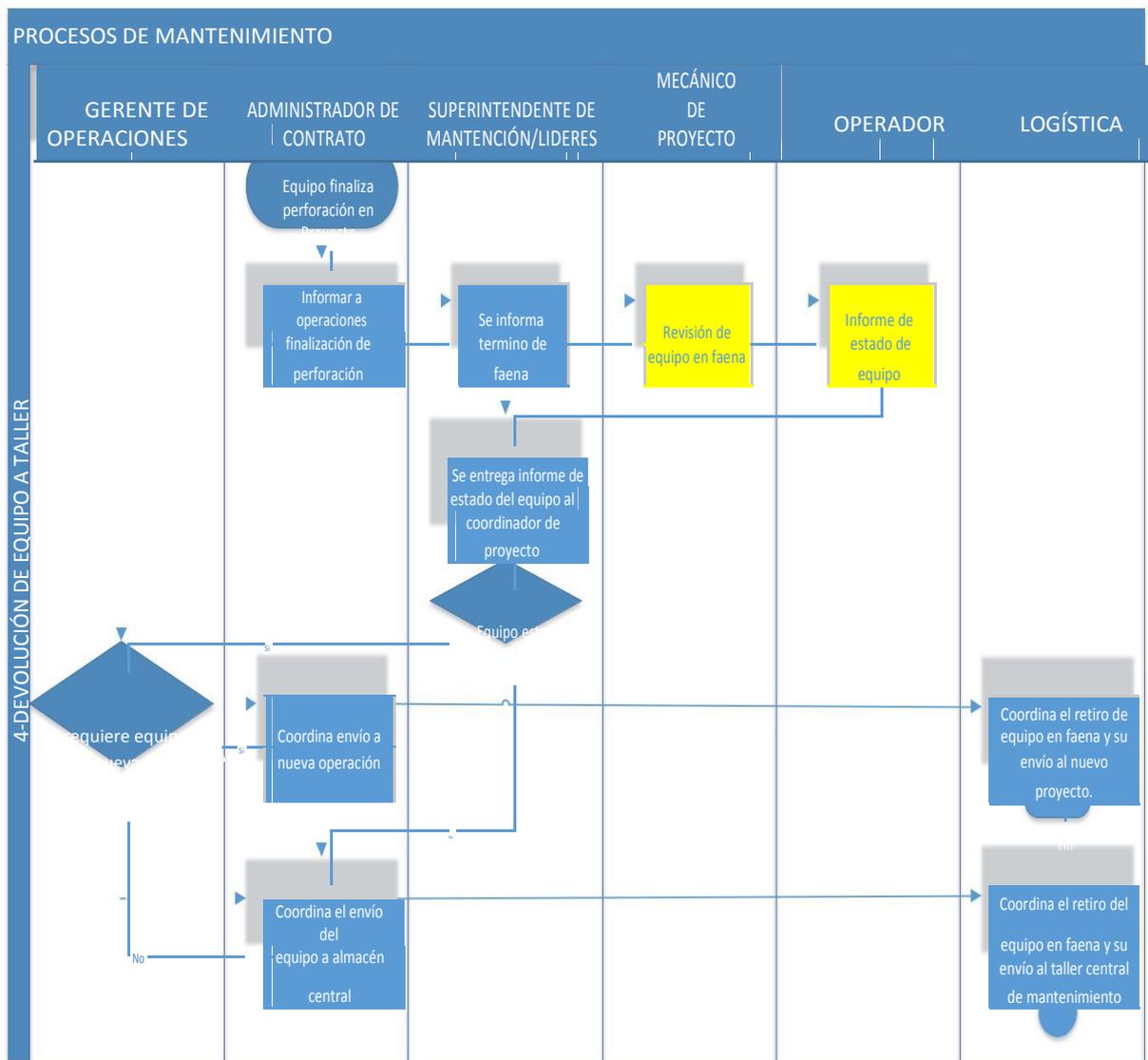
herramientas o por desplazamiento hasta el equipo, sino más bien hacerlo de manera programada con todos los recursos necesarios disponibles en los proyectos cuando la condición lo amerite.

Como problema central notamos la falta de confiabilidad de los equipos en los proyectos, es decir aquí existía la cultura de mantenimiento reactivo; pues por el tamaño que antes tenía la empresa podía darse ese lujo pero debido a su crecimiento tenía que cambiarse rápidamente la manera de gestionar el mantenimiento; de lo contrario se agudizaría haciéndose inmanejable generando caos en la gestión de mantenimiento.

3.1.2.5.4. Flujograma de devolución de equipo a taller.

La figura n°. 3.11 muestra como el área de mantenimiento realiza sus procesos internos cuando el equipo ha terminado su producción en proyecto y es enviado a taller.

Figura n.º 3.11. Diagrama de flujo de devolución de equipo a taller



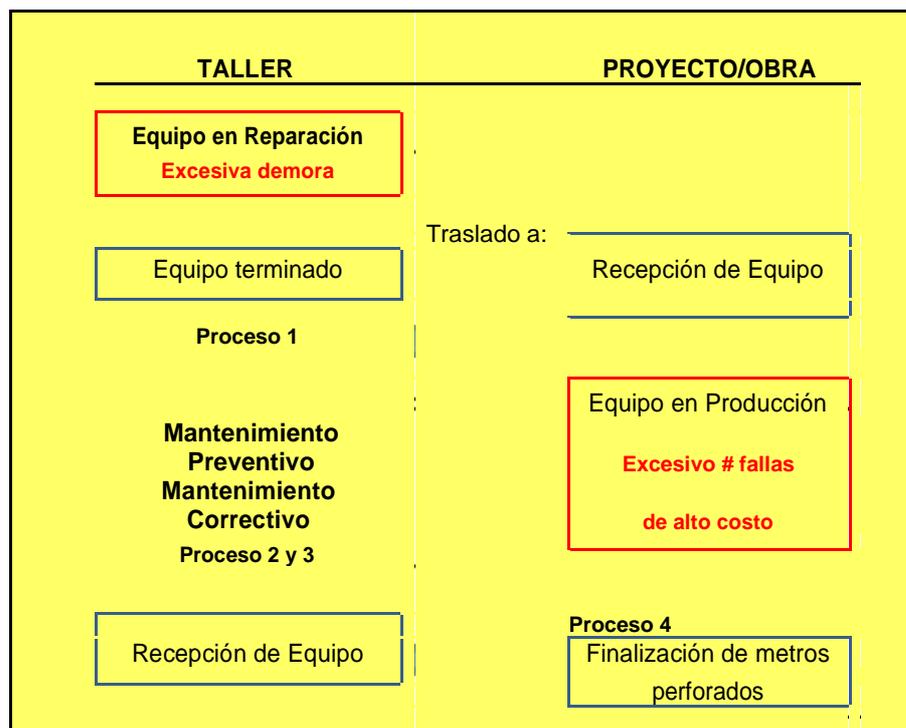
Elaboración propia

En este proceso que se da al finalizar el proyecto hay un punto crítico que es:

- La inspección rigurosa del equipo más accesorios (checklist) y la emisión del reporte al coordinador de proyectos de mantenimiento, al área de planeamiento en Lima para revisar el mantenimiento histórico realizado en la maquina durante la permanencia del equipo en el proyecto; con la finalidad de establecer la condición operativa del equipo , dado que si está en buenas condiciones se tendría listo para poder enviarlo a otro proyecto, siempre y cuando exista el requerimiento del mismo; pero dicho escenario casi nunca se produce pues recordaremos que los equipos tienen alta utilización al punto de ser operados incluso con averías para continuar produciendo y como contraparte con un mayor desgaste de sus componentes dado que no hay confiabilidad del mantenimiento pues no se realizan actividades preventivas sino correctivas es así que los equipos son trasladados al taller central donde finalmente se realizara la reparación del equipo previa validación de la condición y estado del equipo a través de una inspección tomando como antecedente el registro histórico del mantenimiento y la inspección checklist del equipo, dicho historial de mantenimiento corresponde más a tareas correctivas pues ya explicamos que es el mantenimiento que predomina en los proyectos por las razones ya explicadas.

Con el despacho del equipo a taller central finaliza el cuarto proceso y con ello el ciclo de los procesos pues nuevamente pasaríamos al proceso 1 donde ya se ha explicado que se hace toda la logística para el diagnóstico del equipo; allí se establece el presupuesto operativo de reparación y el plan de trabajo para restablecer la operatividad del equipo (ver figura n°. 3.12).

Figura n.º 3.12. Visión general de los procesos de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

3.1.2.6. Análisis, procesamiento y evaluación de la problemática de la gestión de mantenimiento

Se sostuvo una reunión con la gerencias de: mantenimiento, operaciones y con la gerencia general quienes nos dieron el alcance desde su perspectiva como clientes internos y finales; dicha información fue clave pues nos manifestaron las consecuencias y el impacto que tenían en sus áreas producto de esta inadecuada gestión de mantenimiento.

Por otro lado de parte del tesista se ha obtenido la información producto de la observación directa y constante de los procesos internos del área de mantenimiento pues era parte del personal y dueño del proceso de reparación de equipos en taller; de la misma forma tenía acceso a información de lo ocurrido en los proyectos.

Todo ello me ha permitido describir una sintomatología de manera más precisa y detallada de lo que estaba sucediendo en el área de mantenimiento.

A continuación la tabla 3.1.2 presenta la metodología (el procedimiento que se siguió para realizar el presente trabajo de investigación.

Tabla 3.1.2. Procedimiento realizado para el estudio de investigación

FASE DE ESTUDIO	PERIODO	FUENTE DE RECOLECCIÓN DE DATOS	PROCESAMIENTO DE DATOS	RESULTADOS ESPERADOS
DIAGNOSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL E HISTORICA (Desarrollo del objetivo específico 01)	2 Semanas	<ul style="list-style-type: none"> * Historial de equipos RDE * Historial de OT en taller 2016 * Reportes de gestión ROE * Observación directa. * Entrevista con gte Gral * Entrevista con gte operaciones * Entrevista con gerente de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> * Analisis de la información en excel, confección de reportes estadísticos. * Elaboración y analisis de diagramas de flujo de proceso. * Ordenamiento de la problemática en un diagrama causa efecto. * Depuración y clasificación de la información analizada. 	Levantamiento de la información del diagnostico de la gestión de mantenimiento.
EVALUACIÓN (Desarrollo del Objetivo específico 01)	2 Semanas	<ul style="list-style-type: none"> * Resultado de analisis de indicadores MTTR , MTBF, disponibilidad, costos. * Revisión bibliografica. * Cuadros, tablas , graficas. * Clasificación de datos, determinación de criterios para su ponderación 	<ul style="list-style-type: none"> * Analisis de la información a traves de una pc. * Uso de matriz de priorización y pareto para la determinación de las soluciones en planes de acción. 	Elaboración del plan de acción:dimensionamiento y planificación de los planes de acción para la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Continuando con el desarrollo tenemos que producto de las entrevistas con las gerencias, de la observación y evaluación de procesos en el área de mantenimiento durante el primer mes; se logró identificar la siguiente problemática que se muestra en la tabla 3.1.3.

Tabla 3.1.3. Listado de problemas mantenimiento

	PROBLEMÁTICA:	Área Responsable
1	El programa de mantenimiento que tiene la empresa contempla dos procesos (procedimientos), debiendo ser tres procedimientos. PM, CM, falta MPd	Mantenimiento
2	No están definidos o no están identificados los procesos de mantenimiento (flujograma)	Mantenimiento
3	No se tiene definido los descriptores de cargo, organigrama por responsabilidades. Falta de liderazgo.	Mantenimiento
4	No se garantiza la ejecución del mantenimiento preventivo en proyectos.	Mantenimiento
5	Comunicación ineficiente, toda la información pasa solo por una persona.	Mantenimiento
6	Costos de mantenimiento excesivo.	Mantenimiento
7	No tienen un estándar de equipo (seguridad) que nos identifique como estrategia de compañía.	Mantenimiento
8	Los proveedores son locales, quienes nos fabrican con estándares de mala calidad	Mantenimiento
9	No tienen área de reparación de componentes.	Mantenimiento
10	Las empresas de servicios no tienen protocolos de prueba establecidos	Mantenimiento
11	La codificación de partes del inventario está mal definida, no ayudan a los análisis.	Almacén
12	Los compradores no tienen definidos los proveedores, comprando caro y de mala calidad.	Logística
13	No están establecidos los KPI para las gerencias.	Mantenimiento
14	La información recogida de los mecánicos en proyecto no es confiable.	Mantenimiento
15	Tenemos 12 proyectos en diferentes ciudades del Perú, con mala comunicación.	Mantenimiento
16	Tenemos equipos (perforadoras) modificadas sin ingeniería, cada vez encontramos más problemas que se han originados por estas modificaciones. Problemas graves.	Mantenimiento
17	Personal con muy bajo nivel técnico, no hay capacitación.	Mantenimiento
18	No se realiza planificación, teniendo personal.	Mantenimiento
19	No se tiene establecidas las necesidades de mantenimiento a corto y largo plazo. (listados de repuestos críticos, mínimos y necesarios)	Mantenimiento
20	Los operadores de las perforadoras no saben operar los equipos, creando varios problemas mecánicos.	Operaciones
21	Lo operadores no hacen el mantenimiento básico y completan el formulario (Check Lists) sin ejecutarlo.	Operaciones
22	Las operaciones en minería subterránea (underground) se realizan con muy bajos niveles de seguridad.	Mantto/Operaciones
23	Las operaciones en underground pierden mucho tiempo en traslados, operaciones ineficientes.	Mantto/Operaciones

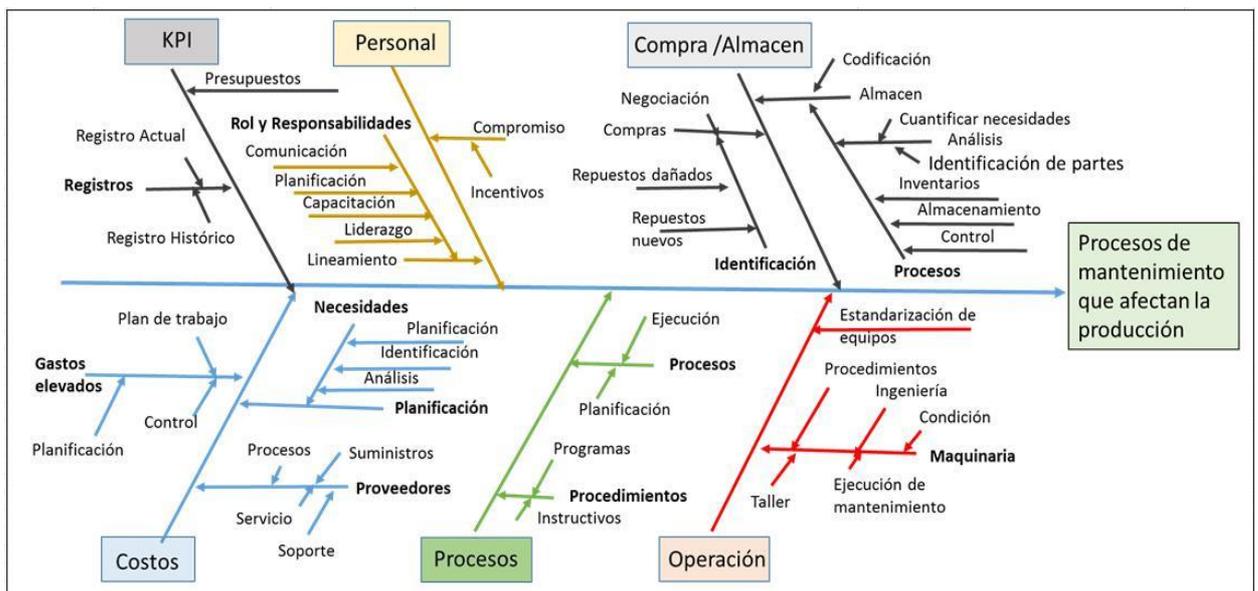
Fuente: Elaboración propia

3.1.2.6.1.1. Ishikawa-causa efecto para el problema de la gestión de mantenimiento

A través de esta herramienta de calidad agruparemos las causas y la naturaleza de las mismas que están afectando la producción de la empresa desde la perspectiva de la gestión de mantenimiento es decir todo aquello que afecte sus procesos internos (ver figura n°. 3.13); nótese que la gestión de mantenimiento tiene como objetivo principal entregar disponibilidad de equipos para que el área de operaciones entregue mayor cantidad de metros perforados (mayor producción de la empresa) al cliente final (empresas mineras).

Cabe resaltar que en este tipo de negocio de perforaciones para muestreo la utilización de los equipos es alta , por tanto la disponibilidad debe ser alta, a la compañía le pagan por metros perforados así que mientras menor sea el tiempo del equipo en el proyecto se generara mayor utilidad, en síntesis la clave de este negocio consiste en permanecer el menor tiempo posible o en su defecto en el tiempo establecido cumpliendo con los metros perforados solicitados, es por ello que el proceso de mantenimiento se hace critico pues cualquier subproceso de soporte al área afectará directamente a la producción de la compañía (metros perforados).

Figura n.º 3.13. Ishikawa de procesos de mantenimiento que afecta la producción



Fuente: Elaboración propia

Luego de recolectar y clasificar los datos en base a la problemática expuesta por parte de la gerencia de mantenimiento, operaciones, la gerencia general, así como también por observación directa, producto de revisar y analizar los (a) reportes de gestión actual, (b) reportes históricos, y (c) diagramas de flujo de procesos; tenemos el siguiente listado de problemas que se muestra en la tabla 3.1.4, el resultado que tenemos es 55 problemas por atender.

Tabla 3.1.4. Ishikawa de gestión de mantenimiento

RAMA	SUB AREA	SUB PROCESO	Item	QUE (CAUSAS RAICES)		
KPI	Presupuesto		P1	Los registros de presupuesto actuales no se realizan		
	Registros	Actual	P2	Registros kpi con poca credibilidad y algunos casos sin información		
		Historico	P3	Registros kpi No existen o no se han recogido de la operación.		
COSTOS	Planificación	Necesidades	Analisis	P4	Existen muchos despacho de materiales a los proyectos.	
			Planificación	P5	Falta planificación del próximo año, necesidades y objetivos	
			Identificación	P6	Falta identificar facilidades en el taller de reparaciones	
		P7		Falta identificar proveedores confiables y estrategicos.		
		P8		Falta establecer repuestos criticos y rptos minimos necesarios		
		Proveedores	Servicio	P9	Falta cuantificar las necesidades del tallery de proyectos.	
	P10			Sin apoyo técnico,falta de información técnica		
	P11			Deficientes en los tiempos de entrega de partes mecanizadas.		
	P12			No tienen respaldo critico de partes.		
	Gastos elevados	Suministros	P13	Proveedores con entrega de producto mala calidad		
			P14	Costos por encima del presupuesto.		
			Planificación	P15	Cambio de componentes sin control.	
		Control		P16	Recursos HH mal distribuidos.	
		PERSONAL	Lineamientos	Rol y responsabilidades	Comunicación	P17
	Planificación				P18	Exceso de trabajo en talleres y por emergencias en proyectos.
Capacitación	P19				Desconocimiento, falta de nivel técnico	
Liderazgo	P20				No esta definido el rol de Liderazgo y personal	
Compromiso	Incentivos		P21	Falta de compromiso del personal por falta de incentivos		
PROCESOS	Procesos	Planificación	P23	Procesos mal definidos, confusión de roles		
			P24	Falta de planificación, no se cuantifica en una orden de trabajo		
		Ejecución	P25	Mejorar las plantillas de registro de fallas en los proyectos RDE		
			P26	Ejecución ineficiente y no se garantiza en los proyectos.		
	Procedimientos	Programas	P27	No se reparan componentes en taller y mal realizados (calidad)		
			P28	Programas de mantenimiento mal definidos		
			P29	Planes de mantenimiento en obra no son planificados		
		Instructivos	P30	No hay instructivos de inspecciones de mantenimiento en obra.		
			P31	Falta de mantenimiento correctivo planificado (Backlogs) en obra.		
			P32	Falta de flujograma de procesos en taller y en obra(Proyecto).		
OPERACIONES	Maquinaria	Condición	P33	Falta implementar de las mejores practicas de manto.		
			P34	Condiciones operacionales, que generan baja producción y riesgos de seguridad		
			P35	Los equipos no cumplen los requerimientos de operación		
		Ingeniería	P36	Modificaciones sin ingeniería		
			P37	Falta de procedimiento de estándar en seguridad de equipos.		
			P38	Falta de anclaje de las maquinas y falta guías		
		Procedimientos	P39	Operadores acostumbrados a tener problemas no reportan.		
			Ejecución de Manto	P40	Mal Estado del equipo en proyecto por falta de Manto.	
				P41	Mala reparación en taller	
	Estandarización de Equipos		P42	Falta de estandarización, sin guardas y otros elementos de seguridad.		
	Personal		P43	Resistencia al cambio de personal de manto y de operaciones.		
	Capacitación		P44	Falta de conocimiento en operación de los equipos		
			P45	Falta de mantenimiento básico por parte de operarios		
	LOGISTICA	Compras	Negociación	P46	No se negocia precios	
P47				No hay contacto con fabricantes		
Identificación de Nec.			P48	No se define compras correctamente		
			Rptos dañados	P49	Repuestos usados en proyecto sin despacho para análisis	
			Rptos nuevos	P50	Repuestos reparados en taller sin control	
Codificación		P51	rptos mal codificados y mal definidos en el sistema (duplicidad)			
Almacen		Codificación	P52	Mala codificación (Importante), no ayuda al análisis.		
			Control	P53	No se tiene stock real del inventario por falta de codificación.	
		Procesos	Almacenamiento	P54	Componentes mal almacenados y sin definir su condición de operativo.	
			Inventario	P55	Inventarios excesivos	

Fuente: Elaboración propia.

Después de clasificar y ordenar las causas que están afectando la disponibilidad y por ende la producción de la empresa de perforación de minerales en el Perú, procederemos a evaluar tomando como criterio la variable interviniente es decir evaluaremos las causas en función a su impacto en el indicador tiempo promedio para reparar *MTTR* de taller, el indicador tiempo promedio entre fallas *MTBF* de proyecto y en los costos de mantenimiento en una matriz de

relación (Ver anexo n°. 3); luego de identificar las causas que más se relacionan con el *MTTR*, *MTBF* y los costos procederemos a hacer uso de la herramienta de Pareto donde determinaremos los principales problemas (80%) que tienen mayor relevancia o impacto en la gestión de mantenimiento; de esta manera podremos priorizar las medidas y planes de acción que solucionaran los problemas identificados de acuerdo a nuestra hipótesis.

Por tanto tenemos que los principales problemas a resolver son 35 que están sombreados en amarillo como lo muestra la tabla 3.1.5.

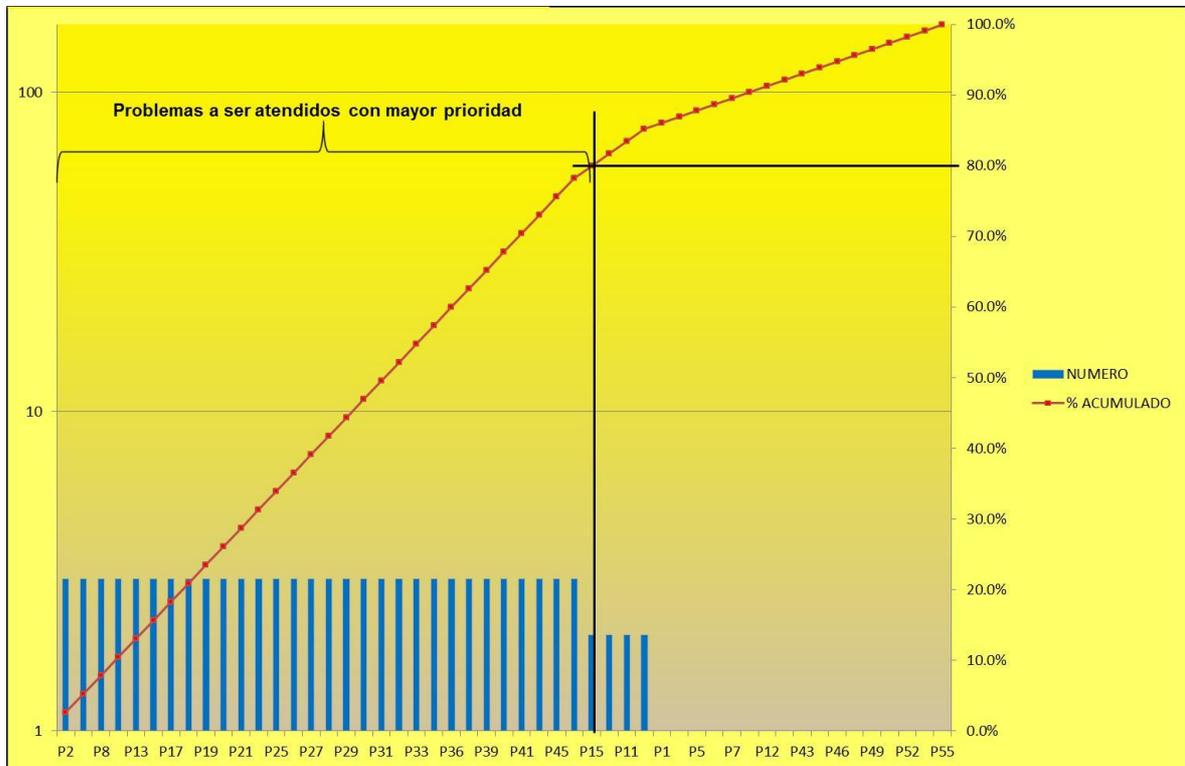
Tabla 3.1.5. Pareto problemas gestión de mantenimiento

Item	QUE (CAUSAS RAICES)	NUMERO	NUMERO ACUMULADO	%	% ACUMULADO
P2	Registros kpi actuales con poca credibilidad y algunos casos sin información	3	3	2.6%	2.6%
P3	Registros kpi historicos no existen o no se han recogido de la operación.	3	6	2.6%	5.2%
P8	Falta establecer repuestos criticos y rptos minimos necesarios	3	9	2.6%	7.8%
P10	Sin apoyo técnico,falta de información técnica	3	12	2.6%	10.4%
P13	Proveedores con entrega de producto mala calidad	3	15	2.6%	13.0%
P16	Recursos HH mal distribuidos.	3	18	2.6%	15.7%
P17	Mala Comunicación (cuello de botella)	3	21	2.6%	18.3%
P18	Exceso de trabajo en talleres y por emergencias en proyectos.	3	24	2.6%	20.9%
P19	Desconocimiento, falta de nivel técnico	3	27	2.6%	23.5%
P20	No esta definido el rol de Liderazgo y personal	3	30	2.6%	26.1%
P21	Falta de compromiso del personal por falta de incentivos	3	33	2.6%	28.7%
P23	Procesos mal definidos, confusión de roles	3	36	2.6%	31.3%
P25	Mejorar las plantillas de registro de fallas en los proyectos RDE	3	39	2.6%	33.9%
P26	Ejecución ineficiente y no se garantiza en los proyectos.	3	42	2.6%	36.5%
P27	No se reparan componentes en taller y mal realizados (calidad)	3	45	2.6%	39.1%
P28	Programas de mantenimiento mal definidos	3	48	2.6%	41.7%
P29	Planes de mantenimiento en obra no son planificados	3	51	2.6%	44.3%
P30	No hay instructivos de inspecciones de mantenimiento en obra.	3	54	2.6%	47.0%
P31	Falta de mantenimiento correctivo planificado (Backlogs) en obra.	3	57	2.6%	49.6%
P32	Falta de flujograma de procesos en taller y en obra(Proyecto).	3	60	2.6%	52.2%
P33	Falta implementar de las mejores practicas de mantto.	3	63	2.6%	54.8%
P35	Los equipos no cumplen los requerimientos de operación porque estan incompletos, no tienen accesorios o no estan calibrados.	3	66	2.6%	57.4%
P36	Modificaciones sin ingeniería	3	69	2.6%	60.0%
P38	Falta de anclaje de las maquinas y falta guías	3	72	2.6%	62.6%
P39	Operadores acostumbrados a tener problemas no reportan.	3	75	2.6%	65.2%
P40	Mal Estado del equipo en proyecto por falta de Mantto.	3	78	2.6%	67.8%
P41	Mala reparación en taller	3	81	2.6%	70.4%
P42	Falta de estandarización, sin guardas y otros elementos de seguridad.	3	84	2.6%	73.0%
P45	Falta de mantenimiento básico por parte de operarios	3	87	2.6%	75.7%
P50	Repuestos mal almacenados en taller sin control	3	90	2.6%	78.3%
P15	Cambio de componenentes sin control.	2	92	1.7%	80.0%
P24	Falta de planificación, no se cuantifica en una orden de trabajo	2	94	1.7%	81.7%
P11	Deficientes en los tiempos de entrega de partes mecanizadas.	2	96	1.7%	83.5%
P54	Componentes mal almacenados y sin definir su condición de operativo.	2	98	1.7%	85.2%
P1	Los registros de presupuesto actuales no se realizan	1	99	0.9%	86.1%
P4	Existen muchos despachos de materiales a los proyectos.	1	100	0.9%	87.0%
P5	Falta planificación del próximo año, necesidades y objetivos	1	101	0.9%	87.8%
P6	Falta identificar facilidades en el taller de reparaciones	1	102	0.9%	88.7%
P7	Falta identificar proveedores confiables y estrategicos.	1	103	0.9%	89.6%
P9	Falta cuantificar las necesidades del taller y de proyectos.	1	104	0.9%	90.4%
P12	No tienen respaldo crítico de partes.	1	105	0.9%	91.3%
P14	Costos por encima del presupuesto.	1	106	0.9%	92.2%
P43	Resistencia al cambio de personal de mantto y de operaciones.	1	107	0.9%	93.0%
P44	Falta de conocimiento en operación de los equipos	1	108	0.9%	93.9%
P46	No se negocia precios	1	109	0.9%	94.8%
P48	No se define compras correctamente	1	110	0.9%	95.7%
P49	Repuestos usados en proyecto sin despacho para análisis	1	111	0.9%	96.5%
P51	rptos mal codificados y mal definidos en el sistema (duplicidad)	1	112	0.9%	97.4%
P52	Mala codificación (Importante), no ayuda al análisis.	1	113	0.9%	98.3%
P53	No se tiene stock real del inventario por falta de codificación.	1	114	0.9%	99.1%
P55	inventarios excesivos	1	115	0.9%	100.0%
		115			

Fuente: Elaboración propia.

La figura n.º. 3.14 muestra la gráfica de Pareto obtenida, con lo cual tenemos identificados 35 problemas como prioritarios.

Figura n.º 3.14. Diagrama de Pareto problemas gestión de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia.

3.2. Desarrollo del objetivo 02:

En la tabla 3.2.1 mostramos el procedimiento que se sigue para realizar esta fase del estudio correspondiente a los objetivos 2 y 3.

Tabla 3.2.1. Procedimiento para desarrollar objetivo 2 y 3 de la investigación

FASE DE ESTUDIO	PERIODO	FUENTE DE RECOLECCIÓN DE DATOS	PROCESAMIENTO DE DATOS	RESULTADOS ESPERADOS
PROPUESTA DE MEJORA (Desarrollo del objetivo específico 02 y 03)	12 Semanas	* Revisión documental. * Revisión del dimensionamiento y planificación de los planes de acción .	* Analisis de factibilidad. * Dimensionamiento de recursos * Establecer cronograma del plan de acción a ser implementado * Determinar responsables (establecer roles y funciones)	Implementación de la propuesta de mejora en una diagrama gantt con revisiones semanales para dar seguimiento al plan de acción.

Fuente: Elaboración propia

Para poder implementar las medidas de control que nos permitan mejorar el tiempo promedio para reparar *MTTR* en el taller central identificaremos todas las causas o problemas que tienen relación con este indicador; cómo podemos apreciar en la tabla n.º. 3.2.2 muchas causas

también tienen relación con el *MTBF* de proyectos dado que son indicadores que tienen una estrecha interrelación.

En la tabla 3.2.2 se muestra los problemas obtenidos de Pareto como prioritarios llevados a matriz de relación con los indicadores *MTTR* y *MTBF*.

Se ha colocado peso 1 si tiene relación con el indicador y cero si no la tiene.

Tabla 3.2.2. Matriz de relación problemas Vs MTTR y MTBF

Item	QUE (CAUSAS RAICES)	MTTR (Taller)	MTBF (Proyecto)
P2	Registros kpi actuales con poca credibilidad y algunos casos sin información	0	1
P3	Registros kpi historicos no existen o no se han recogido de la operación.	0	1
P8	Falta establecer repuestos criticos y rptos minimos necesarios	1	1
P10	Sin apoyo técnico,falta de información técnica de los proveedores.	1	1
P13	Proveedores con entrega de producto mala calidad	1	1
P16	Recursos HH mal distribuidos.	1	0
P17	Mala Comunicación (cuello de botella)	1	1
P18	Exceso de trabajo en talleres y por emergencias en proyectos.	1	1
P19	Desconocimiento, falta de nivel técnico	1	1
P20	No esta definido el rol de Liderazgo y personal	1	1
P21	Falta de compromiso del personal por falta de incentivos	1	1
P23	Procesos mal definidos, confusión de roles	1	0
P25	Mejorar las plantillas de registro de fallas en los proyectos RDE	0	1
P26	Ejecución ineficiente y no se garantiza en los proyectos.	0	1
P27	No se raparan componentes en taller y mal realizados (calidad)	1	0
P28	Programas de mantenimiento mal definidos	0	1
P29	Planes de mantenimiento en proyectos no son planificados	0	1
P30	No hay instructivos de inspecciones de mantenimiento en proyecto	0	1
P31	Falta de mantenimiento correctivo planificado (Backlogs) en obra.	0	1
P32	Falta de flujograma de procesos en taller y en obra(Proyecto).	1	1
P33	Falta implementar de las mejores practicas de mantto.	1	0
P35	Los equipos no cumplen los requerimientos de operación porque estan incompletos, no tienen accesorios o no estan calibrados.	1	0
P36	Modificaciones sin ingeniería	1	1
P38	Falta de anclaje de las maquinas y falta guías	0	1
P39	Operadores acostumbrados a tener problemas no reportan.	0	1
P40	Mal Estado del equipo en proyecto por falta de Mantto.	0	1
P41	Mala reparación en taller	1	0
P42	Falta de estandarización, sin guardas y otros elementos de seguridad.	1	0
P45	Falta de mantenimiento básico por parte de operarios	0	1
P50	Repuestos de los equipos mal almacenados en taller sin control	1	0
P15	Cambio de componentes sin control.	1	0
P24	Falta de planificación, no se cuantifica en una orden de trabajo	1	0

Fuente: Elaboración propia

Con la matriz de problemas prioritarios y agrupados en función a los indicadores *MTTR* de taller y *MTBF* de proyectos, procederemos a utilizar la herramienta de los 5 porque para llegar a la causa raíz y con ello plantear la solución respectiva, por tanto el listado quedaría como se indica en la tabla 3.2.3.

Tabla 3.2.3. Matriz de problemas prioritarios

Item	QUE (CAUSAS RAICES)	MTTR (Taller)	MTBF (Proyecto)	¿5 PORQUE?	SOLUCIÓN (COMO MEJORAR)
P2	Registros kpi actuales con poca credibilidad y algunos casos sin información	0	1	por que no lo exigen, porque no esta definido como entregable.	Capacitar en uso de RDE, definirlo como entregable.
P3	Registros kpi historicos no existen o no se han recogido de la operación.	0	1	por que no lo exigen, porque no esta definido como entregable.	Capacitar en uso de RDE, definirlo como entregable.
P8	Falta establecer repuestos criticos y rptos minimos necesarios	1	1	El día a día los consume, no hay planificación, son orientados al	Hacer la lista de rptos criticos e implementarla.
P10	Sin apoyo técnico,falta de información técnica	1	1	No hay dealers, no hay presencia de proveedores.	Capacitación con dealers
P13	Proveedores con entrega de producto mala calidad	1	1	No se han desarrollado otros, no hay exigencia.	Establecer requisitos de reparación de componentes hidraulicos.
P16	Recursos HH mal distribuidos.	1	0	Confusión de roles , no hay MOF, No hay planificación	Implementar MOF, implementar Gantt.
P17	Mala Comunicación (cuello de botella)	1	1	No hay MOF	Implementar MOF.
P18	Exceso de trabajo en talleres, por emergencias en proyectos.	1	1	por falta de planificación	Hacer la planificación con cartas Gantt , distribución eficiente del personal.
P19	Desconocimiento, falta de nivel técnico	1	1		Realizar Capacitación
P20	No esta definido el rol de Liderazgo y personal	1	1	porque hay confusión de roles todo se asume.	Implementar MOF.
P21	Falta de compromiso del personal por falta de incentivos	1	1	No hay linea de carrera en su formación tecnica	Implementar evaluación de desempeño.
P23	Procesos mal definidos, confusión de roles	1	0	Porque no hay una definición de roles y funciones (no hay MOF)	Redefinir los procesos internos para hacer el organigrama por procesos y MOF.
P25	Mejorar las plantillas de registro de fallas en los proyectos RDE	0	1	Formato muy extenso se hace tedioso al mecanico, no se exige.	Implementar nuevo RDE simplificado, capacitar y definirlo como entregable.
P26	Ejecución ineficiente y no se garantiza en los proyectos.	0	1	por costumbre, no hay exigenciadas enfocados en corregir solamente.	Curso de capacitación para operadores y mantenedores.
P27	No se reparan componentes en taller y mal realizados (calidad)	1	0	Por desconocimiento,por costumbre.	Capacitar al personal y reparar componentes para dar confiabilidad.
P28	Programas de mantenimiento mal definidos	0	1	Solo se define MC y MP a nivel de lubricación falta Mpd	Implementar tareas de inspección , generar boletines , analisis de aceite.
P29	Planes de mantenimiento en obra no son planificados	0	1	falta de planificación por no tener información de inspecciones en el	Hacer las proyecciones , realizar inspecciones pre PM, capacitar.
P30	No hay instructivos de inspecciones de mantenimiento en obra.	0	1	por desconocimiento.,por costumbre. Enfocados en reaccionar.	Realizar instructivos de inspección y capacitación para operadores.
P31	Falta de mantenimiento correctivo planificado (Backlogs) en obra.	0	1	No estan acostumbrados al correctivo programado.	Planificar, implementar proceso de inspecciones y generación de backlogs
P32	Falta de flujograma de procesos en taller y en obra(Proyecto).	1	1	No hay una politica de gestión basada en procesos.	Realizar DAP para taller y para proyecto.
P33	Falta implementar de las mejores practicas de manto en taller	1	0	Desconocimiento del personal estan desde que empezo la compañía.	5Ss, control de contaminación, definición de expediting.
P35	Los equipos no cumplen los requerimientos de operación porque estan incompletos, no tienen accesorios o no estan calibrados.	1	0	No hay una revisión final de calidad por parte de las areas involucradas.	Establecer un protocolo de prueba de equipos, Operaciones, Seguridad y mantenimiento
P36	Modificaciones sin ingeniería	1	1	Solución inmediata sin criterio, por desconocimiento tecnico.	Identificar las partes y Regresar al estándar OEM.
P38	Falta de anclaje de las maquinas y falta guías	0	1	Por desconocimiento del operador, falta de experiencia	Capacitar y/o Contratar operadores con experiencia.
P39	Operadores acostumbrados a tener problemas no reportan.	0	1	Por costumbre habito	Cambiar ese habito enseñando capacitando, mantenimiento autonomo.
P40	Mal Estado del equipo en proyecto por falta de Manto.	0	1	Ausencia del mecanico, no hay inspecciones.	Capacitar , realizar inspecciones y comunicar con operador.
P41	Mala reparación en taller	1	0	desconocimiento técnico.	Capacitar con dealers mejorar el proceso.
P42	Falta de estandarización, sin guardas y otros elementos de seguridad.	1	0	No hay un estándar definido de los equipos.	Estandarizar flotas a nivel de guardas y elementos de seguridad.
P45	Falta de mantenimiento básico por parte de operarios	0	1	Por costumbre , objetivo de perforar a cualquier costo.	Capacitar , mantenimiento autonomo.
P50	Repuestos de los equipos mal almacenados en taller sin control .	1	0	Falta de criterio y organización.	Implementar jaulas exclusivas para cada equipo en reparación.
P15	Cambio de componentes sin control.	1	0	No hay seguimiento de reparaciones, descontrol	Establecer criterios y necesidades de reparación de componentes.
P24	Falta de planificación, no se cuantifica en una orden de trabajo	1	0	Porque estan acostumbrados a corregir , no hay metodo	Implementar OT y Gantt.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla 3.2.3 hay causas que afectan a ambos indicadores *MTTR* y *MTBF* por que tienen una relación de interdependencia y hay otras causas que afectan netamente al *MTTR* del taller que son los problemas P15,16,23,24,27,33,35,36,41,42 y P50 , sin embargo para el desarrollo de este objetivo las soluciones planteadas se tomaran en función del

indicador *MTTR* de taller pudiendo solucionar con ello también algunos problemas relacionados con el indicador *MTBF* de proyectos ya que como mencionamos anteriormente muchos de los problemas tienen una relación de interdependencia para ambos indicadores de mantenibilidad y confiabilidad respectivamente.

Por otro lado notamos que en la matriz general de problemas prioritarios hay soluciones comunes que resuelven más de un problema (nuevamente el principio de Pareto: el 20% de acciones o planes de acción resuelven el 80% de los problemas) por lo que se ha procedido a agrupar las soluciones por colores y seguidamente presentaremos las medidas que tienen impacto en el tiempo promedio para reparar de taller *MTTR*; cabe precisar que el principal problema considerado crítico que se tiene, es el de organización del área que debe ser solucionado en primera instancia como lo propone el primer ítem de la tabla 3.2.5.

La tabla 3.2.4 muestra el costo de la propuesta para reducir el *MTTR* en el taller central, que consiste en 10 actividades o planes de acción.

Tabla 3.2.4. Costo propuesta para mejorar el *MTTR* taller central

Item	No. P.	Descripción	Inversión requerida año USD
1	P16,P17,P20 y P23	3.2.1. Redefinir procesos internos, hacer el organigrama por procesos, implementarlo y difundirlo; establecer responsables MOF	\$800.00
2	P16,P18, P24	3.2.2. y 3.2.3. Implementar , capacitar y difundir el uso de OTs a los líderes mecánicos (04) y establecer un diagrama Gantt para la planificación y dimensionamiento de recursos de personal	\$1,300.00
3	P13,P15	Establecer responsabilidades, procesos para el área de reparación de equipos (CR), establecer necesidades de reparación de componentes	-
4	P50	3.2.4. Fabricar 10 jaulas de metal para el almacenamiento de repuestos de cada equipo que está siendo reparado en taller, así como para la reparación de componentes. C.U = US\$200.0	\$2,000.00
5	P35	3.2.5 Establecer un protocolo de prueba de equipos, Operaciones, Seguridad y mantenimiento QC (control de calidad)	-
6	P42	3.2.6.Estandarizar las flotas (59 equipos) a nivel de guardas y elementos de seguridad (altos estándares de seguridad gran minería)	\$45,000.00
7	P21	3.2.7. Implementar evaluación de desempeño y definir niveles de perfiles técnicos.	-
8	P27,P41	3.2.8. Capacitar al personal y reparar componentes para dar confiabilidad, involucrar los principales dealers.	\$1,300.00
9	P33	3.2.9. 5Ss, control de contaminación.	\$2,500.00
10	P36	Identificar las partes y regresar al estándar OEM en promedio en 10 equipos	\$7,500.00
Inversión total anual			\$60,400.00

Fuente: Elaboración propia.

A continuación la tabla 3.2.5 muestra la carta Gantt para implementar la propuesta para mejorar el MTTR de taller; nótese que la tarea crítica esta el ítem 1.

Tabla 3.2.5. Carta Gantt de plan de acción para mejorar el MTTR de taller.

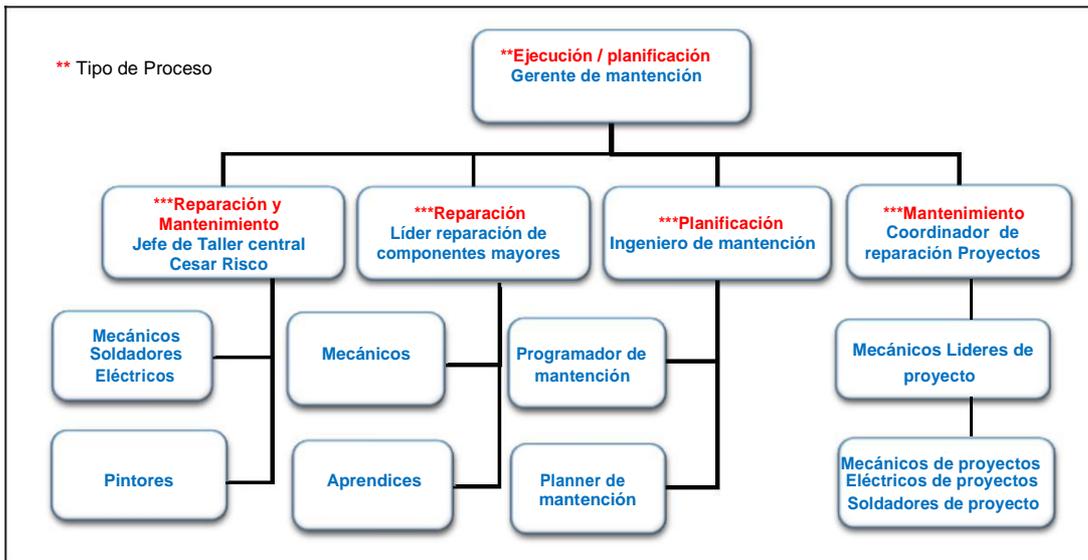
Item	Proceso **	Descripción	Responsable Directo	Fecha de Inicio	AÑO 0												AÑO 1												AÑO 2																																																			
					6				7				8				9				10				11				12				1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				11				12			
					S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S																				
1	Todos / Organización	3.2.1. Redefinir procesos internos, hacer el organigrama por procesos, implementarlo y difundirlo; establecer responsables MOF	LO	jun-16	S	S	S	S																																																																								
2	Planificación y Reparación, mantenimiento Equipos taller central	3.2.2. y 3.2.3. Implementar , capacitar y difundir el uso de Ots a los lideres mecanicos(04) y establecer un diagrama Gantt para la planificación y dimensionamiento de recursos de personal	CR	jul-16																																																																												
3	Planificación y Reparación, mantenimiento Equipos y Componentes	Establecer responsabilidades, procesos para el área de reparación de equipos (CR), establecer necesidades de reparación de componentes	LO - AS	ago-16																																																																												
4	Reparación y mantenimiento Equipos y Componentes	3.2.4. Fabricar 10 jaulas de metal para el almacenamiento de repuestos de cada equipo que esta siendo reparado en taller, asi como para la reparación de componentes.	CR	ago-16																																																																												
5	Reparación y mantenimiento Equipos taller central	3.2.5 Establecer un protocolo de prueba de equipos, Operaciones, Seguridad y mantenimiento QC (control de calidad)	CR	sep-16																																																																												
6	Reparación y mantenimiento Equipos taller central	3.2.6.Estandarizar las flotas (59 equipos) a nivel de guardas y elementos de seguridad (altos estandares de seguridad gran minería)	CR	oct-16																																																																												
7	Reparación y mantenimiento de Equipos y Proyectos	3.2.7. Implementar evaluación de desempeño y definir niveles de perfiles tecnicos.	LO-CR-LJ	nov-16																																																																												
8	Planificación y Reparación, mantenimiento Equipos y Componentes	3.2.8. Capacitar al personal y reparar componentes para dar confiabilidad, involucrar los principales dealers.	CR, LO	feb-17																																																																												
9	Reparación y mantenimiento Equipos taller central	3.2.9. 5Ss, control de contaminación.	CR	ene-17																																																																												
10	Reparación y mantenimiento Equipos taller central	Identificar las partes y regresar al estándar OEM.	EP y JL	feb-17																																																																												

Fuente: Elaboración propia.

3.2.1. Organigrama de mantenimiento por funciones y elaboración de MOF.

Se definió un diagrama por funciones para definir claramente los roles y funciones como lo muestra la figura n°. 3.15.

Figura n.º 3.15. Organigrama de funciones propuesto

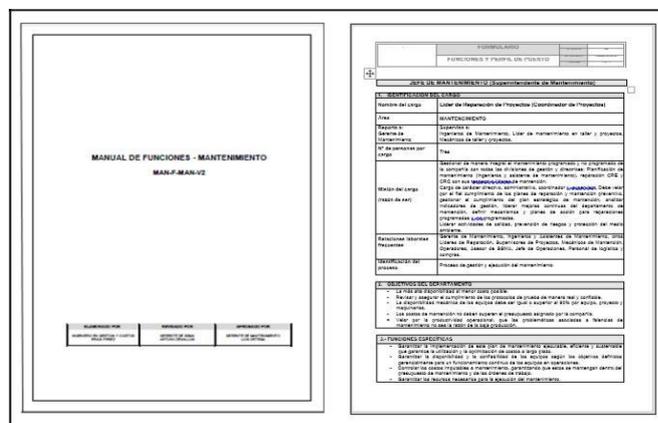


Fuente: Elaboración propia.

Así mismo se estableció el MOF (manual y organización de funciones para los procesos) indicados en la nueva estructura realizada en función a los procesos de mantenimiento; se realizaron los documentos, después de haber sido revisados y validados finalmente fueron aprobados por la gerencia para la difusión y registro de los mismos en el sistema de gestión de la empresa (ver figura n°. 3.16)

Se realizaron charlas informativas de difusión con los líderes de los procesos de mantenimiento.

Figura n.º 3.16. Manual de funciones mantenimiento MOF



Fuente: Empresa de perforación de minerales

3.2.2. Implementación de órdenes de trabajo OTs (taller):

Para poder dimensionar adecuadamente los trabajos a realizar por la cuadrilla de técnicos (soldador, electricista, mecánico, pintor) en un determinado equipo se implementaron formatos de órdenes de trabajo (ver figura n°. 3.17) donde se realizaba el diagnostico de los equipos de cada sistema por los que se compone la máquina, la intervención en el equipo nace con la generación de la orden de trabajo (la cual no existía) en dicho formato se procede a listar todas las actividades a realizar en el equipo dividido en sistemas al costado de cada fila se agregó unas columnas con la finalidad de estimar la duración de cada actividad según la especialidad que lo realice es decir cuántas HH se invierte en trabajos de mecánica, electricidad, soldadura y pintura. Con ello se procedía a realizar la cuantificación (sumatoria de horas) por cada especialidad a intervenir en el equipo pudiendo ser esta: inspeccionar, revisar, verificar, reparar, cambiar o ajustar

Estas horas cuantificadas por cada especialidad nos servirán para dimensionar la duración de los trabajos con la finalidad de planificar los recursos (mano de obra necesaria) para realizar los trabajos en dicho equipo en una carta Gantt, herramienta que se implementó también y que veremos inmediatamente su aplicación.

La metodología consistía en generar una orden de trabajo por cada equipo intervenido.

En el anexo n°. 4 se muestra una orden de trabajo típica establecida.

Figura n.º 3.17. Orden de Trabajo OT

FORMULARIO							
ORDEN DE TRABAJO TALLER							
Código		EQUIPO		EQUIPO			
Módulo		Módulo		Módulo			
Programa		Programa		Programa			
N°		N°		N°			
OT-111-2017-25							
PROYECTO	PROYECTO DE BENEFICIO	INICIACIÓN	FECHA DE INICIO	PROYECTO DE BENEFICIO	FECHA DE FIN	Horas	
TESS-01	MAGISTRAL	354E	18 Jun	SHAWUNDO	19/06/2017	3558.4	
Revisión a cargo:							
Nombre:	Fabrizio Pizarro	Fecha:	18/06/17	Nombre:	Cristian Lopez	Fecha:	19/06/17
Nombre:		Fecha:		Nombre:		Fecha:	
Nombre:		Fecha:		Nombre:		Fecha:	
Nombre:		Fecha:		Nombre:		Fecha:	
Nombre:		Fecha:		Nombre:		Fecha:	
Nombre:		Fecha:		Nombre:		Fecha:	
REPARACIONES RECOMENDADAS							
Cambiar empacadores del turbo lado izquierdo.							
Revisar el nivel de aceite que se encuentra en el.							
Cambiar el pistón y el eje del cilindro que se encuentra en el.							
Colocar manijas para plataformas para trabajos.							
Revisar mantenimiento preventivo PM 588 horas.							
Revisión a cargo:							
Templado, limpieza y lubricación de cadenas principal de accionamiento.							
Medición de nivel de aceite hidráulico de acople a motor de accionamiento.							
Regulación a cambio de bujes de distribución de válvulas y cambrillo.							
Cambio de palcos de los pistones de accionamiento de accionamiento de accionamiento.							
Desarmado y reparación del motor de accionamiento.							
Medición de nivel de aceite de unidad de accionamiento, limpieza de unidad.							
Mantenimiento de palcos de accionamiento.							
Revisar sistema de carga de compresor, regulación e instalación de compresor.							
Cambiar filtros de aceite de panel de mando y manómetros de accionamiento de accionamiento.							
Revisar bomba hidráulica para accionamiento de pistones de accionamiento.							
Instalación de placa de accionamiento de accionamiento de accionamiento.							
Cambiar rollos de accionamiento de accionamiento de accionamiento.							
Cambio de sistema de accionamiento de accionamiento de accionamiento.							
Mantenimiento de baterías por mantenimiento.							

CABIÓN						
Cambio de seguro en U de orden principal	Internacional del Peru	1				
Cambio de seguros de orden	Internacional del Peru	1				
Malla que al sistema de fuerza	Internacional del Peru	21				
Revisión de niveles de aceite y agua	Internacional del Peru	1				
Cambio de aceite y filtros de aceite, combustible y aire	Internacional del Peru	4				
Malla que al sistema	Internacional del Peru	1				
Revisión y reparaciones de sistema eléctrico línea	Fabian Monzón	2	16			
Cambio de llantas de tractor en el y guanteros en el	Internacional del Peru					
Cambio de cables	Real Flares					
Instalación de sistemas de seguridad	Real Flares					
CABA PUNE						
Cambio aceite HUIH800 y aceites de mantenimiento (Dobles)						Mano de obra
Inspección visual de componentes	Fabian Monzón					
HASTIL						
Realizar mantenimiento de orden y lubricación de la misma	Fabian Monzón	4				
Temple, limpieza y lubricación de orden principal de orden.	Fabian Monzón	18	18			
Cambio de parte de jin ham	Fabian Monzón	2				
Instalación de seguros barra de madera.	Real Flares					
Instalación de placa de sujeción en posición invertida.	Fabian Monzón	1				
PANEL DE MANDO						
Mantenimiento de palancas de accionamiento.	Fabian Monzón	4				
Cambio filtros salapas de panel de mando y manómetros de salapas de orden y de orden.	Fabian Monzón	2				
Cambio de sistema de accionamiento de palanca de accionamiento.	Fabian Monzón	1	4			
Corrección palanca de acción de orden.	Fabian Monzón	2	2			
SISTEMA HIDRÁULICO						
Cambio filtros salapas de panel de mando y manómetros de salapas de orden y de orden.	Fabian Monzón	3				
Reforzar aceite hidráulico a medida.	Fabian Monzón	2				
WINCH WIRE LINE						
Inspección de cable	Fabian Monzón	3				
Revisión de cable	Fabian Monzón	3				
ROD HANDLE						
Inspección de rod handle	Fabian Monzón	1				
Pruebas y funcionamiento.	Fabian Monzón	3				
PINTURA						
Luz de equipo	Angel Figueroa				2	
Reparación de pintura.	Angel Figueroa				6	
PRUEBAS OPERACIONALES						
		3				
		173	26	16	8	

Fuente: Empresa de perforación

Luego de totalizar las horas estimadas para la realización de cada actividad por sistema y por especialidad (mecánico, eléctrico, soldadura y pintura) tendremos como resultado las horas hombre totales de cada técnico por su especialidad con ese valor pasaremos inmediatamente a planificar los recursos en una carta Gantt, herramienta que será implementada para terminar este proceso de dimensionamiento de recursos y planificación de los mismos.

3.2.3. Implementación de cartas Gantt (dimensionamiento de la mano de obra distribución en el tiempo) / taller:

La carta Gantt nos permitirá tener el horizonte en el tiempo de la duración de la reparación de los equipos por tanto nos permitirá determinar la cantidad de días que nos tomará realizar las reparaciones esto se consigue dividiendo las horas totales entre las horas de labor por día que tenemos para cada técnico para efectos de cálculos en valores enteros asumimos siempre 10 horas por día (ver figura n°. 3.18)

Lo mismo hacemos con cada equipo que se interviene, el siguiente paso consiste en realizar el planeamiento de toda la carga de trabajo (backlogs) en una carta Gantt general para poder dimensionar la mano de obra necesaria para hacer las reparaciones, en dicha carta Gantt hacemos el balance del trabajo en el tiempo, esto nos permitirá tener el panorama general cuantificado Vs los recursos con los que contamos en el taller y con ellos hacer la distribución en el tiempo. La idea es asignar recursos a las máquinas para ejecutar trabajos en paralelo de manera estratégica siempre y cuando la carga laboral de backlogs no rebase las horas hombres disponibles con las que cuenta el taller, si un equipo es requerido antes de lo establecido en esta carta Gantt entonces se tendrá la opción de traer recursos externos para cumplir con fechas anticipadas.

Mediante la implementación de cartas Gantt lo que vamos a obtener es tener una visión macro de la carga de trabajo distribuida en el tiempo, para la atención de equipos se tomaran criterios de importancia prioridades y disponibilidad de partes en el mercado local o si es un tema de importación, eso lo definirá la jefatura de equipos junto con la gerencia de mantenimiento.

3.2.4. Implementación de canastas o jaulas de almacenamiento de repuestos por equipo (las mejores prácticas de mantenimiento taller)

Una vez realizada la lista , validación, autorización y compra de repuestos , nos enfocamos en una mejora en el proceso de recepción y almacenamiento de repuestos y materiales para cada equipo con la finalidad de acopiar correctamente todos los suministros que le corresponden a un equipo determinado; para ello se establece la fabricación de 8 jaulas para almacenamiento temporal de partes (una jaula por equipo y por bahía de trabajo), una vez entregado el equipo idealmente la jaula debía quedar vacía de lo contrario se procedía con la devolución de los mismos al área de almacén, lo que también sucedía era que muchos repuestos llegaban con posterioridad a la permanencia del equipo lo cual aún faltaba mejorar a través de un sistema de alertas que debía impedir cualquier compra posterior a la salida del equipo salvo instrucción precisa de la jefatura.

Figura n.º 3.19. Canasta de repuestos por equipo de trabajo



Fuente: Empresa de perforación de minerales en el Perú.

3.2.5. Implementación check list de control de calidad QC mediante protocolos de prueba (las mejores prácticas de mantenimiento taller)

Previo a la entrega del equipo se propone implementar tres filtros de alta importancia que comprenden:

- Protocolo de pruebas de los sistemas mecánicos e hidráulicos, comprende la realización de pruebas en vacío del equipo con lo cual se estaba verificando los valores nominales de las presiones y caudales de todos los elementos hidráulicos motrices: bomba principal y auxiliar así como los valores del motor principal.
- Inspección de ajustes y funcionamiento con personal de operaciones (operador y supervisor) con la finalidad de validar el buen performance del equipo que se estaba entregando y que no haya algún faltante (verificación de checklist) para no tener demoras en el proyecto, validando concienzudamente el control de calidad desde la pintura, guardas, accesorios y el funcionamiento de la maquina en sí.
- Inspección de seguridad: intervenía directamente el personal de seguridad de la empresa validando el funcionamiento de todos los dispositivos y elementos de seguridad así como toda la señalética de prevención.

Una vez realizada la inspección integral del equipo el entregable para validar la condición de operatividad del equipo es la firma de un acta de conformidad por las partes involucradas (mantenimiento, operaciones y seguridad); este es un requisito para que el equipo pueda ser despachado al proyecto; si producto de la inspección se generaban observaciones igualmente se registraban en el checklist para su correspondiente tratamiento y corrección de las mismas; una vez levantadas todas las observaciones recién se tenía el visto bueno para el despacho.

Este filtro permitirá recibir un feedback antes del envío a proyecto, con ello se pretendía ahorrar dinero y esfuerzo dado que dichas observaciones pueden ser detectadas y tratadas antes de enviar el equipo; en el lugar adecuado es decir en taller donde se cuenta con los recursos para corregir rápidamente.

En el anexo 5. Se muestra el protocolo de inspección de calidad propuesto

En el anexo 6. Se muestra el acta de conformidad propuesta para que el equipo sea enviado a proyecto.

En el anexo 7. Se muestra el checklist del equipo para validar su envío junto con los accesorios y herramientas correspondientes.

3.2.6. Estandarización de equipos referentes a elementos de seguridad (taller)

Se procedió a realizar la estandarización de los equipos más grandes perforadoras para aplicación en mina superficie y seguidamente con algunos equipos de interior mina.

La estandarización corresponde a implementar altos estándares exigidos por los grandes clientes como Antamina, Bambas (Open Pit) y Milpo (underground o subterránea)

La estandarización estaba referida a:

- Instalación de dispositivos de seguridad: colocar paradas de emergencia en los puntos ciegos del equipo, los equipos más grandes tenían por lo menos 4 paradas una por lado.
- Instalación de guardas de seguridad en todos los elementos rotatorios con la finalidad de proteger al personal de cualquier acercamiento involuntario a la energía rotatoria.
- Señalética de fuentes de peligro a lo largo de todo el equipo con la finalidad de advertir al operador o personal ayudante de todos los puntos potenciales de energía existentes en el equipo con posibilidad de causar daño.
- Sistema de iluminación de equipo, como indicamos los equipos tienen una alta utilización trabajan ambos turnos por lo que se habilitó la iluminación en los puntos de mayor acceso del personal y en puntos de inspección de algún elemento o sistema crítico.
- Instalación de circulina o baliza en la torre con la finalidad que el equipo sea visualizado en la distancia.
- Instalación de alarmas sonoras para un equipo en desplazamiento, esto aplica a todos los equipos que vienen montados sobre orugas.
- Rotulación de todos los tableros de control.
- Instalación de cintas reflectivas para mayor visualización de noche.
- Instalación de soportes para los extintores del equipo por lo menos 2 en los equipos más grandes.
- Instalación de llaves de corte de energía eléctrica (Lock out), sirve para desconectar el sistema eléctrico y con ello impedir que alguien arranque el equipo cuando se están realizando trabajos de mantenimiento.
- Instalación de bloqueos hidráulicos: (a) para proteger el winche principal cuando llega al tope, (b) Para bloquear la rotación principal cuando el operado abre la guarda para hacer cualquier manipulación en esa zona.
- Instalación de plataformas de trabajo (equipos superficiales) y accesorios para anclaje de equipos underground.

Se inició con los modelos: DE710 ,DE740 (montadas en oruga), LF90, LF230 de Boart Long Year (montada en oruga y montada en camión) y DE140 (Underground); Ver anexo 1.

Se ha estimado el costo de estandarización en US\$ 1 800 por equipo (6% de una reparación estándar) tomando como referencia los equipos más grandes, se ha considerado realizar esta estandarización en 2 años es decir 29 se estandarizaran el año 1 y 30 equipos de estandarizan el año 2, el promedio de quipos que se reparan cada año en el taller es de 35 unidades.

3.2.7. Implementación de evaluación de desempeño

Se solicitó al área de recursos humanos la necesidad de plantear una evaluación de conocimientos y habilidades básicamente duras (conocimiento técnico) y habilidades blandas enfocado principalmente en la actitud del personal de mantenimiento, se utilizó un formato ya existente de otra empresa del rubro de minería el cual calza perfectamente a nuestras necesidades, ese debía ser el punto de partida para generar los planes de capacitación que requería el personal de mantenimiento. Ver anexo 7.

3.2.8. Capacitación técnica (taller)

A través de la observación directa y la evaluación de desempeño mediante un formato de gestión de habilidades, se pudo detectar la falta de capacitación técnica en el personal de taller y de proyecto, se lograron identificar problemas de conocimiento de lubricación básica en los equipos, control de contaminación todo ello desencadenaba en la falta de confiabilidad.

Se propone que el área de planificación se encargue de coordinar un curso de capacitación con los principales proveedores, se le hizo conocer la necesidad y la urgencia del soporte por parte de las marcas que ellos representan, es así que se logró tener capacitaciones de los principales proveedores de sistemas hidráulicos como HDI, Parker y HYDAC para todo el personal de mantenimiento de taller y proyectos, para ello se realizó una programación en tres grupos para poder cubrir a todo el personal.

3.2.9. Habilitación de bahías de trabajo del taller de mantenimiento, 5Ss.

El taller venía manejándose solo con 4 bahías de trabajo, se ha identificado área en 5 bahías ocupada innecesariamente con equipos y componentes en desuso (por clasificar), por lo que se propone implementar 5Ss con la finalidad de atender hasta en 9 bahías para lo cual se ha estimado el costo por implementar 5Ss en su primera etapa en US\$ 2,500.

Lo que se ha considerado en esta primera etapa es:

- Traslado equipos y componentes al área de almacén previa identificación de lo que aun sirve.
- Capacitar al personal de taller en el programa 5s (50 horas para 10 personas de taller)
- Alquiler de grúa por 4 horas
- Colocar señalética y demarcación de áreas, pintura en los pisos.

3.3. Desarrollo del objetivo 03

A continuación la tabla 3.3.1 nos muestra el costo de la propuesta del plan de acción para mejorar la confiabilidad MTBF en los proyectos.

Tabla 3.3.1. Planteamiento de soluciones MTBF proyectos

Ítem	No. P.	Descripción	Inversión requerida x año USD
1	P2,P3 y P25	3.3.1. Implementar nuevo RDE simplificado, capacitar al personal de proyecto y definirlo como entregable.	-
2	P26, P30, P39, P40 y P45	3.3.2. Programar curso de inspección y lubricación básica de equipos perforadoras a personal de taller y proyectos.	\$2,000.00
3	P8	3.3.3. Hacer la lista de repuestos críticos e implementarla.	-
4	P28,29 y P31	3.3.4. Planificar, implementar proceso de inspecciones y generación de backlogs e incluirlo en el plan de ejecución, hacer auditorías en terreno.	-
Inversión total			\$2,000.00

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3.3.2 muestra el cronograma para implementar la propuesta para mejorar el MTBF de proyecto.

Tabla 3.3.2. Carta Gantt del plan de acción para mejorar el MTBF de proyecto

Item	Proceso **	Descripción	Responsable Directo	Fecha de Inicio	AÑO 0																	
					6			7			8			9			10	11	12			
					S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S						
1	Mantenimiento Proyectos	3.3.1. Implementar nuevo RDE simplificado, capacitar al personal de proyecto y definirlo como entregable.	LO- LA.	sep-16																		
2	Planificación y Mantenimiento Proyectos	3.3.2. Programar curso de inspección y lubricación básica de equipos perforadoras a personal de taller y proyectos.	LJ	oct-16																		
3	Planificación	3.3.3. Hacer la lista de repuestos críticos e implementarla.	LJ	nov-16																		
4	Planificación	3.3.4. Planificar, implementar proceso de inspecciones y generación de backlogs e incluirlo en el plan de ejecución, hacer auditorías en terreno.	EP	nov-16																		

Fuente : Elaboración propia.

3.3.1. Reporte diario de equipos RDE (proyectos).

La empresa no cuenta con un software de mantenimiento ya que nuestros proyectos son cortos y no nos permite invertir ya que constantemente estamos moviéndonos en diferentes proyectos por tanto se debe registrar las ocurrencias de mantenimiento y para ello se hacía uso de un reporte en excel; esta herramienta nos permite tener el registro de todos los eventos diarios ocurridos en cada equipo en cada proyecto donde tenemos presencia sin embargo dicho reporte no era amigable y no se contaba con la información necesaria por lo que se implementó un nuevo formato de registro de equipos (ver figura n°. 3.20).

En el anexo 12 se muestra el reporte sugerido estructurado en base a las necesidades actuales de mantenimiento, se procedió a difundirlo con el personal de proyectos realizándose la respectiva capacitación para el correcto llenado de la información y posterior tratamiento de la misma por el área de planeamiento.

Figura n.º 3.20. Reporte de equipos modificado (RDE)

FORMULARIO																			
REPORTE DIARIO DE EQUIPOS Y PERSONAL																			
DATOS PERSONAL						DATOS DE LA ACTIVIDAD						CLASIFICACION DE FALLA							
NOMBRE	PROYECTO	FECHA	TURNO	INICIO TURNO	FIN TURNO	TIPO DE ACTIVIDAD	EQUIPO	HOROMETRO	ESTADO DEL EQUIPO	HORA INICIO ACT	HORA FINAL ACT	TOTAL DE HORAS	HORAS EXTRAS	DESCRIPCION DEL TRABAJO	SISTEMA	CODIGO DE SISTEMA	LUBSISTEMA	CODIGO DE FALLA	OSERVACIONES

Fuente: Empresa de perforación de minerales.

3.3.2. Programación de curso de lubricación e inspección de equipos y mantenimiento básico ejecutado por el operador (perforista)

El personal de mantenimiento preparó y realizó un curso de lubricación y puntos básicos de inspección en los equipos perforadoras a ser dictado en los 12 proyectos, dicho curso fue dictado por el coordinador de proyectos en 12 semanas, según cronograma.

Como segundo punto se implementó la capacitación a los operadores para realizar la mantención básica al equipo que consistía en la lubricación, ajuste y revisión de ciertos puntos estratégicos en un equipo de perforación.

A continuación en la figura n°. 3.21 mostramos el programa que se desarrolló para operadores y para personal de mantenimiento haciendo uso de la herramienta de inspección mediante el uso de registro de backlogs para su posterior tratamiento y corrección. Se realizó un refuerzo sobre el programa de mantención donde debía registrarse todas las observaciones y problemas que presentaban los equipos.

Figura n.º 3.21. Curso de mantenimiento básico para operadores proyectos

Mantenimiento para operadores

¿Qué hacen los Operadores por el mantenimiento?

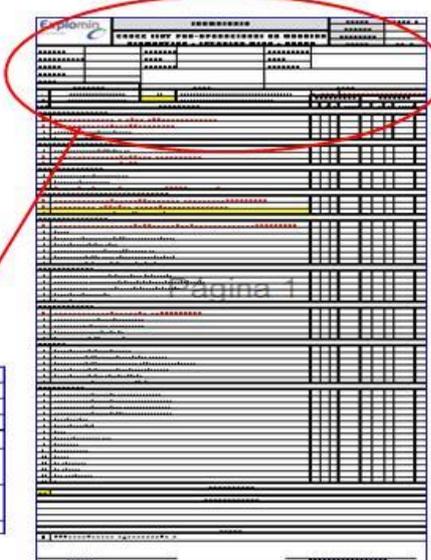
Mantenimiento diario y al termino de un pozo

¿Qué puede exigir los operadores al mecánico?

Equipos en excelentes condiciones operacionales

¿Cómo informa operaciones las anomalías de los equipos?

Check List



Explomin		FORMULARIO	CÓDIGO	F-MAN-05
CHECK LIST PRE-OPERACIONAL DE MAQUINA DIAMANTINA - INTERIOR MINA - SOBRE MINICARGADOR		REVISIÓN		
		APROBADO		
		PÁGINA	1 de 1	
MAQUINA:	HORÓMETRO:	HORÓMETRO:		
COD-EXP MAQU	HORA:	HORA:		
FECHA:	PERFORIST	MECÁNICO:		
GUARDIA:				
NIVEL:				
LEYENDA	FIRMA	FIRMA		

Exigencias y Obligaciones

Fuente: Elaboración propia

El curso ha sido preparado por personal de mantenimiento y será dictado en todos los proyectos teoría y practica se ha estimado un costo de US\$ 2,000 por traslado y viaticos a los 12 proyectos del lider de mantenimiento en los proyectos.

Ver anexo n.º. 13: Curso propuesto para operadores.

3.3.3. Definición del listado de repuestos críticos por modelo de equipos

Se procedió a establecer el listado de partes críticas para cada modelo de equipo como lo muestra la figura n.º.3.22.

El criterio de identificación de repuesto critico es todo aquel repuesto que hace que la maquina deje de operar y paralice la producción (Break down).

Figura n.º 3.22. Listado de repuestos críticos por modelo de equipos

STOCK MINIMO Y CRITICO DE MAQUINA DE710 EN PROYECTO							
ITEM	EQUIPO	SISTEMA	IMPORTANCIA	Nº DE PARTE	DESCRIPCION DE MATERIAL	CANTIDAD X EQUIPO	CODIGO OSIS DE MATERIAL
47	DE710	MOTOR DIESEL	MINIMO		EMPAQUE DE TAPA DE BALANCIN P/MOTOR JOHN DEERE / R12354	1	M108070002
48	DE710	MOTOR DIESEL	MINIMO		THERMOSTAT P/MOTOR JOHN DEERE 6068TF250 / RE64354	1	M108070015
49	DE710	MOTOR DIESEL	CRITICO		INJECTION NOZZLE P/MOTOR JOHN DEERE 6068TF250 / RE48786	6	M108070010
50	DE710	MOTOR DIESEL	CRITICO		TUERCA RETORNO DE INYECTOR / R79604 / JOHN DEERE	6	M108070051
51	DE710	MOTOR DIESEL	CRITICO		PACKING MOTOR JOHN DEERE / R51936	6	M108120004
52	DE710	MOTOR DIESEL	CRITICO		SEALING WASHER MOTOR JOHN DEERE / R74012	6	M108120005
53	DE710	MOTOR DIESEL	CRITICO		ALTERNADOR P/ JHON DERE DE-710	1	M120020004
54	DE710	MOTOR DIESEL	MINIMO		RETEN DE CIGÜEÑAL DELANTERO P/JOHN DEERE 6068TF250 / RE50	1	M108070003
55	DE710	MOTOR DIESEL	CRITICO		ARRANCADOR DE MOTOR	1	M120030007
56	DE711	MOTOR DIESEL	MINIMO		ADAPTER RE59654		
57	DE710	MOTOR DIESEL	CRITICO		M111010029 -RODAJE 6203 2RSH (Tensor de faja)	1	M111010029
15	DE710	MOTOR DIESEL	MINIMO	RE504321	BOMBA DE INYECCION LINEAL JOHN DEERE RE504321	1	M108070028
16	DE710	MOTOR DIESEL	MINIMO	RE69791	BOMBA DE INYECCION STANADYNE DB4 6295489 P/MOTOR JOHN D	1	M108070008
17	DE710	MOTOR DIESEL	MINIMO	RE546917	WATER PUMP	1	M108070085
58	DE710	POLEAS MASTIL	CRITICO		ROLLER BEARING UDR2000 (NNF 5010) / PD24445F	2	M103100018
59	DE710	POLEAS MASTIL	CRITICO		BEARING BALL 40/90X23 +2SEALS UDR2000 (RODAJE 6308 2RS1) / P	2	M111010102
60	DE710	POLEAS MASTIL	CRITICO		CABLE DE IZAJE 5/8" (19X19) JABALIFLEX PAC X 23 MTS	1	M117090049
61	DE710	MASTIL	MINIMO	WU11616	M103100017 -ROLLER UDR2000 / WU11616	1	M103100017
62	DE710	PANEL DE CONTROL	CRITICO		RELAY MURPHY 518 PH-12	1	M120080001
63	DE710	PANEL DE CONTROL	MINIMO		MICROFEED CART ASSEMBLY 200D (VITON) UDR2000 / WU9770-3	1	M105030011
64	DE710	PANEL DE CONTROL	MINIMO		VALVE RELIEF CART UDR2000 (DBDH-6K-18/200) / PD22870AA	1	M105030013
65	DE710	PANEL DE CONTROL	MINIMO		VALVE RELIEF CART UDR2000 (DBD6H-K-18/50-SO-43WIC) / PD2287	1	M105030014
66	DE710	PANEL DE CONTROL	MINIMO		VALVULA 3 VIAS UDR200 / PD23778AA	1	M105030016

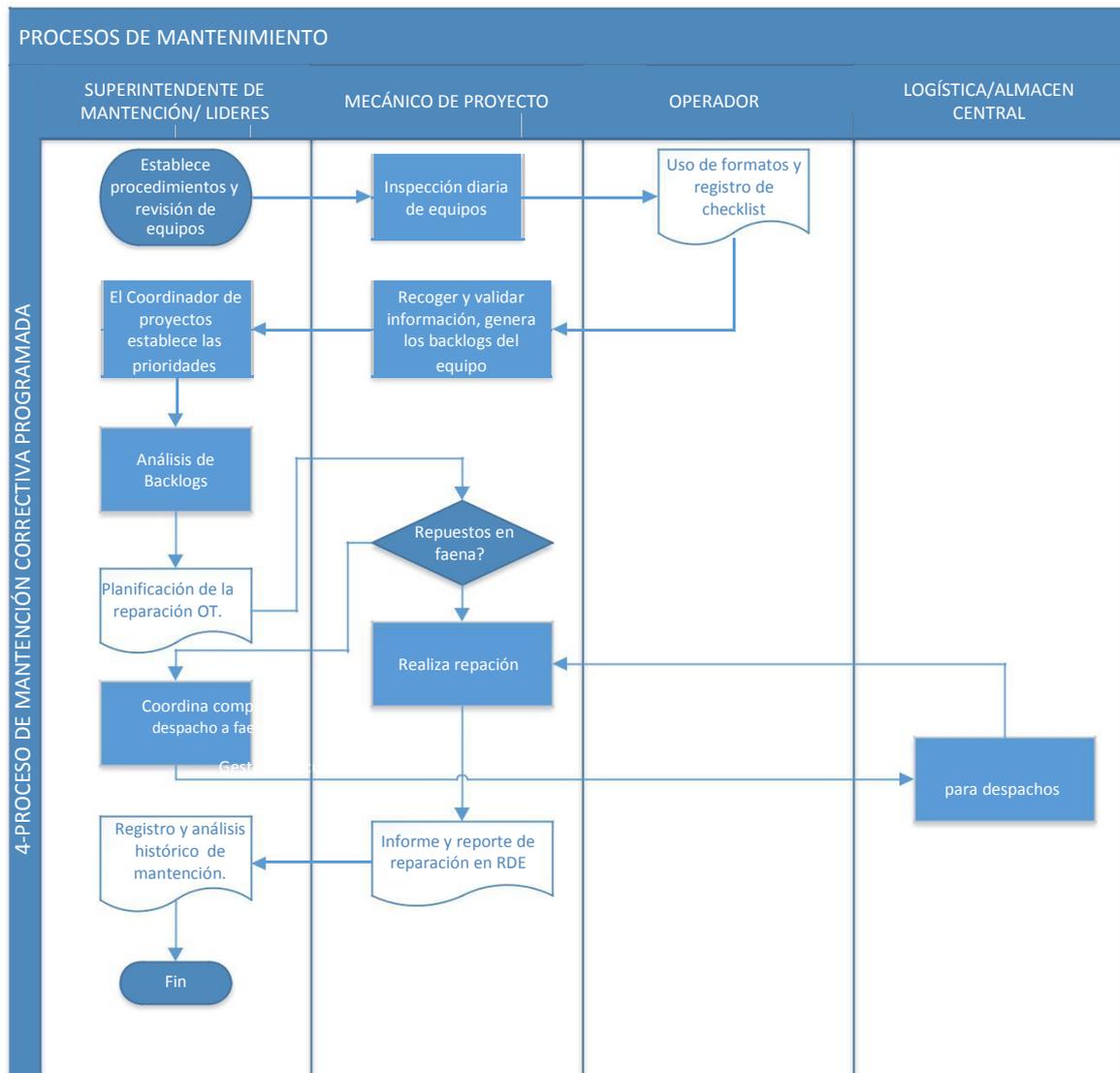
En el anexo 14 se muestra en detalle la lista de repuestos críticos y mínimos para el proyecto y para el taller de la perforadora Sandvik modelo DE710.

3.3.4. Implementación de programa de Mantenimiento correctivo Programado

A continuación la figura n.º. 3.23 muestra el flujograma propuesto del nuevo proceso de mantenimiento correctivo programado a implementarse como medida de control para mejorar la confiabilidad, la mantenibilidad y los costos de los equipos en los proyectos.

Para el desarrollo de este programa es mediante el líder de planificación (recursos propios) no implica costos adicionales.

Figura n.º 3.23. Diagrama de flujo de mantenimiento correctivo propuesto



Fuente: Elaboración propia

Este proceso surge con la finalidad de mejorar la confiabilidad a través de inspecciones y generación de backlogs; estos conceptos de backlogs no se manejaban en los proyectos, solo se ejecutaban mantenimientos preventivos y mantenimientos correctivos, el problema es que con el uso de solo estas estrategias de mantenimiento, el mantenimiento correctivo puede ser de tal magnitud que afecte seriamente el funcionamiento del equipo.

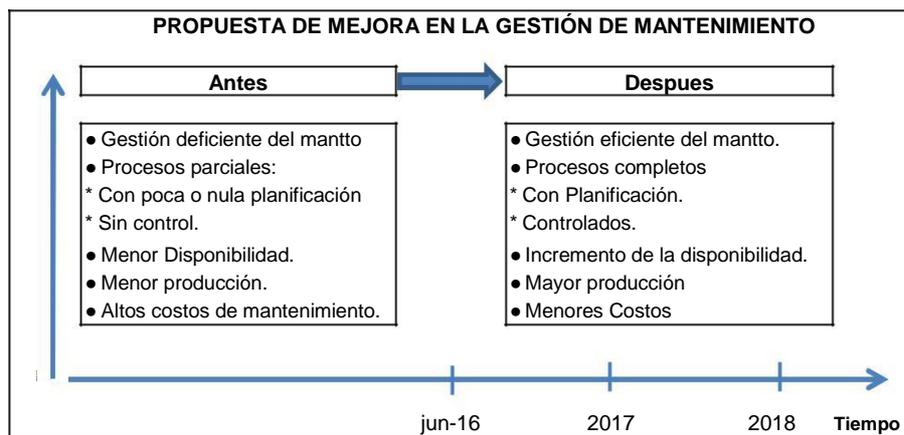
Con la inspección de equipos y la generación de backlogs se propone garantizar la intervención oportuna del mantenimiento correctivo, a través del monitoreo de condiciones en su estructura más básica que es a través de los sentidos del mantenedor.

4. CAPITULO 4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1. RESULTADOS

Antes de mostrar los resultados a continuación la figura n 4.1 nos muestra una gráfica con la finalidad de ubicarnos en el tiempo es decir el momento en el que se plantea implementar la propuesta de mejora, los resultados obtenidos se describen en el siguiente punto.

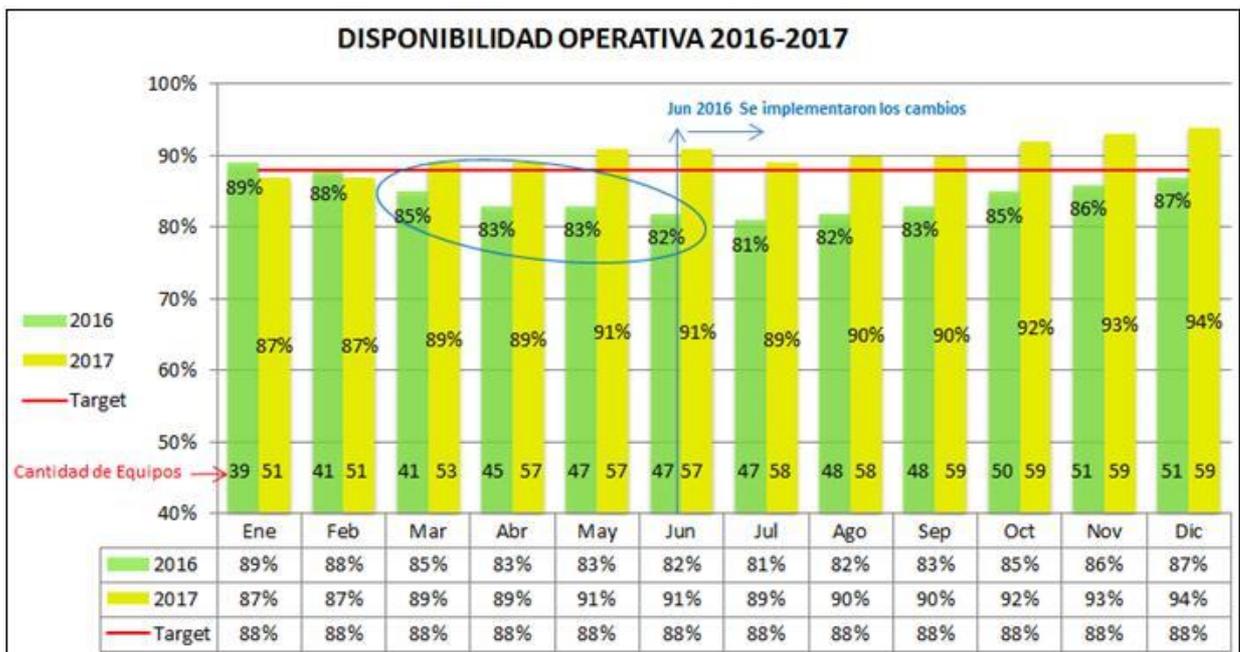
Figura n.º 4.1. Propuesta de mejora gestión de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia.

4.1.1. Incremento de la disponibilidad de equipos

Figura n.º 4.2. Disponibilidad de equipos



Fuente: Elaboración propia

La figura n°. 4.2 muestra la disponibilidad de equipos en el tiempo, lo señalado en el círculo indica el periodo crítico donde se producen cambios debido al incremento de los equipos (flota) fueron 4 meses consecutivos donde la tendencia de la disponibilidad era decreciente, hubo cambios en la gerencia de mantenimiento quien estableció un plan de línea base para reformular la gestión del mantenimiento, el grafico muestra como en los siguientes meses donde a pesar de tener incremento en los equipos por reparar se logra controlar dichos tiempos de reparación de tal manera que la disponibilidad se mantiene y no cae como en el periodo Feb-Jun 2016.

La tabla 4.1.1 muestra el cálculo de la disponibilidad inicial año 2016

Tabla 4.1.1. Calculo de disponibilidad inicial

Periodo	Mes	Cantidad de Equipos	Horas Calendario mes	Horas Mantto (mes)	Disponibilidad (HC-HM)/HC
2016	Ene	39	28 080	3 089	89%
	Feb	41	29 520	3 542	88%
	Mar	41	29 520	4 428	85%
	Abr	45	32 400	5 508	83%
	May	47	33 840	5 753	83%
	Jun	47	33 840	6 091	82%
	Jul	47	33 840	6 430	81%
	Ago	48	34 560	6 221	82%
	Sep	48	34 560	5 875	83%
	Oct	50	36 000	5 400	85%
	Nov	51	36 720	5 141	86%
	Dic	51	36 720	4 774	87%
Disponibilidad promedio anual					85%

Cabe precisar que la empresa debido a la creciente demanda de servicios lo que hace es adquirir equipos usados, repararlos y enviarlos a producir.

A pesar de esta coyuntura cambiante ahora la disponibilidad estaba controlada con tendencia a subir ya que los tiempos de las reparaciones en taller habían mejorado (disminución del MTTR).

Los resultados esperados en el año 2017 son consecuencia de haber tomado medidas de control en operaciones y procesos internos de mantenimiento para poder manejar ese entorno cambiante causado por la creciente demanda de servicios de perforación.

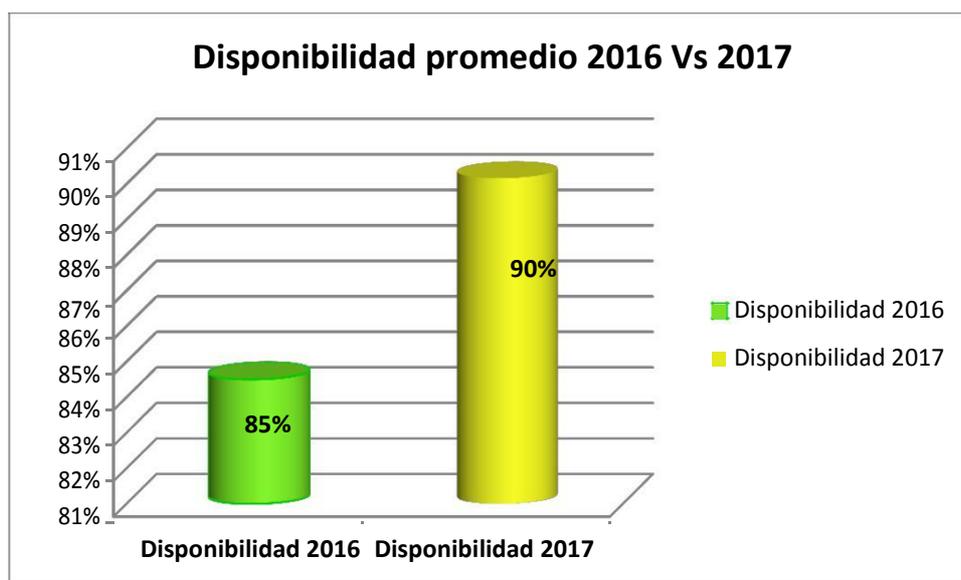
La tabla 4.1.1 muestra el cálculo de la disponibilidad en el año 2017 después de implementar la propuesta.

Tabla 4.1.2. Calculo de disponibilidad después de implementar la propuesta

Periodo	Mes	Cantidad de Equipos	Horas Calendario mes	Horas Mantto (mes)	Disponibilidad (HC-HM)/HC
2017	Ene	51	36 720	4 774	87%
	Feb	51	36 720	4 774	87%
	Mar	53	38 160	4 198	89%
	Abr	57	41 040	4 514	89%
	May	57	41 040	3 694	91%
	Jun	57	41 040	3 694	91%
	Jul	58	41 760	4 594	89%
	Ago	58	41 760	4 176	90%
	Sep	59	42 480	4 248	90%
	Oct	59	42 480	3 398	92%
	Nov	59	42 480	2 974	93%
	Dic	59	42 480	2 549	94%
Disponibilidad promedio anual 2017					90%

La figura n°. 4.3 muestra gráficamente la disponibilidad promedio de ambos periodos antes de implementar la propuesta de mejora y después de haberla implementado, obteniendo un incremento de 5% respecto del año anterior.

Figura n.º 4.3. Variación promedio de la disponibilidad

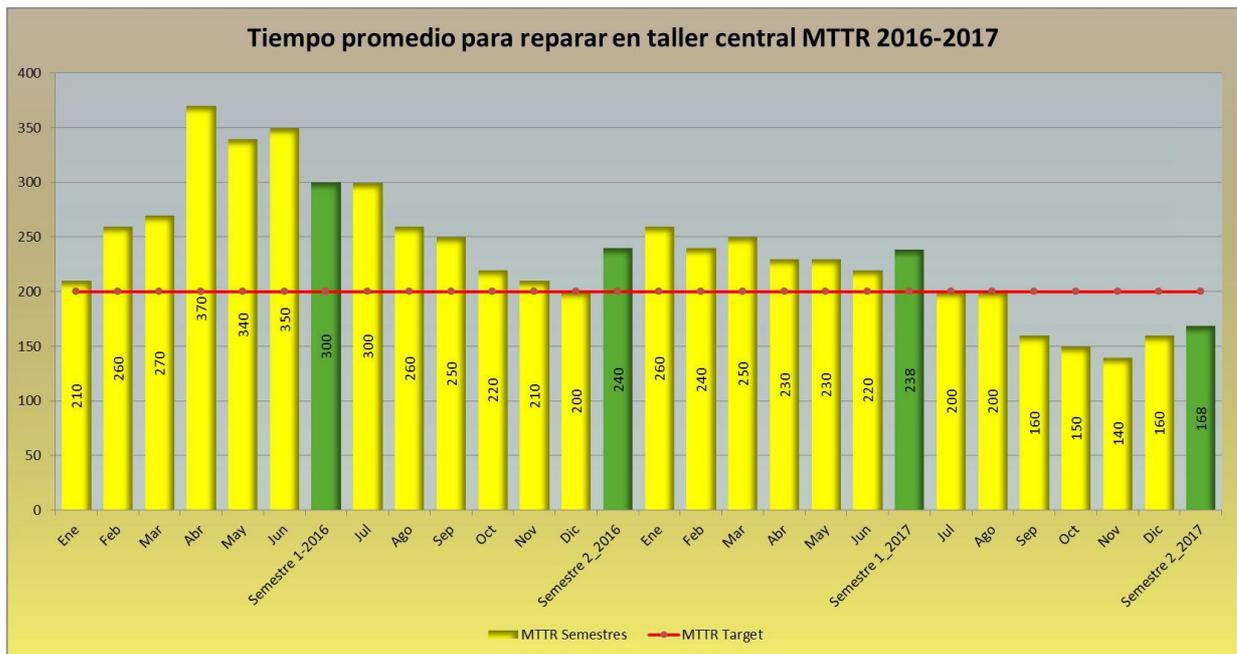


Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Reducción del tiempo promedio para reparar MTTR de taller.

El tiempo promedio para reparar MTTR de taller durante el primer semestre del año 2016 en promedio estaba en 300 horas o 30 días calendario, luego de implementarse la propuesta se obtuvieron valores en promedio por semestre de 198 horas o 20 días calendario, lo que permitió incrementar la disponibilidad operativa (ver figura n°. 4.4)

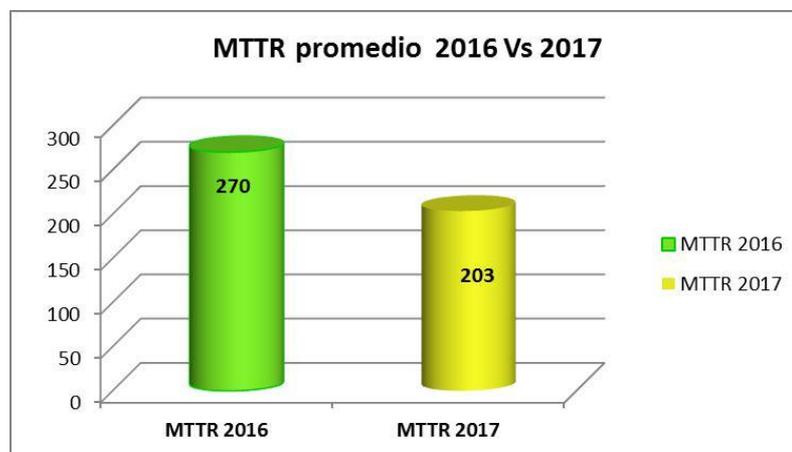
Figura n.º 4.4. MTTR 2016 Vs 2017 por semestres



Fuente: Elaboración propia

En el año eso significó una notable reducción del 25%. como lo muestra la figura n°.4.5.

Figura n.º 4.5. MTTR 2016 Vs 2017

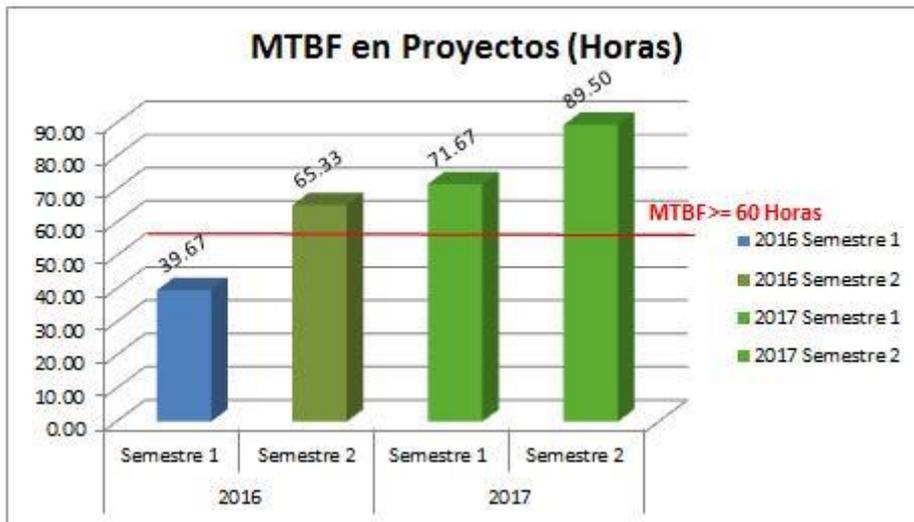


Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Incremento del Tiempo promedio entre fallas en proyectos MTBF

La figura n°. 4.6 muestra el tiempo promedio entre fallas MTBF en proyectos durante el primer semestre del año 2016 en promedio estaba en 53 horas, luego de implementarse la propuesta se obtuvieron valores en promedio por semestre de 65, 72 y 90 horas en los siguientes semestres lo que permitió incrementar la disponibilidad.

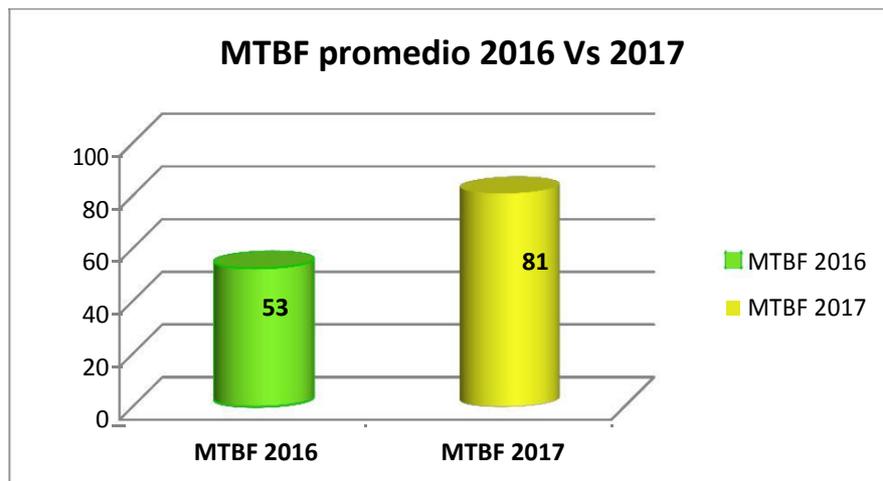
Figura n.º 4.6. Tiempo promedio entre fallas por semestres 2016_2017



Fuente: Elaboración propia

En el año eso significó un notable incremento del 53%. (ver figura n°. 4.7)

Figura n.º 4.7. Tiempo promedio entre fallas 2016 Vs 2017



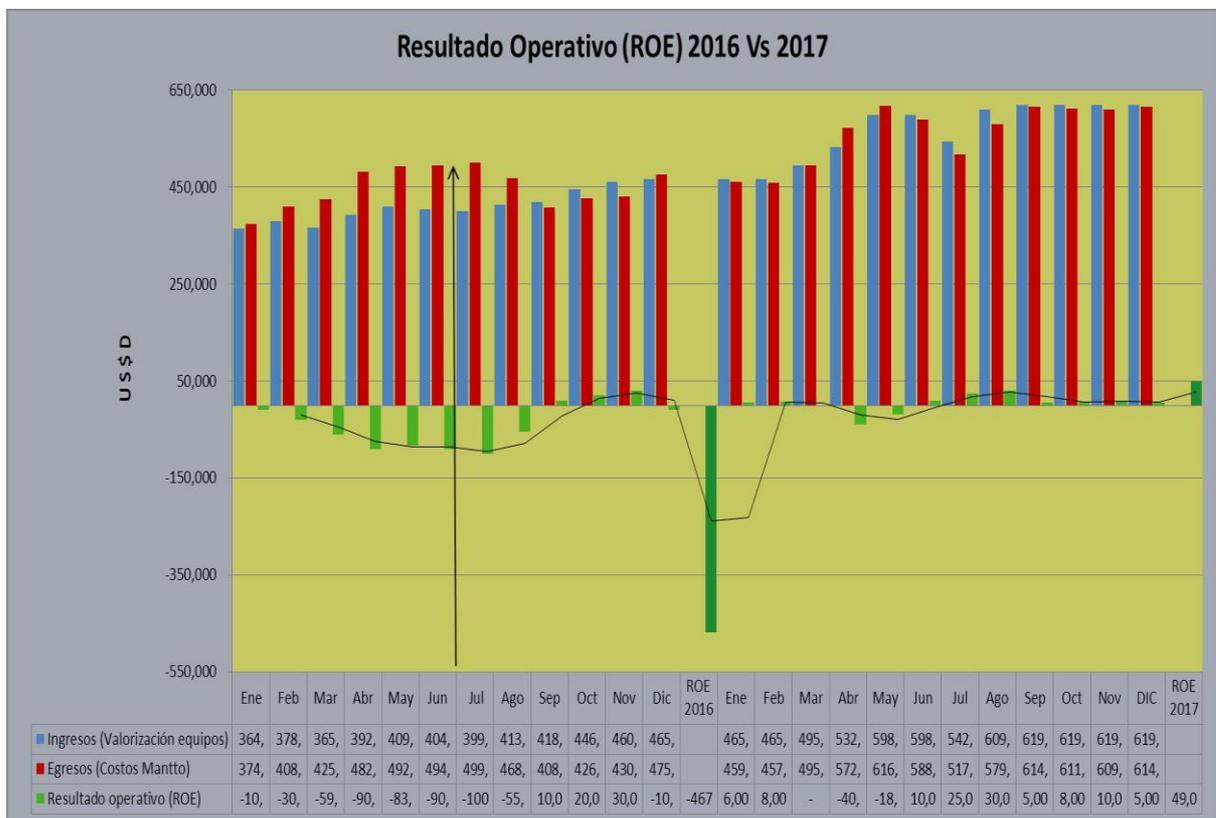
Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Reducción de costos de mantenimiento

La figura n°. 4.8 muestra el resultado operativo de equipos ROE del año 2016 como negativo pues el primer semestre fue de altos costos de mantenimiento, principalmente debido a problemas con componentes hidráulicos por fallos prematuros los cuales necesitan ser cambiados, así también debido a realizar muchas reparaciones de componentes del tren de potencia en el taller sin tomar criterios de reparación.

Luego de implementar la propuesta se lograron mejores resultados de disponibilidad con costos adecuados de mantenimiento; finalmente el año 2017 se logró un resultado operativo positivo.

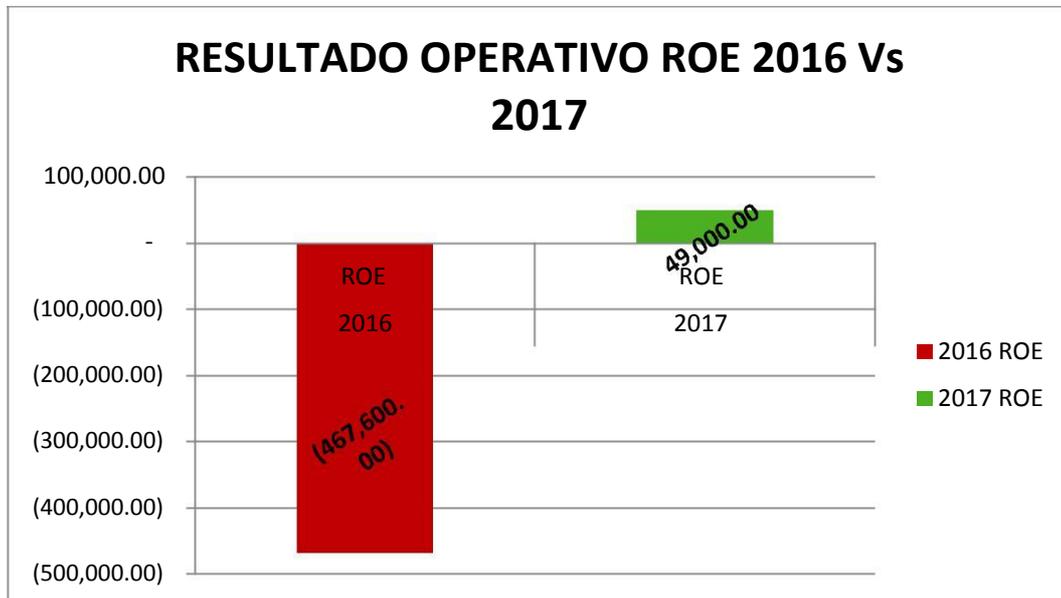
Figura n.º 4.8. Resultado operativo de equipos 2016 Vs 2017



Fuente: Elaboración propia

La figura n°. 4.9 muestra el resultado operativo de equipos anual 2016 Vs 2016 y claramente notamos como fue la gestión de mantenimiento en los dos periodos en evaluación.

Figura n.º 4.9. Resultado operativo anual



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.1.3 muestra los datos del resultado operativo obtenido el año 2016 y 2017.

Tabla 4.1.3. Resultado operativo ROE 2016-2017

	año 2016		Año 2017
Ingresos	\$4,919,225.00	Ingresos	\$6,787,431.00
Ingreso por valorización de alquiler anual	\$4,919,225.00	Ingreso por valorización de alquiler	\$6,787,431.00
Costos	\$5,380,824.00	Costos	\$6,738,431.00
Costo de mano de obra	\$255,180.00	Costo de la propuesta	\$62,400.00
Costo de reparaciones mantenimiento	\$1,754,109.00	Costo de mano de obra	\$259,739.00
Depreciación	\$2,951,535.00	Costo de reparaciones mantenimiento	\$1,923,833.40
Gastos generales	\$420,000.00	Depreciación	\$4,072,458.60
		Gastos generales	\$420,000.00
ROE	-\$461,599.00	ROE	\$49,000.00

Con la reducción del tiempo promedio para reparar (MTTR) en taller de 10 días aproximadamente se estima un incremento en la rentabilidad de US\$ D 350 000 dado que estamos ganando 10 días de producción por cada equipo reparado en el taller; Se sabe que cada año se repara en promedio 35 equipos, entonces tenemos los siguientes datos de producción:

Costo de producción diario por equipo= US\$ 1 500 (US\$ 300 el metro perforado)

Venta de producción diario por equipo = US\$ 2,500

Utilidad neta = US\$ 1 000

Rentabilidad generada por incremento de disponibilidad = $10 \times 35 \times 1000 =$ US\$ 350 000.

4.2. CONCLUSIONES

Podemos afirmar de manera categórica que luego de llevar a cabo una muestra realizando una propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de equipos en una empresa de perforación de minerales en el Perú que:

- Se logra realizar un enfoque integral a la gestión de mantenimiento estableciendo una línea base de cumplimiento de programas y sucesos conocidos como las mejores prácticas de mantenimiento que por experiencia sabemos que tienen un impacto positivo en la gestión de mantenimiento a través de sus principales indicadores.
- Se logra incrementar la disponibilidad operativa de los equipos en 5% respecto del año anterior. En el año 2016 la disponibilidad promedio fue de 85% Vs el año 2017 donde la disponibilidad promedio fue de 90%.
- Se logra una importante reducción del MTTR de taller pasando de 300 horas en el 2016 a 202 horas en el 2017 con la propuesta de mejora planteada básicamente con la planificación de recursos, mejora en el diagnóstico debido a la capacitación, pedido de partes oportuno, mejoras de tiempo por aprovisionamiento de repuestos para reparación de equipos, estandarización de trabajos estructurales: guardas y soportes cuya labor representaba el 25% de horas hombre de la reparación del equipo.
- Se logra incrementar el MTBF de los proyectos de 53 horas en promedio el 2016 a 81 horas en promedio el año 2017 básicamente con el plan de capacitación de mantenimiento básico para operadores in situ.
- Se logra controlar los costos de mantenimiento manteniéndolos planos y distribuidos contribuyendo con ello a una adecuada salud financiera a través de un manejo presupuestal de las reparaciones.
- Se estima incrementar los trabajos programados en los proyectos dado que se prevee acentuar las inspecciones y la generación de backlog con la finalidad de mejorar la confiabilidad.
- Se mejora la imagen de la compañía dado que se estableció un estándar en los equipos alineado al estándar de mineras de gran escala.
- Se estableció sinergias con el área de operaciones permitiendo realizar el mantenimiento básico de lubricación de los equipos con lo cual se incrementó notablemente el estado de los equipos pues ahora estaban siendo mantenidos en una condición adecuada.
- En general mejorando la confiabilidad y la mantenibilidad de los equipos a través de los factores que los afectan positivamente estaremos incrementando la disponibilidad de los equipos y por tanto la producción de las empresas.
- Las propuestas de mejora deben tener un seguimiento y retroalimentación con los resultados obtenidos, una vez validados y comprobados estos resultados entonces dichos planes se deben reforzar a través de la creación de hábitos y prácticas de mantenimiento para garantizar que los indicadores sean sostenibles en el tiempo.

4.3. RECOMENDACIONES

Queda claro que aún hay mucho por hacer ya que hemos abordado esta situación bastante compleja por el rápido crecimiento que se dio en la empresa; por ello a continuación se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Implementar completamente la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de los equipos en una empresa de perforación de minerales en el Perú.
- Continuar la capacitación técnica del personal de mantenimiento referida a sistemas específicos de máquina.
- Continuar el plan de capacitación en taller con personal nuevo para que conozcan el estándar de trabajo con la finalidad de ir a los proyectos y poder replicar la aplicación y uso de las mejores prácticas establecidas en el taller de mantenimiento.
- Definir e implementar el plan de mantenimiento Predictivo (MPd) e iniciar con el monitoreo de condiciones y análisis de aceite. Se sugiere hacer análisis de aceite en los sistemas de motor e hidráulico.
- Se sugiere identificar proveedores claves que puedan soportar al área con productos y servicios de calidad.
- Trabajar junto con logística el tema de la negociación de precios estándares por servicios de reparaciones en los cilindros y bombas hidráulicas por ejemplo, generar contratos marco para tener un mejor soporte sin desviación en los costos.
- Debido a la adquisición de nuevos equipos se sugiere implementar un software de gestión dado que haciendo uso solo de la herramienta excel no es posible generar reportes automáticos debido al volumen de la información que se maneja, bajo este contexto el tratamiento de la información se hace crítico debido a la sensibilidad en los datos al momento de ingresarlos y almacenarlos existiendo riesgo de tener datos modificados y en el peor de los caso de perder información vital que nos ayude a tomar decisiones correctas en la gestión de mantenimiento.

REFERENCIAS

- Conrado, M. (2016) *Marketing estratégico en Blog: La gestión por procesos no funciona*. Recupera de: <https://conradoymas.com/gestion-por-procesos/>
- Cruz, Arias y Rosales (2007). *Plan de negocio para una empresa dedicada al alquiler de equipos de perforación diamantina utilizados para la actividad minera de exploración*. (Tesis de maestría), Universidad peruana de ciencias aplicadas, Lima, Perú.
- D’Alezio, F. (2004). *Administración y dirección de la producción* (segunda edición). Naucalpan de Juárez, Mexico: Pearson Prentice Hall.
- Escuela de organización industrial. (2013) *La gestión del tiempo. Diagrama Gantt*. Recuperado de <http://www.eoi.es/blogs/ematur/2013/08/04/la-gestion-del-tiempo-diagrama-de-gantt/>.
- García S. (2003). *Organización y gestión integral del mantenimiento, manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial*. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=PUovBdLi-oMC&pg=PA3&lpg=PA3&dq=santiago+garcia+porque+es+necesario+gestionar+la+gestion+de+mantenimiento&source=bl&ots=UeCcWkrJ-t&sig=fExiomtv7T8aihKCh6-YhVGuFqU&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi9oY6a2eXcAhXMjVvKHUubVA2gQ6AEwBnoECAMQAQ#v=onepage&q=santiago%20garcia%20porque%20es%20necesario%20gestionar%20la%20gestion%20de%20mantenimiento&f=false>
- Hernandez, J. & Vizan, A. (2013). *Lean Manufacturing, concepto, técnicas e implantación*, Madrid: Creative commons. Recuperado de: <https://www.eoi.es/es/file/19633/download?token=VL6T1iHz>
- Knezevic, J. (1996) *Mantenimiento*. Recuperado de: https://datospdf.com/queue/mantenimiento-5a450607b7d7bc422ba4bed5_pdf?queue_id=-1
- Martínez, A.L. (2012). *Proponer una gestión de mantenimiento para todos los equipos de línea amarilla de una empresa que brinda servicios en alquiler de maquinaria*. (Tesis de licenciatura). Universidad peruana de ciencias aplicadas, Lima, Perú.
- Osorio, E.R. (2016). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la perforadora diamantina Superdrill H600 de la empresa Maqpower SAC*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional del centro del Perú, Huancayo Perú.
- Pistarelli, J. (2010). (8 sep 17) *Teoría de mantenibilidad*. Recuperado de: <http://pistarelli.com.ar/mantenibilidad/>
- Progressalean.com (2017). *Diagrama causa efecto, diagrama Ishikawa*. Recuperado de: <http://www.progressalean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>

- Suárez, D. (2001). *Guía Teórico – Práctico de Mantenimiento Mecánico*. Universidad del Oriente, ciudad de Bolívar, Venezuela:
- Susuki. (1995) *TPM en industrias de proceso*. Madrid: TGP Hoshin. Recuperado de:
<https://kupdf.net/queue/tpm-suzuki-libro-pdf>
- Tavares, L. (2000). *Administración Moderna del Mantenimiento*. Recuperado de:
<http://librosuniversitariospdf.blogspot.com/2017/02/administracion-moderna-de-mantenimiento.html>
- TED Ideas worth spreading. (Yves Morieux). (2014). *As work gets more complex, 6 rules to simplify* [DVD]. De
https://www.ted.com/talks/yves_morieux_as_work_gets_more_complex_6_rules_to_simplif
[y](#)
- Valdivia, G. (1993). *La gestión de mantenimiento en la universidad*. (APEMAN, Ed.)
Mantenimiento. Retrieved, 2013
- Ventura, M. (2015) *Gestión moderna del mantenimiento de equipo pesado*. Ciencia y desarrollo. Universidad Alas Peruanas. Recuperado de:
<http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/article/view/1087/1065>
- Villegas, A. (2016) *Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento para la optimización del desempeño de la empresa MANFER S.R.L. contratistas generales*. (Tesis de licenciatura). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.

ANEXOS

Anexo n°. 1 Listado detallado de los equipos.

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	OPERACIÓN	MARCA	MODELO	AÑO DE FABRICACION
1	AD30-01	PERFORADORA	INTERIOR MINA	AUDRILL	AD30H	2004
2	DE130-01	PERFORADORA	INTERIOR MINA	SANDVIK	DE130	2004
3	DE130-02	PERFORADORA	INTERIOR MINA	SANDVIK	DE130	2004
4	DE140-01	PERFORADORA	INTERIOR MINA	SANDVIK	DE140	2008
5	DE140-02	PERFORADORA	INTERIOR MINA	SANDVIK	DE140	2008
6	DE140-03	PERFORADORA	INTERIOR MINA	SANDVIK	DE140	2008
7	DE140-04	PERFORADORA	INTERIOR MINA	SANDVIK	DE140	2008
8	DE140-06	PERFORADORA	INTERIOR MINA	SANDVIK	DE140	2010
9	DE140-07	PERFORADORA	INTERIOR MINA	SANDVIK	DE140	2013
10	DE140-08	PERFORADORA	INTERIOR MINA	SANDVIK	DE140	2008
11	DE140D-02	PERFORADORA	SUPERFICIE	SANDVIK	DE140D	2008
12	DE140D-03	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	SANDVIK	DE140D	2008
13	DE710-01	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	SANDVIK	DE710	2008
14	DE710-02	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	SANDVIK	DE710	2008
15	DE710-03	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	SANDVIK	DE710	2010
16	DE710-04	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	SANDVIK	DE710	2010
17	DE710-05	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	SANDVIK	DE710	2010
18	DE710-06	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	SANDVIK	DE710	2011
19	DE710-07	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	SANDVIK	DE710	2011
20	DE710-08	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	SANDVIK	DE710	2012
21	DE710-09	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	SANDVIK	DE710	2012
22	DE710-10	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	SANDVIK	DE710	2012
23	DE710-11	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	SANDVIK	DE710	2012
24	DE740-01	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	SANDVIK	DE740	2010
25	EXPLL-01	PERFORADORA	INTERIOR MINA	INGETROL	EXPLORER PLUS	2009
26	H400D-01	PERFORADORA	SUPERFICIE	TECDRILL	H-400 DIESEL	2010
27	LF90D-01	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	BOART LONGYEAR	LF90D	2011
28	LF90D-02	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	BOART LONG YEAR	LF90D	2011
29	LM75-01	PERFORADORA	INTERIOR MINA	BOART LONGYEAR	LM75	2010
30	LM75-02	PERFORADORA	INTERIOR MINA	BOART LONGYEAR	LM75	2007
31	LM75-03	PERFORADORA	INTERIOR MINA	BOART LONGYEAR	LM75	2007
32	LM75-04	PERFORADORA	INTERIOR MINA	BOART LONGYEAR	LM75	2007
33	LM75-05	PERFORADORA	INTERIOR MINA	BOART LONGYEAR	LM75	2007
34	LM75-06	PERFORADORA	INTERIOR MINA	BOART LONGYEAR	LM75	2007
35	LM75-07	PERFORADORA	INTERIOR MINA	BOART LONGYEAR	LM75	2011
36	LM75-08	PERFORADORA	INTERIOR MINA	BOART LONGYEAR	LM75	2011
37	LY38-02	PERFORADORA	SUPERFICIE	BOART LONGYEAR	LONG YEAR 38	1996
38	MCOR600-01	PERFORADORA PORTATIL	SUPERFICIE	USINAGE MARCOTTE	MANCORE 600	2016
39	MEATER-01	PERFORADORA	INTERIOR MINA	BOART LONGYEAR	METRE EATER	2001
40	MEATER-02	PERFORADORA	INTERIOR MINA	BOART LONGYEAR	METRE EATER	2003
41	MEATER-05	PERFORADORA	INTERIOR MINA	BOART LONGYEAR	METRE EATER	2014
42	MEATER-06	PERFORADORA	INTERIOR MINA	BOART LONGYEAR	METRE EATER	2015
43	DRILLCAT-01	PERFORADORA SOBRE MINICARGADOR	INTERIOR MINA	TECDRILL	H200MC	2016
44	DRILLCAT-02	PERFORADORA SOBRE MINICARGADOR	INTERIOR MINA	TECDRILL	H200MC	2016
45	DRILLCAT-03	PERFORADORA SOBRE MINICARGADOR	INTERIOR MINA	TECDRILL	H200MC	2016
46	DRILLCAT-04	PERFORADORA SOBRE MINICARGADOR	INTERIOR MINA	TECDRILL	H200MC	2016
47	SANJ-01	PERFORADORA	INTERIOR MINA	INGETROL	SANDY JR 20E	---
48	T130XD-01	PERFORADORA SOBRE CAMION	SUPERFICIE	SCRHAMM	T130XD	2012
49	T685-01	PERFORADORA SOBRE CAMION	SUPERFICIE	SCRHAMM	T685WS - ROTADRILL	2013
50	T685-02	PERFORADORA SOBRE CAMION	SUPERFICIE	SCRHAMM	T685WS - ROTADRILL	2013
51	VSD-01	PERFORADORA	INTERIOR MINA	VERSADRILL	EIDER 1100U	2011
52	VSD-02	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	VERSADRILL	KMN 1.4U	2014
53	VSD-03	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	VERSADRILL	KMN 1.4U	2014
54	DE710-01A	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	SANDVIK	DE710	2013
55	DE710-02A	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	SANDVIK	DE710	2012
56	H400-01A	PERFORADORA	INTERIOR MINA	TECDRILL	H400 ELECTRICA	2015
57	H400-03A	PERFORADORA	INTERIOR MINA	SUPERDRILL	H400E	2016
58	LF90D-01A	PERFORADORA SOBRE ORUGAS	SUPERFICIE	BOART LONG YEAR	LF90D	2007
59	DRILLCAT-01A	PERFORADORA SOBRE MINICARGADOR	INTERIOR MINA	TECDRILL	H200 - BOBCAT	2016
60	DRILLCAT-02A	PERFORADORA SOBRE MINICARGADOR	INTERIOR MINA	TECDRILL	H200 - BOBCAT	2016

Anexo n°. 2 Características técnicas de los equipos.

PERFORADORA BOART LONGYEAR LF 90D (Perforación en Superficie)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

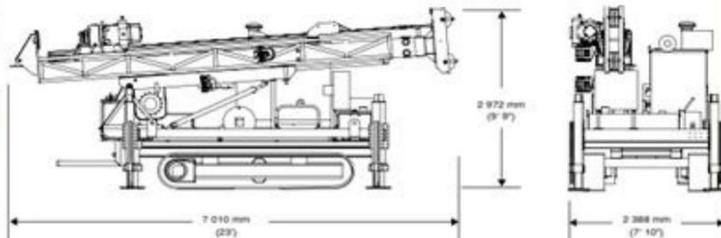
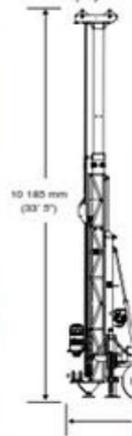
CAPACIDAD DE PERFORACIÓN*	
PQ	476 m (1562 ft)
HQ	722 m (2370 ft)
NQ	1064 m (3492 ft)
BQ	1385 m (4543 ft)

*Las capacidades están basadas en perforaciones con ángulos de -90° y están sujetas a las condiciones de terreno.

UNIDAD DE POTENCIA	
Motor	Diésel 220 hp (153 Kw)
Rotación	2200 rpm

PESOS	
Unidad de Perforación	8392 Kg (18 501 lb)
Orugas	1700 Kg (3748 lb)

DIMENSIONES		
Altura	2,97 m	9' 9"
Longitud Mastil	9,1 m	30' 9"
Ancho	2,38 m	7' 10"



PERFORADORA SANDVIK DE710

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CAPACIDAD DE PERFORACIÓN*	
PQ	300 m
HQ	680 m
NQ	1000 m
BQ	1300 m

*Las capacidades están basadas en perforaciones con ángulos de -90° y están sujetas a las condiciones de terreno.

UNIDAD DE POTENCIA	
Motor	Diésel 180 hp (134 Kw)
Rotación	2200 rpm

PESOS	
Unidad de Perforación	7200 Kg (15 875 lb)
Orugas	1700 Kg (3748 lb)

DIMENSIONES		
Altura (A)	2,25 m	7' 2"
Longitud Mas. (B)	9,1 m	30' 2"
Ancho	2,2 m	7' 2"



PERFORADORA SANDVIK DE 740 (Perforación en Superficie)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

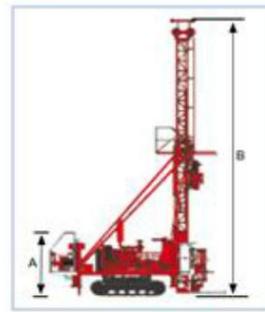
CAPACIDAD DE PERFORACIÓN*	
PQ	831m (2726 ft)
HQ	1230m (4034 ft)
NQ	1837m (6025 ft)
BQ	2350m (7708 ft)

*Las capacidades están basadas en perforaciones con ángulos de -30° y están sujetas a las condiciones de terreno.

UNIDAD DE POTENCIA	
Motor	Diésel 260 hp (194 Kw)
Rotación	2200 rpm

PESOS	
Unidad de Perforación	12 200 Kg (26 900 lb)
Orugas	6100 kg (13450)

DIMENSIONES	
Altura	3,8 m 12' 6"
Longitud	9,3 m 30' 6"
Ancho	2,5 m 8' 2"



PERFORADORA AUTOTRANSPORTABLE – DRILLCAT (Perforación en Subterráneo)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CAPACIDAD DE PERFORACIÓN*	
HQ	200 m
NQ	400 m
BQ	650 m

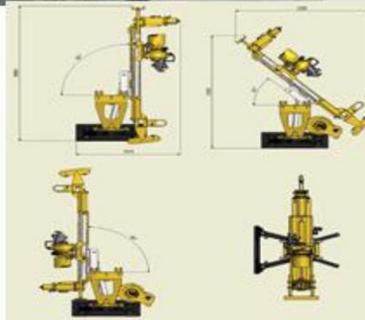
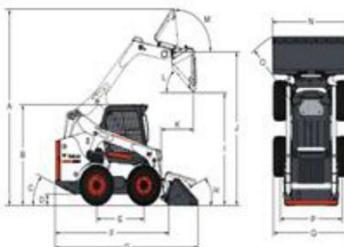
*Las capacidades están basadas en perforaciones con ángulos de -30° y están sujetas a las condiciones de terreno.

UNIDAD DE POTENCIA	
Motor	75 hp (55 Kw)
Rotación	1800 RPM @ 60 Hz

PESOS GENERALES	
Unidad de Perforación	1100 Kg
Panel de Control	148 Kg
Unidad de Potencia (Peso Seco)	1350 Kg

DIMENSIONES DE BASTIDOR	
Largo	2,97 m
Ancho	1,53 m
Alto	1,92 m

TRANSPORTE	
Autopropulsión	Bobcat S650
Capacidad de levante	2,564 Kg
Velocidad de traslado	19,8 Km/h
Peso	3,777 Kg



PERFORADORA SANDVIK DE 150 (Perforación en Subterráneo)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

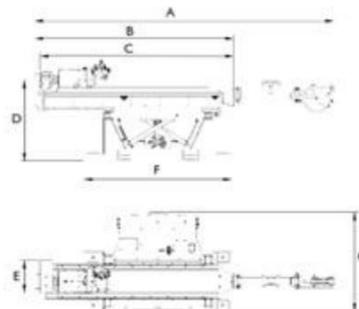
CAPACIDAD DE PERFORACIÓN*	
HQ	1200 m
NQ	1800 m
BQ	2200 m

*Las capacidades están basadas en perforaciones con ángulos de -90° y están sujetas a las condiciones de terreno.

UNIDAD DE POTENCIA	
Motor	Eléctrico 150 hp (110 Kw)
Rotación	1780 RPM @ 60 Hz

PESOS	
Unidad de Perforación	3400 Kg
Unidad de Potencia (Peso Seco)	1400 Kg

DIMENSIONES					
A	5 070 mm	200"	F	2 500 mm	98"
B	3375 mm	133"	G	1695 mm	67"
C	3285 mm	129"			
D	1385 mm	55"			
E	550 mm	22"			



PERFORADORA BOART LONGYEAR LM75 (Perforación en Subterráneo)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

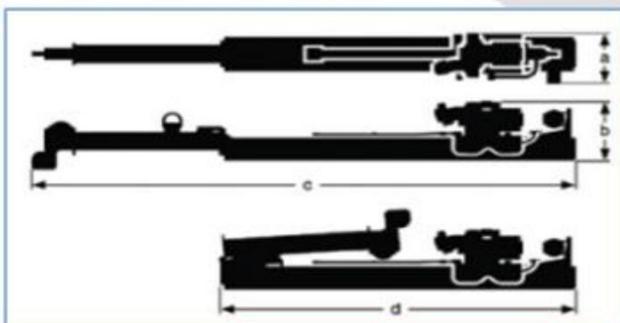
CAPACIDAD DE PERFORACIÓN*	
HQ	345 m
NQ	700 m
BQ	1000 m

*Las capacidades están basadas en perforaciones con ángulos de -90° y están sujetas a las condiciones de terreno.

UNIDAD DE POTENCIA	
Motor	Eléctrico 144 hp (108 Kw)
Rotación	1780 RPM @ 60 Hz

PESOS	
Unidad de Perforación	1837 Kg
Unidad de Potencia (Peso Seco)	1480 Kg

DIMENSIONES			
A	698 mm	27.50"	
B	801 mm	31.50"	
C	4276 mm	168.25"	
D	8071 mm	121.00"	



PERFORADORA SANDVIK DE140

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CAPACIDAD DE PERFORACIÓN*

HQ	600 m
NQ	1000 m
BQ	1200 m

*Las capacidades están basadas en perforaciones con ángulos de -30° y están sujetas a las condiciones de terreno.

UNIDAD DE POTENCIA

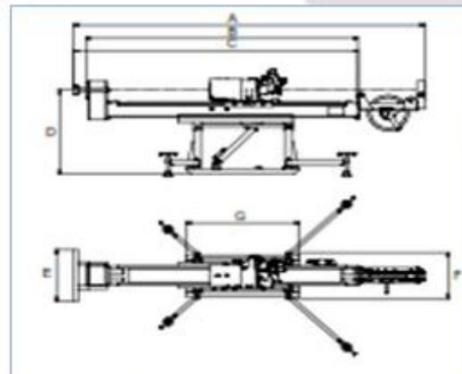
Motor	Eléctrico 140 hp (104 Kw)
Rotación	1780 RPM @ 60 Hz

PESOS

Unidad de Perforación	1450 Kg
Unidad de Potencia (Peso Seco)	1250 Kg

DIMENSIONES

A	4465 mm	176"	F	1240 mm	49"
B	3390 mm	133"	G	880 mm	35"
C	3250 mm	128"			
D	1140 mm	45"			
E	650 mm	26"			



PERFORADORA SANDVIK DE130

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CAPACIDAD DE PERFORACIÓN*

NQ	400 m
BQ	600 m

*Las capacidades están basadas en perforaciones con ángulos de -30° y están sujetas a las condiciones de terreno.

UNIDAD DE POTENCIA

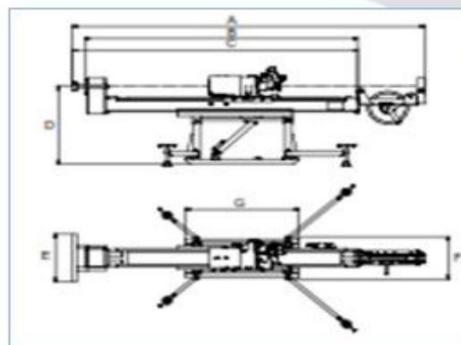
Motor	75 hp (55 Kw)
Rotación	1780 RPM @ 60 Hz

PESOS

Unidad de Perforación	1110 Kg
Unidad de Potencia (Peso Seco)	930 Kg

DIMENSIONES

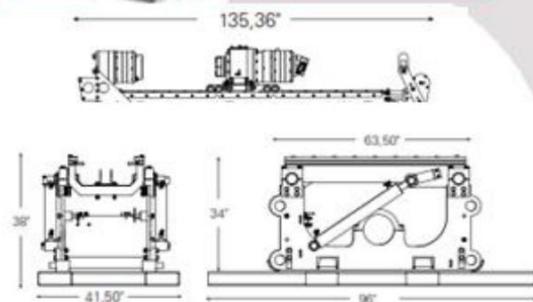
A	4065	160"	F	510	20"
B	2980	118"	G	1255	49"
C	3065	121"			
D	1020	41"			
E	650	26"			



PERFORADORA VERSADRILL KmB 1.4

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

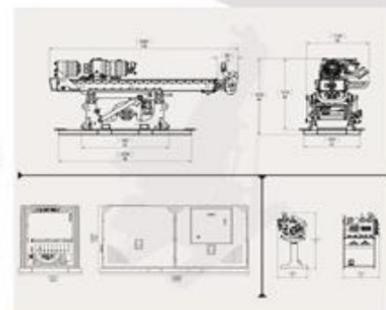
CAPACIDAD DE PERFORACIÓN*		
HQ	700 m	
NQ	1000 m	
BQ	1300 m	
<small>*Las capacidades están basadas en perforaciones con ángulos de -90° y están sujetas a las condiciones de terreno.</small>		
UNIDAD DE POTENCIA		
Motor	Eléctrico 125 hp (93 Kw)	
Rotación	1780 RPM @ 60 Hz	
PESOS		
Unidad de Perforación	1600 Kg	
Unidad de Potencia (Peso Seco)	1500 Kg	
DIMENSIONES		
Altura	3,42 m	135.36"
Longitud	2.40 m	96"
Ancho	1.05 m	41.5"



PERFORADORA VERSADRILL KmN 1.4 (Perforación en Superficie)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CAPACIDAD DE PERFORACIÓN*		
PQ	500 m	
HQ	800 m	
NQ	1400 m	
BQ	1900 m	
<small>*Las capacidades están basadas en perforaciones con ángulos de -90° y están sujetas a las condiciones de terreno.</small>		
UNIDAD DE POTENCIA		
Motor	Diesel	
Rotación	1780 RPM @ 60 Hz	
PESOS		
Unidad de Perforación	1600 Kg	
Unidad de Potencia (Peso Seco)	1500 Kg	
DIMENSIONES		
Altura	3,46 m	136"
Longitud	2.40 m	96"
Ancho	1.15 m	45"



PERFORADORA AUDRILLAD30H (Perforación en Subterráneo)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CAPACIDAD DE PERFORACIÓN*

NQ	200 m
BQ	300 m

*Las capacidades están basadas en perforaciones con ángulos de -90° y están sujetas a las condiciones de terreno.

UNIDAD DE POTENCIA

Motor	55 Kw
Rotación	1800 RPM

PESOS

Unidad de Perforación	1100Kg
Unidad de Potencia (Peso Seco)	1000 Kg

DIMENSIONES BASTIDOR

Largo	2.20 m	86,61 "
Ancho	1.50 m	59,05 "
Alto	0.80 m	31,49 "



PERFORADORA TECDRILL H-200 (Perforación en Subterráneo)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CAPACIDAD DE PERFORACIÓN*

HQ	200 m
NQ	400 m
BQ	650 m

*Las capacidades están basadas en perforaciones con ángulos de -90° y están sujetas a las condiciones de terreno.

UNIDAD DE POTENCIA

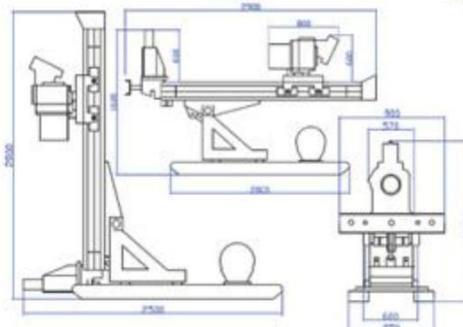
Motor	75 hp (55 Kw)
Rotación	1780 RPM @ 60 Hz

PESOS

Unidad de Perforación	1300 Kg
Unidad de Potencia (Peso Seco)	1100 Kg

DIMENSIONES

Largo	2,80 m	110,23 "
Ancho	0,90 m	34,43 "
Alto	1,60 m	62,99 "



PERFORADORA BOART LONGYEAR METRE EATER (Perforación en Subterráneo)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CAPACIDAD DE PERFORACIÓN*	
Vertical en BQ	120.0
Horizontal	170.0
*Las capacidades están basadas en perforaciones con ángulos de -90° y están sujetas a las condiciones de terreno.	
UNIDAD DE POTENCIA	
Motor	37 KW
Rotación	1780 RPM @ 60 Hz

PESOS	
Unidad de Potencia (Peso Seco)	600 Kg
Unid. Perforación (Con Winche y Bomba de Lodos)	1000 Kg.

DIMENSIONES			
	Largo(m)	Ancho(m)	Alto(m)
Unid. de Potencia	1.57	1.26	1.1
Unid. de Perforación	1.8	0.5	0.5
Panel de Control	0.68	0.45	1.22
Bomba de Lodos	0.8	0.45	0.76



PERFORADORA SCHRAMM T685

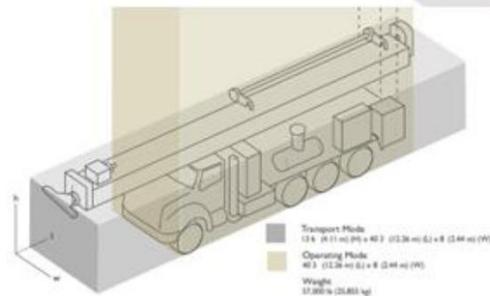
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CAPACIDAD DE PERFORACIÓN* CIRCULACION REVERSA	
4.1/2"	500 m (1640 ft)
4"	650 m (2133 ft)
*Las capacidades están basadas en perforaciones con ángulos de -90° y están sujetas a las condiciones de terreno.	

CARACTERÍSTICAS	
Motor en Plataforma	760 BHP (567 kw) @ 1800 rpm
Compresor	1150 SCFM @ 500 PSIG O 1350 SCFM @ 350 PSIG
Torque Máximo Cabezal	17 083 N-mt (12.565 ft-lbs)
Capacidad de Izado	94 000 lbs (428 kN)
Apertura de Meza	22 Pulgadas

PESOS	
Unidad Completa	25 855 Kg (57000 lb)

	DIMENSIONES	
	TRANSPORTE	OPERACIONES
Altura (h)	4.11 m	12.46* m
Longitud	12.46 m	12 m
Mas. (L)		
Ancho (w)	2,24 m	3.60 m



PERFORADORA SCHRAMM T130

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CAPACIDAD DE PERFORACIÓN* CIRCULACION REVERSA

27"	300 m (984 ft)
-----	----------------

*Las capacidades están basadas en perforaciones con ángulos de -90° y están sujetas a las condiciones de terreno.

CARACTERÍSTICAS

Motor en Plataforma	760 BHP (567 kw) @ 1800 rpm
Compresor	1150 SCFM @ 500 PSIG O 1350 SCFM @ 350 PSIG
Torque Máximo Cabezal	130,666 in-lb (14,762 N-m) / 132 rpm
Capacidad de Izado	130 000 lbs (578 kN)
Apertura de Meza	28 Pulgadas

PESOS

Unidad Completa	49 000Kg
-----------------	----------

DIMENSIONES

	TRASPORTE	OPERACIONES
Altura (h)	4.11 m	12.46* m
Longitud	13 m	12 m
Más. (L)		
Ancho (w)	2,6 m	3.60 m



PERFORADORA BOART LONG YEAR LF230

(Perforación en Superficie)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CAPACIDAD DE PERFORACIÓN*

PQ	1043m (3421 ft)
HQ	1578m (5177 ft)
NQ	2326m (7631 ft)
BQ	3806m (12486 ft)

*Las capacidades están basadas en perforaciones con ángulos de -90° y están sujetas a las condiciones de terreno.

UNIDAD DE POTENCIA

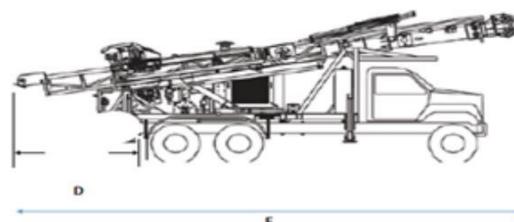
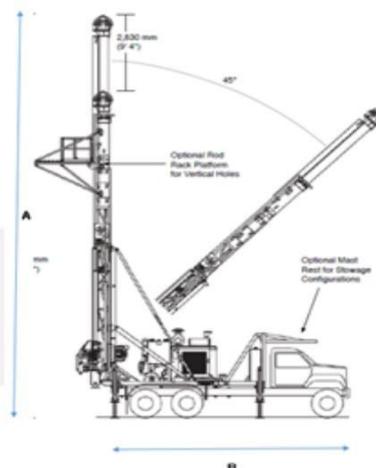
Motor	Diésel 275 hp (205 Kw)
Rotación	2200 rpm

PESOS

Unidad de Perforación	13607 Kg (30000lb)
Camión 6X6	28122 kg (92263 lb)

DIMENSIONES

Altura A	14.2 m	46' 6"
Longitud B	8,7 m	28' 6"
Ancho C	8,7 m	28' 6"
D	2.5	8' 2"
E	11.2m	36' 8"
F	4.11m.	13' 6"



Anexo n°. 3. Matriz de relación (Problemas con Indicadores MTTR, MTBF y costos)

Matriz de Relación					FACTORES A EVALUAR						
Diagrama de Ishikawa											
Esta causa esta mermando alguno de los indicadores propuestos como factores criticos de evaluación?											
RAMA	SUB AREA	SUB PROCESO	Item	QUE (CAUSAS RAICES)	CONTRIBUCION		COSTOS				
KPI	Presupuesto		P1	Los registros de presupuesto actuales no se realizan	0	0	1	1	0.9%		
		Registros	Actual	P2	Registros kpi actuales con poca credibilidad y algunos casos sin información	1	1	1	3	2.6%	
	Historico		P3	Registros kpi historicos no existen o no se han recogido de la operación.	1	1	1	3	2.6%		
COSTOS	Planificación	Necesidades	Analisis	P4	Existen muchos despachos de materiales a los proyectos.	0	0	1	1	0.9%	
			Planificación	P5	Falta planificación del próximo año, necesidades y objetivos	0	0	1	1	0.9%	
			Identificación	P6	Falta identificar facilidades en el taller de reparaciones	1	0	0	1	0.9%	
				P7	Falta identificar proveedores confiables y estrategicos.	0	1	0	1	0.9%	
				P8	Falta establecer repuestos criticos y rptos minimos necesarios.	1	1	1	3	2.6%	
				P9	Falta cuantificar las necesidades del taller y de proyectos.	1	0	0	1	0.9%	
	Proveedores	Servicio	P10	Sin apoyo técnico,falta de información técnica	1	1	1	3	2.6%		
		Procesos	P11	Deficientes en los tiempos de entrega de partes mecanizadas.	1	0	1	3	2.6%		
		Soporte	P12	No tienen respaldo critico de partes.	1	0	0	1	0.9%		
	Gastos elevados	Suministros	P13	Proveedores con entrega de producto mala calidad	1	1	1	3	2.6%		
		Plan de Trabajo	P14	Costos por encima del presupuesto.	0	0	1	1	0.9%		
		Planificación	P15	Cambio de componentes sin control.	1	0	1	2	1.7%		
PERSONAL	Lineamientos	Rol y responsabilidades	Control	P16	Recursos HH mal distribuidos.	1	1	1	3	2.6%	
			Comunicación	P17	Mala Comunicación (cuello de botella)	1	1	1	3	2.6%	
			Planificación	P18	Exceso de trabajo en talleres y por emergencias en proyectos.	1	1	1	3	2.6%	
			Capacitación	P19	Desconocimiento, falta de nivel técnico	1	1	1	3	2.6%	
			Liderazgo	P20	No esta definido el rol de Liderazgo y personal	1	1	1	3	2.6%	
			Compromiso	P21	Falta de compromiso del personal por falta de incentivos	1	1	1	3	2.6%	
	PROCESOS	Procesos	Planificación		P22	Procesos mal definidos, confusión de roles	1	1	1	3	2.6%
					P23	Deficientes en los tiempos de entrega de partes mecanizadas.	0	0	1	1	0.9%
					P24	Falta de planificación, no se cuantifica en una orden de trabajo	1	0	1	2	1.7%
					P25	Mejorar las plantillas de registro de fallas en los proyectos RDE	1	1	1	3	2.6%
Procedimientos		Programas		P26	Ejecución ineficiente y no se garantiza en los proyectos.	1	1	1	3	2.6%	
				P27	No se reparan componentes en taller y mal realizados (calidad)	1	1	1	3	2.6%	
				P28	Programas de mantenimiento mal definidos	1	1	1	3	2.6%	
				P29	Planes de mantenimiento en obra no son planificados	1	1	1	3	2.6%	
	Instructivos		P30	No hay instructivos de inspecciones de mantenimiento en obra.	1	1	1	3	2.6%		
			P31	Falta de mantenimiento correctivo planificado (Backlogs) en obra.	1	1	1	3	2.6%		
			P32	Falta de flujograma de procesos en taller y en obra(Proyecto).	1	1	1	3	2.6%		
			P33	Falta implementar de las mejores practicas de manto.	1	1	1	3	2.6%		
OPERACIONES	Maquinaria	Condición		P34	Condiciones operacionales, que generan baja producción y riesgos de seguridad	0	0	0	0	0.0%	
				P35	Los equipos no cumplen los requerimientos de operación	0	0	0	3	2.6%	
				P36	Modificaciones sin Ingeniería	1	1	1	3	2.6%	
		Procedimientos		P37	Falta de procedimiento de estándar en seguridad de equipos.	0	0	0	0	0.0%	
				P38	Falta de anclaje de las maquinas y falta guías	1	1	1	3	2.6%	
				P39	Operadores acostumbrados a tener problemas no reportan.	1	1	1	3	2.6%	
				P40	Mal Estado del equipo en proyecto por falta de Mantenimiento	1	1	1	3	2.6%	
	Ejecución de Manto	Taller	P41	Mala reparación en taller	1	1	1	3	2.6%		
	Estandarización de Equipos		P42	Falta de estandarización, sin guardas y otros elementos de seguridad.	1	1	1	3	2.6%		
	Personal		P43	Resistencia al cambio de personal de manto y de operaciones.	0	1	0	1	0.9%		
			P44	Falta de conocimiento en operación de los equipos	0	0	1	1	0.9%		
LOGISTICA	Compras	Negociación		P45	Falta de mantenimiento básico por parte de operarios	1	1	1	3	2.6%	
				P46	No se negocia precios	0	0	1	1	0.9%	
				P47	No hay contacto con fabricantes	0	0	0	0	0.0%	
		Identificación de Nec.		P48	No se define compras correctamente	0	0	1	1	0.9%	
			Rptos dañados	P49	Repuestos usados en proyecto sin despacho para análisis	0	0	1	1	0.9%	
			Rptos nuevos	P50	Repuestos reparados en taller sin control	1	0	1	2	1.7%	
	Almacen	Procesos	Codificación	P51	rptos mal codificados y mal definidos en el sistema (duplicidad)	1	0	0	1	0.9%	
			Codificación	P52	Mala codificación (Importante), no ayuda al análisis.	1	0	0	1	0.9%	
			Control	P53	No se tiene stock real del inventario por falta de codificación.	1	0	0	1	0.9%	
Almacenamiento	P54	Componentes mal almacenados y sin definir su condición de operativo.	1	0	1	2	1.7%				
Inventario	P55	Inventarios excesivos	0	0	1	1	0.9%				
TOTAL					115						

Fuente: Elaboración propia

DESARROLLO DEL TRABAJO							
Ítem	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	Encargado	HH				V°B°
			M	S	E	P	
Item	GENERALES						
	Lavado del Equipo	Alex Turpo	3				
	Inspección general del equipo , arranque verificación de fugas , revisión de estructuras	Claudio Espinoza	2				
	Pintura	Angel Figueroa				40	
	Instalación de autoadhesivos	Angel Figueroa				5	
	Testeo del tren de bombas.	Centauro	4				
	Probar sistema electrico: luces, alarmas , paradas emergencia, pertiga, circulina	Sergio Quispe	1				
	MOTOR DE COMBUSTIÓN						
	Revisar radiador exteriormente.	Alex Turpo	1				
	Verificar el manto preventivo	Alex Turpo	1				
	Verificar fugas de reten de cigüeñal , multiples de escape y otros.	Alex Turpo	1				
	Inspeccionar turbo y bomba de inyección. Sin fugas.	Alex Turpo	1				
	Revisar rodamiento de ventilador	Alex Turpo	1				
	Revisar/Cambio de correa de ventilador	Alex Turpo	1				
	Verificar el Mantenimiento motor de arranque y alternador	Alex Turpo	1		4		
	Revisar indicadores de saturación de filtros de aire	Alex Turpo	1				
	Instalación de filtro racor.	Alex Turpo	3				
	Corregir sonido anormal del motor , humo blanco	Juan Taza	6				
	SISTEMA HIDRAULICO						
	Revisar indicador de saturación de hidráulico	Claudio Espinoza	1				
	Revisar fugas de aceite	Claudio Espinoza	2				
	Revisar mangueras hidráulicas, cambiar si es necesario	Claudio Espinoza	2				
	Revisar enfriador hidráulico	Centauro	1				
	Realizar analisis de aceite hidraulico y si es necesario cambiar.	Centauro	1				
	Revisar el ultimo manto.	Claudio Espinoza	2				
	Revisar/ Instalar el sistema de control de temperatura de ceite hidraulico.	Sergio Quispe			5		
	CONTROL PANEL Y CABINA						
	Revisión de funcionamiento instrumental	Claudio Espinoza	2				
	Reparación de pisadera de panel de control	Richard Tuesta		5			
	Instalar estructura de del techo del control panel principal mas plataforma	Richard Tuesta		10			
	Rotulado de panel de control	Grover	2	0			
	Instalar tablero de control de iluminación de panel	Sergio Quispe		10	3		
	Corregir excesivo juego de palancas de mando principal	Centauro	3				
	Cambiar manometro principal y de agua.	Centauro					
	WIRELINE/MAIN HOIST						
	Revisar cable principal de izaje.	Claudio Espinoza	2				
	Reparación de guardas de winche principal izaje	Richard Tuesta	0	3			
	Revisar Coupling de wireline y de cable principal.	Claudio Espinoza	2				
	Lubricar ordenador, cadena	Claudio Espinoza	3				
	Verificar chumaceras y fitting de engrase	Claudio Espinoza	2				
	Instalar ordenador de winche wireline	Claudio Espinoza	20	10			
	Instalar perno de fijación de ángulos de ordenador de wireline	Claudio Espinoza	2				
	Revisar coupling	Claudio Espinoza	2				
	Lubricante, llenar aceite	Claudio Espinoza	1				
	Reparar tensor guia de cable de izaje	Centauro	4				
	UNIDAD DE ROTACIÓN						
	Se Reparo cabezal de rotación	Centauro	8				
	Cambiar retenes y pistas en el eje husillo.(pasa agua al aceite)	Centauro	2	0	0	0	
	Se debe despiezar la caja funk y revisar los rodamientos ,cambiar si es necesario)	Centauro	10	0	0	0	
	Cambiar labrinth seal chuck nitro 3543481	Centauro	2	0	0	0	
	Cambiar blowl PQ chuck nitro 3543515	Centauro	2	0	0	0	
	Revisar/Cambiar gas spring, nitrogen PQ chuck 3543497	Centauro	3				
	Implementar guardas de unidad de rotacion	GRC		3			
	Revisar/ Cambiar baquelitas de la unidad de rotacion.	Centauro	2	0	0	0	
	Cambio de respirador	Claudio Espinoza	2				
	Revisar/ Cambio de baquelitas de la cuna de unidad de rotacion	Centauro	5	0	0	0	

Anexo n°. 6. Acta de conformidad-entrega

Acta de Entrega Equipos de Perforación

Lima, taller de mantenimiento

Con fecha 05 de Junio del 2017 se hace entrega de la perforadora diamantina con código interno DE710-03A en taller de mantenimiento al Sr. Daniel Gutierrez, siendo este previamente inspeccionado visualmente y probado en su funcionamiento completo, equipamiento y accesorios de seguridad según requerimiento del proyecto.

El “mecánico a cargo” de la reparación fue el Sr: _Claudio Espinoza_ quien recibió todas las observaciones hechas por la supervisión y comprobó que estas fueran realizadas como se indicó anteriormente.

La perforadora DE710-03A es entregada en óptimo estado de operación y que se encuentra en condiciones de ser destinada a proyecto Shalypayco.

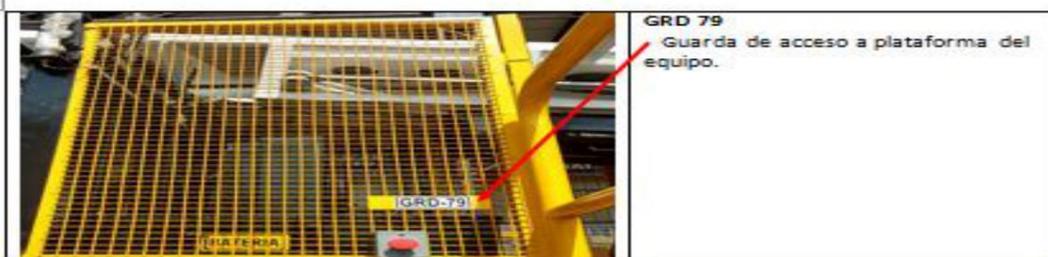
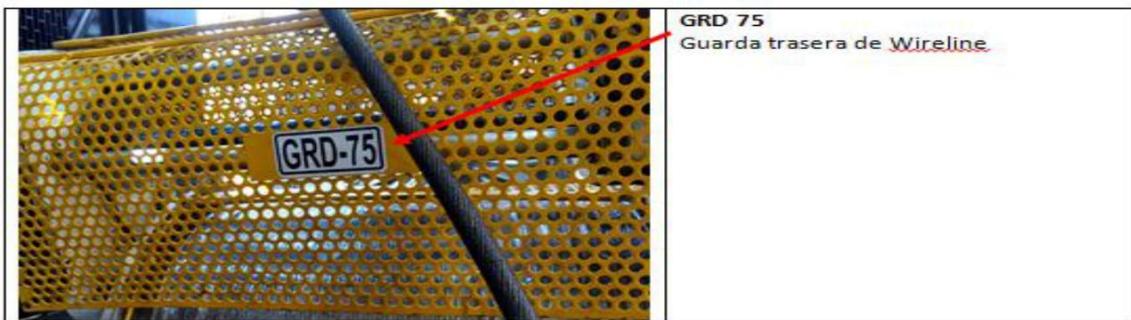
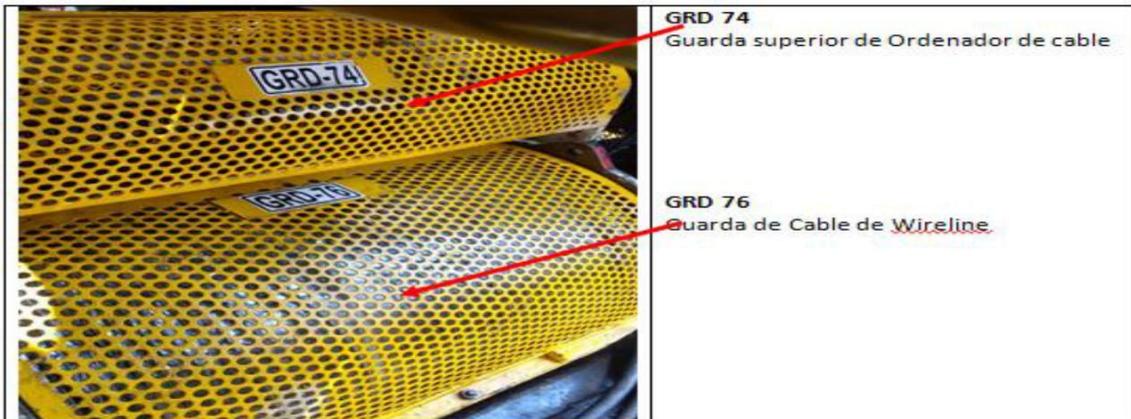
Las inspecciones fueron realizadas de acuerdo a formatos adjuntos (check-list de entrega y recepción; Check-list seguridad).

 Nombre y firma Mecánico a Cargo Explomin	  Nombre y Firma Supervisor / Perforista Explomin
 EXPLOMIN DEL PERU S.A. CESAR RISCO SERNAQUÉ JEFE DE TALLER TMA Jefe de Equipos Explomin	 Nombre y Firma Supervisor SSMA Explomin

Anexo n°. 8. Estandarización de equipos por modelo.

REGISTRÓ DE GUARDAS DE SEGURIDAD MÁQUINA PERFORADORA LF230 Rev. Abril 2017







GRD 80
Guarda / Puerta de acceso a
plataforma



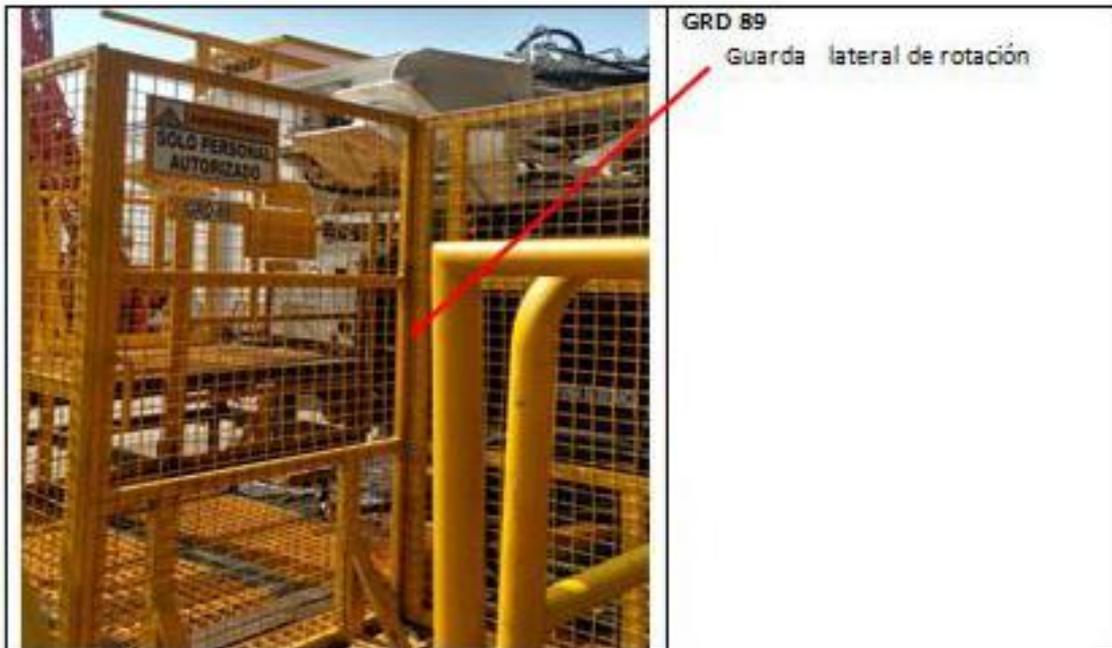
GRD 81
Guarda de acceso a bombas
hidráulicas y lateral del panel control



GRD 82
Guarda de Protección de operador







Fuente: Empresa de perforación de minerales

Anexo n°. 9. Hoja de evaluación de desempeño

		Empresa de perforación de minerales			
		Evaluación Mecánicos			
		Total			
Nombre	Alex Turpo			64%	
RUT:	_____				
Periodo	_____				

Nivel de conocimientos o aptitudes		Cargos	Porcentaje
NO	No tiene conocimientos/aptitudes	Mecánico A	90 a 100 %
R	Regular	Mecánico B	80 a 89 %
B	Bueno	Mecánico C	70 a 79 %
MB	Muy bueno	Mecánico D	60 a 69 %

Conocimientos técnicos

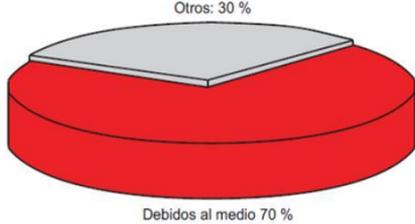
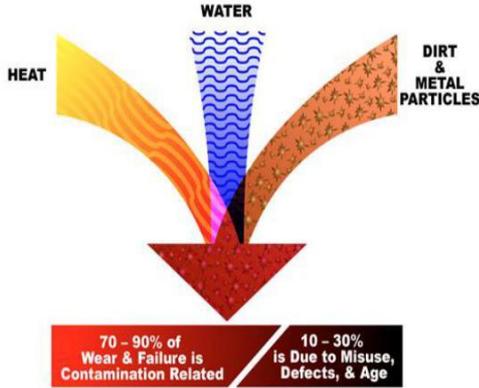
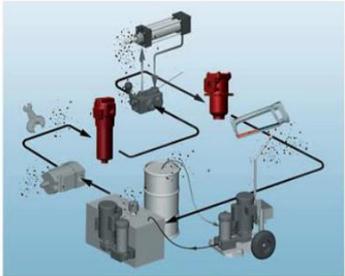
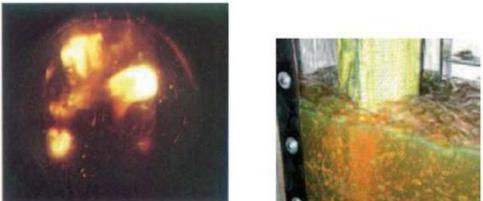
Campo	Item	Descripción	NO	R	B	MB
Motores	1	Mantenión 250 hrs.				1
	2	Diagnóstico y solución de problemas de arranque y alternadores.				1
	3	Determinar fallas posibles en problemas de potencia				1
General	5	Manejo de lenguaje técnico				1
	6	Identificar mangueras			1	
	7	Identifica fugas hidráulicas			1	
	8	Identificar fallas con anterioridad			1	
	9	Identifica síntomas de falla (vibración, ruido, temperatura)			1	
	10	Reporta correctamente diario y fallas.			1	
	11	Realiza RQ correctamente			1	
	12	Determinar origen y eliminar fugas en flexibles		1		
Hidráulicos	13	Manejo de Nomenclatura Técnica de conexiones hidráulicas		1		
	14	Regular motores de rotación	1			
	15	Diagnóstico de fallas en motores de rotación	1			
	16	Regulación de Bombas Hidráulicas	1			
	17	Diagnóstico de fallas en bombas hidráulicas	1			
	18	Cambio de packing en cilindros hidráulicos	1			
	19	Diagnóstico origen de fallas en cilindros	1			
Sist.	20	Localizar fallas en válvulas	1			
	21	Diagnóstico origen de fallas en válvulas	1			
	22	Localizar fallas en bancos de válvulas	1			
	23	Diagnosticar origen de fallas en bancos de válvulas	1			
	24	Lectura e Interpretación de planos Hidráulicos		1		
	25	Manejo de lenguaje técnico (simbología, diagramas y esquemas)		1		
	26	Instalación y reparación de sistemas eléctricos simples		1		
Eléctricos	27	Diseño e implementación de sistema eléctricos simples		1		
	29	Diagnóstico y reparación de averías en sistema de parada de emergencia		1		
	30	Diagnóstico y reparación en problemas relativos a sistema de sensores	1			
Neumático	31	Identifica partes de compresor		1		
	32	Funcionamiento de control y regulación.	1			
	33	Mantenimiento de compresor		1		
	34	Regulación de compresor	1			
	35	Sistema de lubricación y refrigeración.		1		
	36	Identificación de fallas.		1		
	37	Identificación de planos		1		
Soldadura	38	Soldadura con arco manual	1			
	39	Soldadura MIG	1			
Calidad	41	Visión general del trabajo			1	
	42	Sugerencias y aportes a tareas asignadas			1	
	43	Cumplimiento en plazos de entrega de tareas			1	
	44	Optimización de recursos			1	
	45	Efectividad del trabajo			1	
	46	Desempeño metódico de trabajo			1	

Aptitudes y competencias personales

Campo	Item	Descripción	NO	R	B	MB
Genios	1	Disposición efectiva a solicitudes de superiores			1	
	2	Relación laboral con su jefatura			1	
	3	Responsabilidad			1	
	4	Cooperación			1	
	5	Comunicación			1	
	6	Aprendizaje			1	
	7	Creatividad			1	
	8	Desarrollo personal			1	
	9	Trabajo en equipo			1	
	10	Proactividad			1	
Actitud	11	Organización			1	
	12	Liderazgo		1		
	13	Relación laboral con sus pares			1	
	14	Uso de elementos de protección personal			1	
	15	Estado de su ropa de trabajo			1	
	16	Cumplimiento en tareas de aseo y lugar de trabajo (si corresponde)			1	
	17	Asistencia y Puntualidad (incluye cumplimiento de turnos)			1	
	18	Cuidado de herramientas de trabajo			1	
	19	Orden en lugar mientras trabaja / Envía información oportunamente			1	
	20	Orden en lugar después de trabajo / Deja información a contra turno			1	

Evaluó	Cesar Risco	Valido	Luis Ortega C
Cargo	Jefe de Taller	Cargo	Gerente de Mantenimiento

Anexo n°. 10. Curso de capacitación técnica personal de mantenimiento

<p>Nuestra Experiencia su Ventaja</p>	<h3 style="text-align: center;">Índice</h3> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tipos de Contaminación <ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de la contaminación • Elementos filtrantes para la conservación de los fluidos oleodráulicos. 2. Elección del filtro 3. Aplicaciones 	<p>Nuestra Experiencia su Ventaja</p>	<h3>Introducción</h3>  <p style="text-align: center;">Otros: 30 % Debidos al medio 70 %</p> <p style="text-align: center;">Figura: Causas de fallos en instalaciones hidráulicas y de lubricación</p>
<p>Nuestra Experiencia su Ventaja</p>	 <p style="text-align: center;">70 - 90% of Wear & Failure is Contamination Related 10 - 30% is Due to Misuse, Defects, & Age</p>	<p>Nuestra Experiencia su Ventaja</p>	<h3>Tipos de contaminación</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación por aire • Contaminación por agua • Contaminación por sustancias solidas 
<p>Nuestra Experiencia su Ventaja</p>	<h3>Contaminación por aire</h3>  <p>Figura: Ignición espontánea de una burbuja de aire por el micro-efecto Diesel</p> <p>Figura: Aire en el aceite hidráulico debido a un aireado incompleto, defectuoso del elemento filtrante en el tanque</p>	<p>Nuestra Experiencia su Ventaja</p>	<h3>Causas de la contaminación por Aire</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de hermeticidad en el sistema, aspiración y retorno. • Las bombas aspiran aire. • Turbulencia en el tanque, caudal de retorno. • Errores de Cálculo de la capacidad de separación del aire y el tiempo de permanencia del aceite hidráulico en el tanque.  

Nuestra Experiencia su Ventaja

Consecuencias de la contaminación por Aire

- Cavitación
- Exceso de Espuma
- Vida útil del filtro reducida
- Aumento de Temperatura del aceite hidráulicos.
- Fallo prematuro de la Bomba.
- Formación de Barniz.

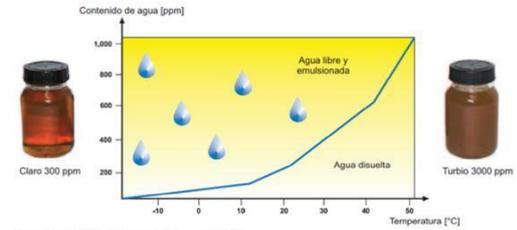


Brammertz
INGENIEROS

Nuestra Experiencia su Ventaja

Contaminación por Agua

Límite de saturación de agua en el aceite hidráulico



Concentración típica del agua : 100 ppm = 0,01 %:

Acetite hidráulico sobre base de aceites minerales	Contenido de agua promedio	Porcentaje hasta la saturación con la temperatura
	100 ppm	15 - 30 % con -40 °C

Nuestra Experiencia su Ventaja

Causas de la contaminación por agua

- Sellos desgastados en los vástagos del cilindro.
- Por el respiradero del tanque.
- Fugas en el intercambiador de Calor.
- Limpieza inadecuada del tanque, chorros de agua.

Nuestra Experiencia su Ventaja

Consecuencias de la contaminación por agua

- Corrosión en las partes metálicas, en las paredes del tanque, presencia de óxido en la muestra de aceite.
- Mayor desgaste por abrasión.
- Variación de la viscosidad del aceite.
- Formación de barniz.
- Rodamientos Dañados.
- Falla en los aditivos del aceite.

Nuestra Experiencia su Ventaja

Contaminación por sustancias solidas

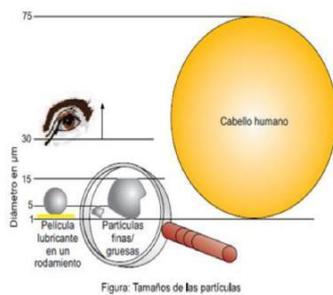


Figura: Tamaños de las partículas

Brammertz
INGENIEROS

Nuestra Experiencia su Ventaja

Contaminación por sustancias solidas

HYDAC INTERNATIONAL

Cleanliness of components in production lines

Clearances

gear pump	J1: 0.5 ... 5µm
	J2: 0.5 ... 5µm
vain pump	J1: 0.5 ... 5µm
	J2: 5 ... 20µm
	J3: 20 ... 40µm
piston pump	J1: 5 ... 40µm
	J2: 0.5 ... 1µm
	J3: 20 ... 40µm
	J4: 1 ... 25µm
valve	J1: 5 ... 25µm
servo valve	J1: 5 ... 5µm
	J2: 100 ... 450µm
	J3: 20 ... 80µm

5

Nuestra Experiencia su Ventaja

Clasificación de la contaminación en solidos-limpieza de filtro según DIN ISO 4406/1999

Código ISO (según la norma ISO 4406)	Cantidad de partículas/100 ml	
	de	hasta
0	0	1
1	1	2
2	2	4
3	4	8
4	8	16
5	16	32
6	32	64
7	64	128
8	128	256
9	256	512
10	512	1024
11	1024	2048
12	2048	4096
13	4096	8192
14	8192	16384
15	16384	32768
16	32768	65536
17	65536	131072
18	131072	262144
19	262144	524288
20	524288	1048576
21	1048576	2097152
22	2097152	4194304
23	4194304	8388608
24	8388608	16777216
25	16777216	33554432
26	33554432	67108864
27	67108864	134217728
28	134217728	268435456

Determinables con:
 - contadores electrónicos de partículas
 21 / 18 / 15
 + 4 células - + 4 células - + 4 células
 - contos con microscopio
 / 18 / 15
 + 1 µm - + 10 µm

Nuestra Experiencia su Ventaja

Códigos ISO Recomendados

Most Sensitive System Component	Guidelines for Determining, Achieving, and Maintaining Target Cleanliness Levels with High Performance Filtration (Beta Ratio ≥ 200)					
	Low/Medium Pressure Under 2000 psi (moderate conditions)		High Pressure 2000 to 2999 psi (for low-medium pressure plus severe conditions?)		Very High Pressure 3000 psi and Over (for high pressure plus severe conditions?)	
	ISO Target Levels	HYDAC Filter Micron Ratings	ISO Target Levels	HYDAC Filter Micron Ratings	ISO Target Levels	HYDAC Filter Micron Ratings
Pumps						
Fixed Gear or Fixed Vane	20/18/15	20	18/17/14	10	18/16/13	5
Fixed Piston	18/17/14	10	18/16/13	5	17/15/12	3
Variable Vane	18/16/13	5	17/15/12	3	not applicable	not applicable
Variable Piston	18/16/13	5	17/15/12	3	16/14/11	3 ¹
Valves						
Check Valves	20/18/15	20	20/18/15	20	18/17/14	10
Directional Control	20/18/15	20	18/17/14	10	18/16/13	5
Standard Flow Control	20/18/15	20	18/17/14	10	18/16/13	5
Cartridge Valve	18/17/15	10	18/16/13	5	17/15/12	3
Proportional Valve	17/15/12	3	17/15/12	3	16/14/11	3 ¹
Spool Valve	16/14/11	3 ¹	16/14/11	3 ¹	15/13/10	3 ¹
Actuators						
Cylinders, Vane Motors, Gear Motors	20/18/15	20	16/17/14	10	18/16/13	5
Piston Motors	18/17/14	10	18/16/13	5	17/15/12	3
Hydraulic Drives	16/15/12	3	16/14/11	3 ¹	16/13/10	3 ¹
Leaf Stands	15/13/10	3 ¹	15/13/10	3 ¹	15/13/10	3 ¹
Bearings						
Industrial Bearings	17/15/12	3	not applicable	not applicable	not applicable	not applicable
Industrial Gearboxes	17/15/12	3	not applicable	not applicable	not applicable	not applicable
Ball Bearings	15/13/10	3 ¹	not applicable	not applicable	not applicable	not applicable
Roller Bearings	16/14/11	3 ¹	not applicable	not applicable	not applicable	not applicable

Notes: 1 Severe conditions may include high flow surges, pressure spikes, frequent cold starts, extremely heavy duty use or the presence of water.
 2 Two or more system filters of the recommended rating may be required to achieve and maintain the desired Target Cleanliness Level.

Nuestra Experiencia su Ventaja

Componentes Principales:

Componentes	Modelo	Código ISO
	PVG 32 Proportional Valves	Filtering in the hydraulic system Max. allowed degree of contamination (ISO 4406, 1999 version): 23/19/16
	Axial piston variable pump A10VO	Filtration of the hydraulic fluid Finer filtration improves the cleanliness level of the hydraulic fluid, which increases the service life of the axial piston unit. A cleanliness level of at least 20/18/15 is to be maintained according to ISO 4406.
	Axial piston variable motor A6VM	Filtration of the hydraulic fluid Finer filtration improves the cleanliness level of the hydraulic fluid, which increases the service life of the axial piston unit. A cleanliness level of at least 20/18/15 is to be maintained according to ISO 4406.
	Pressure Relief Valve Poppet Type, Direct-Acting SAE-8 Cartridge - 420 bar - DB08A-01	Operating fluid: Hydraulic oil to DIN 51524 Part 1 and 2 Viscosity range: min. 14 mm ² /s to max. 420 mm ² /s Filtration: Class 21/19/16 to ISO 4406 or cleaner
	Proportional Pressure Relief Valve Spool Type, Pilot-Operated SAE-08 Cartridge - 350 bar 60 l/min PD08P-01	Operating fluid: Hydraulic oil to DIN 51524 Part 1 and 2 Viscosity range: 7 to 60 mm ² /s Filtration: Class 18/16/13 to class 18/17/14 to ISO 4406 or cleaner 150 series (see "Conditions and specifications for valves" in brochure 3.200)

Nuestra Experiencia su Ventaja

Nota:

De acuerdo a la Norma DIN 51524 el aceite hidráulico nuevo tiene un Código ISO 21/19/16.



Nuestra Experiencia su Ventaja

Fuentes de Contaminación

- **Fabricación del sistema:** operaciones mecánicas, fusión, soldadura, montaje.
- **Generación del Sistema:** componentes en movimiento, degradación del fluido, erosión.
- **Ingreso:** aceite nuevo, vástagos de los cilindros, ventilación del depósito.
- **Mantenimiento:** Desmontaje y nuevo montaje, rellenados y trasvase de aceite.

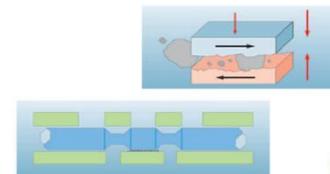
Nota:

De acuerdo a la Norma DIN 51524 el aceite hidráulico nuevo tiene un Código ISO 21/19/16.

Nuestra Experiencia su Ventaja

Consecuencias de la contaminación por sustancias Solidas

- Mayores Perdidas por fugas
- Pistones Trabados.
- Reducción de caudal en las bombas
- Obturación de las válvulas.



Nuestra Experiencia su Ventaja

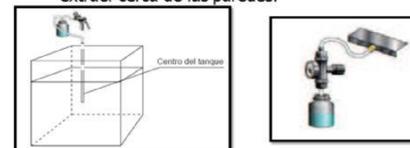
Tipos de desgaste:

- Abrasión
- Erosión
- Corrosión
- Adhesión
- Cavitación,
- Fatiga superficial

Nuestra Experiencia su Ventaja

Determinación de la contaminación del aceite por sustancias solidas

- Toma de Muestras
 - Dinámica y estática, Por muestreo y análisis de laboratorio
 - Condiciones, Temperatura de servicio , no extraer cerca de las paredes.



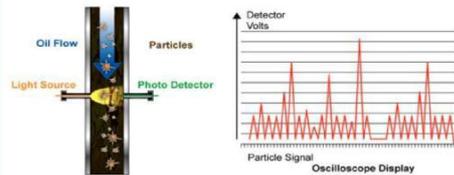
Nuestra Experiencia su Ventaja

Sensores Hydac para la medición de la contaminación con sustancias solidas



Nuestra Experiencia su Ventaja

Principio



Nuestra Experiencia su Ventaja

Medición de contaminación de agua en el aceite

1. On-site (offline)
2. Laboratorio
3. On-line (Medición en tiempo real)
 - 3.1 Sensores capacitivos de humedad
 - AS1000
 - AS2000 (por discontinuarse) / AS3000

Nuestra Experiencia su Ventaja

Soluciones en Hydac

AS1000



- Diseño Compacto
- Robusto (IP67)
- Salidas: Analógicas (4-20 mA) que representan Grado de Saturación y Temperatura

AS3000 (Reemplazo del AS2000)

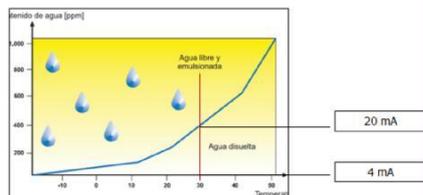


- Diseño Compacto
- Robusto (IP67)
- Salidas: Analógicas (4-20 mA) que representan Grado de Saturación y Temperatura
- Discretas/Digitales SP1 (alarma) y SP2 (alerta)
- Visualización de valores de S% y T

Nuestra Experiencia su Ventaja

Lectura e Interpretación de valores

- Grado de saturación porcentual 0% libre de agua y 100% en el punto de viraje a la emulsión. Ello es proporcional a la salida analógica 4-20 mA.



Nuestra Experiencia su Ventaja

Elementos filtrantes para la conservación de los fluidos hidráulicos

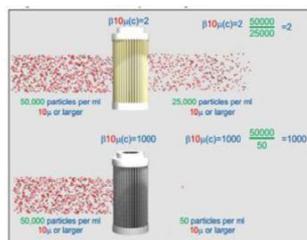


- Medios Filtrantes
 - BN4HC – DP 20 Bar
 - ON – DP 20 Bar
 - W – DP 20 Bar
 - BN4AM – DP 10 Bar
 - AM – DP 10 Bar
 - P – DP 10 Bar
 - W – DP 210 Bar
 - Otros

Nuestra Experiencia su Ventaja

Conceptos

- Grado de filtración, eficiencia, valor $B_{x(c)}$



Nuestra Experiencia su Ventaja

Conceptos

- Grado de filtración Absoluta
 - Se dice a partir de un valor $B_{x(c)} \geq 200$, vale decir 99.5%, según NORMA DIN 24550, parte 2.
- Grado de filtración Nominal
 - No se se fija valores $B_{x(c)}$ útiles.
- Capacidad de Retención
 - Se mide en masa,

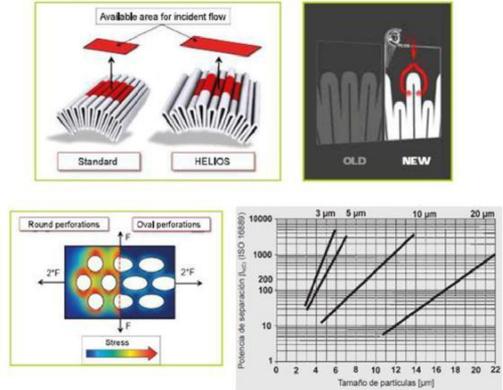
Nuestra Experiencia su Ventaja

4.3 CAPACIDAD REAL DE RETENCIÓN DE SUCIEDAD [g]

Tamaño	Material del filtro: BN4HC				Modelo de elemento: R			
	Modelo de elemento: D		Modelo de elemento: R		Modelo de elemento: D		Modelo de elemento: R	
	3 µm	5 µm	10 µm	20 µm	3 µm	5 µm	10 µm	20 µm
30	4,6	5,1	5,4	5,6	2,6	2,9	3,5	4,0
35	7,2	8,1	8,6	8,8	-	-	-	-
55	14,0	15,8	16,6	17,2	-	-	-	-
60	6,5	7,3	7,8	8,0	5,7	6,3	7,6	8,6
75	21,6	24,3	25,7	26,5	10,3	11,4	13,7	15,5
90	-	-	-	-	12,2	13,5	16,2	18,3
95	27,5	30,9	32,7	33,7	-	-	-	-
110	13,8	15,5	16,4	16,9	12,0	13,3	16,0	18,1
140	18,1	20,3	21,5	22,2	-	-	-	-
150	-	-	-	-	20,4	22,6	27,2	30,8
160	19,8	22,2	23,5	24,3	18,6	20,7	24,9	28,1
165	-	-	-	-	18,7	20,7	24,9	28,2
185	-	-	-	-	25,6	28,4	34,1	38,6
210	-	-	-	-	50,7	56,2	67,6	76,5
240	32,3	36,3	38,4	39,6	29,3	32,5	39,1	44,2
260	46,4	52,0	55,0	56,9	-	-	-	-
270	-	-	-	-	78,4	86,9	104,5	118,2
280	70,6	79,3	83,9	86,6	62,3	69,0	83,0	93,9
300	26,1	29,3	31,0	32,0	-	-	-	-
330	47,2	53,1	56,1	57,9	38,4	42,6	51,2	57,9
450	52,1	58,7	62,0	63,9	49,1	54,4	65,5	74,1
500	76,9	86,5	91,5	94,4	58,9	65,3	78,6	88,9
580	-	-	-	-	124,7	138,2	166,3	188,1
600	-	-	-	-	145,5	161,3	194,0	219,4
650	85,4	96,1	101,5	104,7	-	-	-	-
660	102,2	114,9	121,5	125,4	87,1	96,5	116,1	131,3

Nuestra Experiencia su Ventaja

Ventajas HYDAC



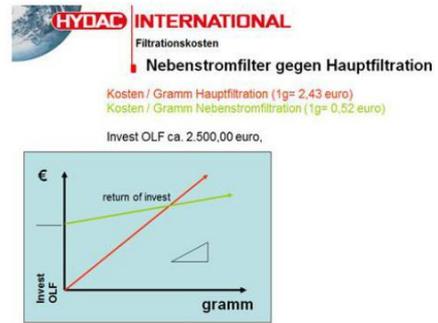
Nuestra Experiencia su Ventaja

¿Qué modelos de filtros existen y cuándo de se los utiliza?

- Filtros de aspiración.
- Filtros de presión/Filtros de línea.
- Filtros con válvula bypass.
- Filtro de retorno.
- Filtros de retorno aspirantes.
- Filtro de recirculación.
- Filtros de aireación del tanque.
- Deshidratación en el caudal secundario

Nuestra Experiencia su Ventaja

Indicadores de contaminación



Nuestra Experiencia su Ventaja

Elección del filtro

- Determinación de la finura apropiada.

Los elementos HYDAC, típicamente, permiten obtener las siguientes clases de pureza del aceite:

Finura del filtro x (µm, 2×10^3)	10/7/4 - 13/10/6	12/9/6 - 17/14/11	15/12/9 - 19/16/13	17/14/11 - 20/17/14	18/15/12 - 21/18/15	19/16/13 - 22/19/16
25						
20						
15						
10						
5						
3						

Nuestra Experiencia su Ventaja

Limitación de la velocidad de la que circula el flujo

Forma constructiva del filtro	Presión de servicio máxima	Velocidad de circulación máxima	Tuberías o uniones roscadas
Filtro de aspiración	hasta 40 bar	1,5 m/s	Serie liviana
Filtro de retorno	hasta 100 bar	4,5 m/s	Serie liviana
Filtros de línea	hasta 120 bar	4,5 m/s	Serie liviana
Filtros de presión media	hasta 280 bar	8 m/s	Serie pesada
Filtro para altas presiones	hasta 420 bar	12 m/s	Serie pesada
Caudal secundario	hasta 10 bar	3 m/s	Serie liviana

Conexión	Caudal máx. [l/min]				
	Filtro de aspiración 1,5 m/s	Filtro de retorno 4,5 m/s	Filtro en línea hasta 100 bar, 4,5 m/s	Filtro en línea hasta 280 bar 8 m/s	Filtro en línea hasta 420 bar 12 m/s
G 1/2	14	42	42	46	68
G 1	23	69	69	74	111
G 3/4	37	112	112	119	178
G 1 1/4	59	178	178	182	274
G 1 1/2	92	275	275	295	443

Nuestra Experiencia su Ventaja

CONCLUSIONES

- La única manera de saber si la elección del filtro es la correcta es verificar el nivel de contaminación del fluido.
- La elección del filtro adecuado garantiza confiabilidad en los equipos.
- Vida útil de los equipos en función a los códigos ISO de limpieza.
- El sistema Hidráulico funciona de acuerdo a las prestaciones del fabricante.

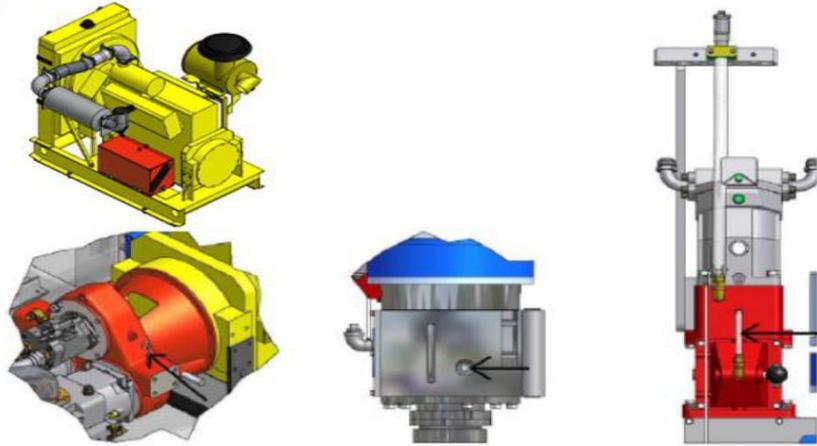
Nuestra Experiencia su Ventaja

Clase de pureza según la norma ISO 4406/99	> 4 µm ₁₀₀		> 6 µm ₁₀₀		> 14 µm ₁₀₀		Contaminación	Vida útil de los componentes
	de	hasta	de	hasta	de	hasta		
23/21/10	4.000.000	8.000.000	1.000.000	2.000.000	250.000	500.000	mayor contaminado, no es apto para sistemas de lubricación	media vida útil
22/20/11	2.000.000	4.000.000	500.000	1.000.000	64.000	130.000		
21/19/16	1.000.000	2.000.000	260.000	500.000	32.000	64.000		
20/18/15	500.000	1.000.000	130.000	260.000	16.000	32.000	contaminación media, aceite nuevo habitual en el comercio	0,75 de la vida útil
19/17/15	260.000	500.000	64.000	130.000	8.000	16.000		
18/16/13	130.000	260.000	32.000	64.000	2.000	4.000	superfuerza, contaminado	vida útil típica
17/15/12	64.000	130.000	16.000	32.000	2.000	4.000		
16/14/11	32.000	64.000	8.000	16.000	1.000	2.000		1 ó menos M
15/13/10	16.000	32.000	4.000	8.000	500	1.000		vida útil
14/12/9	8.000	16.000	2.000	4.000	250	500		vida útil típica

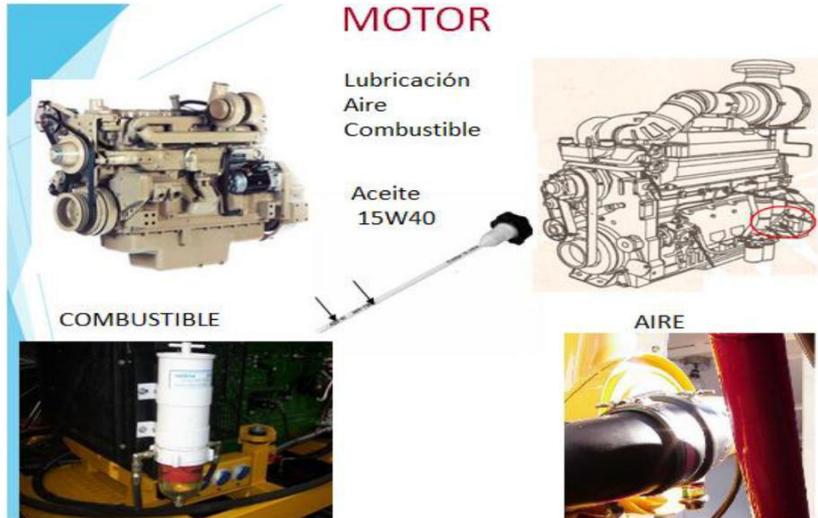
Brammertz
INGENIEROS

Fuente: Brammertz Ingenieros

MANTENCIÓN DE COMPONENTES



MOTOR



CABEZAL DE ROTACIÓN

Lubricar, revisar niveles

Los Cabezales son lubricados por aceite mediante una bomba de engranaje (lubricación forzada)



Lubricante: Aceite 15W40



Lubricante: Aceite Mobil 80W90

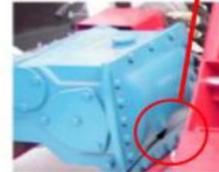
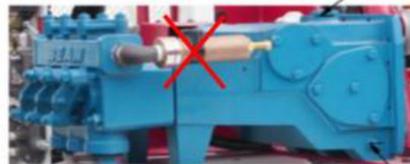
Lubricante: Aceite OMALA 220



BOMBA DE AGUA

- 1 INDICADOR DE NIVEL
- 2 TAPÓN MAGNÉTICO Y DE VACIADO
- 3 TAPÓN DE LLENADO

Aceite: SAE 15W40



BEAN

ENFRIADORES

Limpieza y revisión nivel



Precaución

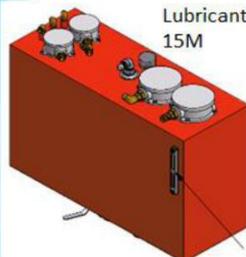


SISTEMA HIDRÁULICO

Revisar Nivel, fugas y indicadores de saturación



Lubricante: Aceite Mobil
15M



SISTEMA HIDRAULICO

Indicador de saturación
filtro hidráulico DE710
Ver placa



Lubricante: Aceite
Mobil DTE26



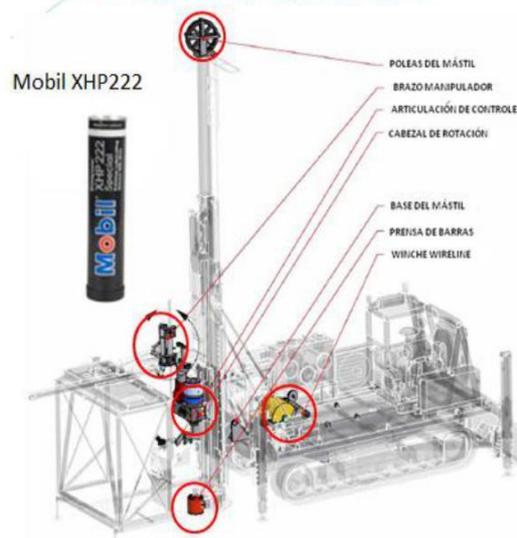
Máximo
Mínimo

LLENADO DE DEPOSITO HIDRÁULICO



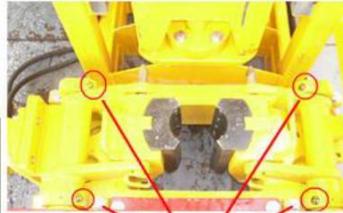
El aceite hidráulico siempre tiene que ingresar al deposito por intermedio de esta bomba porque pasa filtrado dentro del deposito hidráulico

ENGRASE GENERAL



PRENSA Y GUIADORES

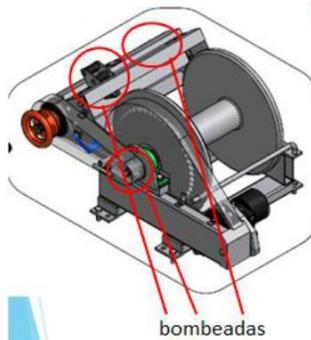
ENGRASE



Engrase DE710

WIRELINE Y HUINCHE

ENGRASE



bombeadas

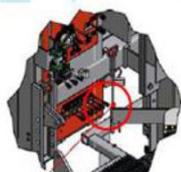
DE710



bombeadas

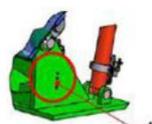


ENGRASE VARIOS



1 PUNTO DE ENGRASE ARTICULACION DE BRAZO DE CONTROL

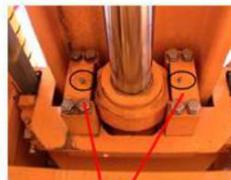
Engrase M50



4 PUNTO DE ENGRASE BASE DEL MASTIL



Engrase DE710



Anexo n°. 13. Listado de Repuestos críticos de perforadora modelo DE710

STOCK DE MAQUINA DE710 EN ALMACEN CENTRAL LIMA REPARADOS O NUEVOS							
ITEM	EQUIPO	SISTEMA	IMPORTANCIA	N° DE PARTE	DESCRIPCION DE MATERIAL	CANTIDAD X EQUIPO	CODIGO OSIS DE MATERIAL
1	DE710	UNIDAD DE ROTACION	NECESARIO		UNIDAD DE ROTACION COMPLETA	1	
2	DE710	UNIDAD DE ROTACION	NECESARIO		MOTOR HIDRAULICO DE710 / PD22870AAF	1	M105020022
3	DE710	ROD HOLDER	NECESARIO		M104010037 -ROD CLAMP ASSY UDR 2000/WU21811-25	1	M104010037
4	DE710	MASTIL	NECESARIO		CYL HYD 3.5" X 2.5" X 3450 STR DE 710 / PD22921KN	1	M105040038
5	DE710	WINCHE DE IZAJE	NECESARIO		MOTOR HYD. SAUER DANFOSS S90 55CC / DE710 /PD22982BJ	1	M105020062
6	DE710	WINCHE WIRELINE	NECESARIO		MOTOR OMTFH400 EJE CIL 40MM	1	M105020098
7	DE710	PRIMERA BOMBA 1	NECESARIO		PUMP HYD 95cc REXROTH AA11VO95DRS / PD22870US	1	M105010020
8	DE710	PRIMERA BOMBA 2	NECESARIO		PUMP HYD 45CC DE710 AA10VO45DFR / PD22870UG	1	M105010021
9	DE710	PRIMERA BOMBA 3	NECESARIO		PUMP HYD 28 CC DE 710 / AA10VO28DFR / PD22870UH	1	PD22870UG
10	DE710	BOMBA DOBLE	NECESARIO		PUMP/HYD 25.4/10.2 CC/REV (PARKER 326-9121-108) /PD22932CW	1	M105020099
11	DE710	BOMBA DE LODOS	NECESARIO		MOTOR HYD DE710 / PD24435HA	1	M105020014
12	DE710	MOTOR DIESEL	NECESARIO		M108070027 -RADIADOR PARA PERFORADORA SANDVIK DE710	1	M108070027
13	DE710	MOTOR DIESEL	NECESARIO		M108070022 -MOTOR DIESEL JOHN DEERE 6068TF250	1	M108070022
14	DE710	MOTOR DIESEL	NECESARIO		TURBOCHARGER 1800 P/MOTOR JOHN DEERE 6068TF250 / RES0943	1	M108070024

STOCK MÍNIMO Y CRÍTICO DE MAQUINA DE710 EN PROYECTO							
ITEM	EQUIPO	SISTEMA	IMPORTANCIA	N° DE PARTE	DESCRIPCION DE MATERIAL	CANTIDAD X EQUIPO	CODIGO OSIS DE MATERIAL
1	DE710	UNIDAD DE ROTACION	CRITICO		RETAINING RING HQ JAW UDR2000 (PD27210BK) / PD27210EC	1	M104020122
2	DE710	UNIDAD DE ROTACION	CRITICO		RETAINING RING NQ JAW UDR2000 (PD27210BL) / PD27210EB	1	M104020123
3	DE710	UNIDAD DE ROTACION	CRITICO		RETAINING RING PQ JAW UDR2000 (PD27210BJ) / PD27210ED	1	M104020124
4	DE710	UNIDAD DE ROTACION	CRITICO		CHUCK JAW HQ UDR2000 / PD27210BV	5	M104020115
5	DE710	UNIDAD DE ROTACION	CRITICO		CHUCK JAW PQ UDR2000 / PD27210BU	5	M104020116
6	DE710	UNIDAD DE ROTACION	CRITICO		CHUCK JAW NQ UDR2000 (DE 710) PD27210BW	5	M104020151
7	DE710	UNIDAD DE ROTACION	MINIMO		GUIDE PQ (DE 710)	1	M104020108
8	DE710	UNIDAD DE ROTACION	MINIMO		GUIDE HQ (DE 710)	1	M104020107
9	DE710	UNIDAD DE ROTACION	MINIMO		GUIDE NQ (DE 710)	1	M104020139
10	DE710	UNIDAD DE ROTACION	MINIMO		GUIDE BQ (DE 710)	1	M104020226
11	DE710	UNIDAD DE ROTACION	MINIMO		GUIDE SUPERIOR PQ UDR2000	1	M104020149
12	DE710	UNIDAD DE ROTACION	MINIMO		CAP END PLATE DE710 (PD27210B)	1	M104020145
13	DE710	UNIDAD DE ROTACION	MINIMO		RING ROD NQ UDR2000 (PD27210C)	1	M104020125
14	DE710	UNIDAD DE ROTACION	CRITICO		SEAL OIL UDR2000 (RETEN DOBLE LABIO CR58709) / PD24433BA	4	M119020049
15	DE710	UNIDAD DE ROTACION	CRITICO		SELLO DE TAPA DE710 (CR 5062) / PD24433BB	1	M104020138
16	DE710	UNIDAD DE ROTACION	CRITICO		BALL BEARING DE710 (RODAJE SKF 61830 MA) / PD22873CA	2	M111010103
17	DE710	UNIDAD DE ROTACION	CRITICO	PD22893M	SPEEDLE SLEEVE UDR2000 (CR 99587) / PD22893M	1	M104020136
18	DE710	UNIDAD DE ROTACION	CRITICO	PD22871NA	LUBE PUMP UDR2000 (PD27210S) / PD22871NA	1	M105010001
19	DE710	UNIDAD DE ROTACION	CRITICO	WU14237	DRIVE TIP DE710 (PD27210T) / WU14237	1	M104020320
20	DE710	UNIDAD DE ROTACION	MINIMO	D22928MB / PD27210B	COMPRESSION SPRING DE710 / PD22928MB / PD27210BY	21	M104020143
21	DE710	UNIDAD DE ROTACION	MINIMO		CYLINDER (COMPLETO)	1	M104020305
22	DE710	UNIDAD DE ROTACION	MINIMO		M104020148 -PISTON ASSY DE710 // WU14259	1	M104020148
23	DE710	UNIDAD DE ROTACION	CRITICO		POLYURETHANE USEAL DE710	1	M119020053
24	DE710	UNIDAD DE ROTACION	CRITICO		POLYURETHANE USEAL KIT LARGER DE710	1	M119020054
25	DE710	UNIDAD DE ROTACION	CRITICO		RODAJE 51134MP	1	M111010050
26	DE710	UNIDAD DE ROTACION	MINIMO		ORING 11/16" X 7/8" X 3/32" D/VITON	1	M119010009
27	DE710	UNIDAD DE ROTACION	MINIMO		O-RING 9.1/2 X 1/8 UDR2000(PD27210J)	2	M119010007
28	DE710	UNIDAD DE ROTACION	MINIMO		ORING 2.5/16" X 3/32" D/VITON	1	M119010010
29	DE710	UNIDAD DE ROTACION	MINIMO		ORING 4.3/4" X 1/8" DE VITON	1	M119010011
30	DE710	ROD HOLDER	CRITICO		ROD JAW 4 1/2" PQ UDR2000 / WU4192	2	M104020129
31	DE710	ROD HOLDER	CRITICO		ROD JAW 3 1/2" H.Q UDR2000 / WU4190	2	M104020128
32	DE710	ROD HOLDER	CRITICO		ROD JAW 2 3/4" NQ UDR2000 / WU4189	2	M104020127
33	DE710	ROD HOLDER	CRITICO		BUSHING ROD CLAMP BEARING HOUSING DE710 / WU21777C	1	M103100103
34	DE710	ROD HOLDER	CRITICO		BEARING HAUSING, ROD CLAMP UDR2000 / WU5578	1	M103060018
35	DE710	ROD HOLDER	MINIMO		CYLINDER LEVER R/H / WU21777E / DE710	1	M104020394
36	DE710	ROD HOLDER	MINIMO		CYLINDER LEVER L/H / WU21777F / DE710	1	M104020395
37	DE710	ROD HOLDER	MINIMO		JAW LEVER UDR2000 / WU21777H	1	M104020292
38	DE710	ROD HOLDER	MINIMO		LEVER L.H. UDR2000 / WU7879	1	M104020293
39	DE710	MESA DE UNIDAD DE ROT.	MINIMO		NYLON SLIDE A UDR2000 / WU11664	2	M104020118
40	DE710	MESA DE UNIDAD DE ROT.	MINIMO		NYLON SLIDE B UDR2000 / WU11665	2	M104020119
41	DE710	MESA DE UNIDAD DE ROT.	MINIMO		SHIM 1MM UDR2000 / WU11779A	2	M104020132
42	DE710	MESA DE UNIDAD DE ROT.	MINIMO		SHIM 0.5MM UDR2000 / WU11779B	2	M104020131
43	DE710	MESA DE UNIDAD DE ROT.	MINIMO		SHIM 0.25MM UDR2000 / WU11779C	2	M104020130
44	DE710	MESA DE UNIDAD DE ROT.	MINIMO		SHIM 1MM DE710 / WU13960A	3	M104020146
45	DE710	MESA DE UNIDAD DE ROT.	MINIMO		SHIM 0,5MM DE710 / WU13960B	2	M104020147
46	DE710	MOTOR DIESEL	CRITICO		FAJA DE VENTILADOR DE MOTOR JOHN DEERE / R123437	1	M101010011

Fuente: Empresa de perforación.

STOCK MINIMO Y CRITICO DE MAQUINA DE710 EN PROYECTO							
ITEM	EQUIPO	SISTEMA	IMPORANCIA	N° DE PARTE	DESCRIPCION DE MATERIAL	CANTIDAD X EQUIPO	CODIGO OSIS DE MATERIAL
47	DE710	MOTOR DIESEL	MINIMO		EMPAQUE DE TAPA DE BALANCIN P/MOTOR JOHN DEERE / R123543	1	M108070002
48	DE710	MOTOR DIESEL	MINIMO		THERMOSTAT P/MOTOR JOHN DEERE 6068TF250 / RE64354	1	M108070015
49	DE710	MOTOR DIESEL	CRITICO		INYECTION NOZZLE P/MOTOR JOHN DEERE 6068TF250 / RE48786	6	M108070010
50	DE710	MOTOR DIESEL	CRITICO		TUERCA RETORNO DE INYECTOR / R79604 / JOHN DEERE	6	M108070051
51	DE710	MOTOR DIESEL	CRITICO		PACKING MOTOR JOHN DEERE / R51936	6	M108120004
52	DE710	MOTOR DIESEL	CRITICO		SEALING WASHER MOTOR JOHN DEERE / R74012	6	M108120005
53	DE710	MOTOR DIESEL	CRITICO		ALTERNADOR P/ JHON DERE DE-710	1	M120020004
54	DE710	MOTOR DIESEL	MINIMO		RETN DE CIGÜEÑAL DELANTERO P/JOHN DEERE 6068TF250 / RE50	1	M108070003
55	DE710	MOTOR DIESEL	CRITICO		ARRANCADOR DE MOTOR	1	M120030007
56	DE711	MOTOR DIESEL	MINIMO		ADAPTER RE59654		
57	DE710	MOTOR DIESEL	CRITICO		M111010029 -RODAJE 6203 2RSH (Tensor de faja)	1	M111010029
15	DE710	MOTOR DIESEL	MINIMO	RE504321	BOMBA DE INYECCION LINEAL JOHN DEERE RE504321	1	M108070028
16	DE710	MOTOR DIESEL	MINIMO	RE69791	BOMBA DE INYECCION STANADYNE DB4 6295489 P/MOTOR JOHN D	1	M108070008
17	DE710	MOTOR DIESEL	MINIMO	RE546917	WATER PUMP	1	M108070085
58	DE710	POLEAS MASTIL	CRITICO		ROLLER BEARING UDR2000 (NNF 5010) / PD24445F	2	M103100018
59	DE710	POLEAS MASTIL	CRITICO		BEARING BALL 40/90X23 +2SEALS UDR2000 (RODAJE 6308 2RS1) / P	2	M111010102
60	DE710	POLEAS MASTIL	CRITICO		CABLE DE IZAJE 5/8" (19X19) JABALIFLEX PAC X 23 MTS	1	M117090049
61	DE710	MASTIL	MINIMO	WU11616	M103100017 -ROLLER UDR2000 / WU11616	1	M103100017
62	DE710	PANEL DE CONTROL	CRITICO		RELAY MURPHY 518 PH-12	1	M120080001
63	DE710	PANEL DE CONTROL	MINIMO		MICROFEED CART ASSEMBLY 200D (VITON) UDR2000 / WU9770-3	1	M105030011
64	DE710	PANEL DE CONTROL	MINIMO		VALVE RELIEF CART UDR2000 (DBD6-K-18/200) / PD22870AA	1	M105030013
65	DE710	PANEL DE CONTROL	MINIMO		VALVE RELIEF CART UDR2000 (DBD6H-K-18/50-SO-43WIC) / PD2287	1	M105030014
66	DE710	PANEL DE CONTROL	MINIMO		VALVULA 3 VIAS UDR200 / PD23778AA	1	M105030016
67	DE710	PANEL DE CONTROL	MINIMO		CREMALLERA P/TH6 ROTATION LEVER MOD DE710	2	M105030019
68	DE710	PANEL DE CONTROL	CRITICO		GAUGE PR 0-5000 PSI 4" OD 1/2"NTP UDR2000 / PD23753CD	1	M116010028
69	DE710	PANEL DE CONTROL	CRITICO		GAUGE PR 600KPA 50MM 1/8" BSPT UDR2000 / PD23752P	1	M116010035
70	DE710	PANEL DE CONTROL	MINIMO		GAUGE PR 0-3000 PSI 4" OD 1/2"NTP UDR2000 / PD23753CF	1	M116010037
71	DE740	PANEL DE CONTROL	MINIMO	PD23752X	GAUGE PR(MUD) 3000 PSI OTECO		M116010096
72	DE710	BOMBA DE LODOS	CRITICO		BALL SS 15/16" LM75 / 21837	1	M111010112
73	DE710	BOMBA DE LODOS	CRITICO		STEEL BALL 1.1/8" PQ/PQ3/BOMBA 435 / 1101419	6	A202110015
74	DE710	BOMBA DE LODOS	CRITICO		SEAT LM75 / 3546496	1	M107010001
75	DE710	BOMBA DE LODOS	CRITICO		GASKET CYLINDER BOMBA 435 / 1279676	6	M107010032
76	DE710	BOMBA DE LODOS	CRITICO		VALVE SEAT, BALL BOMBA 435 / 1284740	6	M107010038
77	DE710	BOMBA DE LODOS	CRITICO		GASKET CYLINDER HEAD BOMBA 435 / 1279674	3	M107010040
78	DE710	BOMBA DE LODOS	CRITICO		GASKET VALVE COVER BOMBA 435 / 1279675	3	M107010043
79	DE710	BOMBA DE LODOS	CRITICO		SEAL, OIL BOMBA 435 - CR9998 / 1177489	9	M119020080
80	DE710	BOMBA DE LODOS	CRITICO		CYLINDER PACKING BOMBA 435 / 5260221	6	M107010035
81	DE710	WINCHE WIRELINE	MINIMO		BARRAS CROMADAS DE 25MM DE GUIADOR D/WINCHE WIRE LINE -	2	M103090045
82	DE710	WINCHE WIRELINE	CRITICO		DOUBLE HELICOIL SCREW D/GUIADOR DE WINCHE WIRE LINE - LF90	1	M103090046
83	DE710	WINCHE WIRELINE	CRITICO		CHAIN 1/2" R508 B1 - 45LANKAR ONRAM 1000/ONRAM 1500 / 300	2	M103140012
84	DE710	WINCHE WIRELINE	MINIMO		SPROCKET Z=15 ONRAM 1000/ONRAM 1500 / 404801109	1	M103140016
85	DE710	WINCHE WIRELINE	CRITICO		PASADOR DE CADENA DE 1/2 ASA40 (MEDIO PASO)	1	M103140029
86	DE710	WINCHE WIRELINE	CRITICO		PASADOR DE CADENA DE 1/2 ASA40 (PASO COMPLETO)	1	M103140030
87	DE710	WINCHE WIRELINE	CRITICO		CABLE WIRE LINE 1/4" (3 X 7) 3PAC NEGRO X 1000M	1000	M117090013
88		WINCHE WIRELINE	CRITICO		M118010131 -PERNO 3/8" X 1.1/4" C/SOCKET R/C GR 8.8	8	M118010131
89		WINCHE WIRELINE	CRITICO		M103060225 -SPLINE ADAPTOR NEW Z=15	1	M103060225
90	DE710	ORUGA	MINIMO		FITTING DE TEMPLADO DE ORUGA UDR2000 / 80063509	1	M103050002
91	DE710	MIXER	CRITICO		MOTOR HIDRAULICO PARKER MGG-20030	1	M105020004
92	DE710	MIXER	MINIMO		HELICE PROPELA 9.1/4" X 10.1/2"	1	B101020001
93	DE710	FILTROS , ACEITES Y GRASAS	CRITICO		ACEITE MOBIL DELVAC SUPER 15W/40 MOBIL X 5 GL	3	M113010151
94	DE710	FILTROS , ACEITES Y GRASAS	CRITICO		ACEITE MOBIL DTE 26 MOBIL X 5 GL	4	M113010152
95	DE710	FILTROS , ACEITES Y GRASAS	CRITICO		ACEITE OMALA S2 G220 SHELL X BAL 5 GL	2	M113010148
96	DE710	FILTROS , ACEITES Y GRASAS	CRITICO		GRASA MOBILGREASE XHP 222 MOBIL X BAL 35 LBS	2	M113060002
97	DE710	FILTROS , ACEITES Y GRASAS	CRITICO		ACEITE MOBILUBE HD 80W/90 MOBIL X BAL 5 GL	1	M113010149
98	DE710	FILTROS , ACEITES Y GRASAS	CRITICO		FILTRO DE AIRE PRIMARIO - DONALDSON / P181035	2	M114020001
99	DE710	FILTROS , ACEITES Y GRASAS	CRITICO		FILTRO HIDRAULICO DE RETORNO - DONALDSON / P170619	1	M114060011
100	DE710	FILTROS , ACEITES Y GRASAS	CRITICO		FILTRO DE ACEITE DE MOTOR - DONALDSON / P551352	2	M114030004
101	DE710	FILTROS , ACEITES Y GRASAS	CRITICO		FILTRO DE COMBUSTIBLE RE62419 / JOHN DEERE	2	M114040041
102	DE710	FILTROS , ACEITES Y GRASAS	CRITICO		FILTRO HIDRAULICO DE UNIDAD DE ROTACION - DONALDSON / P55	2	M114060013
103	DE710	FILTROS , ACEITES Y GRASAS	CRITICO		ELEMENTOS DE FILTROS RACOR SEPARADORES DE AGUA / 2020TM	2	M114040039
104	DE710	OTROS	CRITICO		GRASERA RECTA 1/8" NPT	10	M118010293
105	DE710	OTROS	CRITICO		MANGUERA DE PRESION SAE 100R2 16 CONECTOR 16 JIC RECTO HG	1	M115010022
106	DE710	OTROS	CRITICO		REFRIGERANTE FLEETGUARD CC2848	1	M113070002

Fuente: Elaboración propia



PRIORIDAD	TIEMPO DE ATENCION	PRIORIDAD DE ENVIO
ALTO	1 SEMANA	1
BAJO	3 SEMANAS	3

CODIGO	F-MAN.15
REVISION	1
APROBADO	2016
PAGINA	1 DE 1

FORMULARIO CONTROL DE BACKLOG'S - MANTENIMIENTO

PROYECTO

SHAHUINDO

DESCRIPCION Y PRIORIZACION DE BACKLOG

SISTEMA / CAUSAS DE FALLA

PROGRAMACION DE OTCP

N° ITEM	PROYECTO	FECHA DE SOLICITUD	EQUIPO	N° BKL	N° OT	REPORTANTE	EVENTO OCURRIDO	DESCRIPCION DE ITEM / COMPONENTE	CANT	U.M.	CODIGO REPUESTO	REQUERIMIENTO	PRIORIDAD DE ENVIO	SISTEMA	TIPO DE FALLA	CAUSA RAIZ	FECHA EMISION OTCP	FECHA INICIO DE TRABAJO
1	SHAHUINDO	16/08/2016	MCOR600-01	BKL-SHAH-01	OTCP-SHAH-01	CESAR LOZADA	FUGA DE AGUA Y ACEITE EN BOMBA 435	PACKING 1 5/8 BOMBA 420 / 5260052	6	UNO	M107010010	PROY1410-2016-08-MANT-004	1	BOMBA DE AGUA	MECANICO	DESGASTE PREMATURO	23/08/2016	26/08/2016
2	SHAHUINDO	16/08/2016	MCOR600-01	BKL-SHAH-02	OTCP-SHAH-01	CESAR LOZADA	FUGA DE AGUA Y ACEITE EN BOMBA 435	PLUNGER ROD SEAL BOMBA 420 / 1283603	6	UNO	M13020078	PROY1410-2016-08-MANT-004	1	BOMBA DE AGUA	MECANICO	DESGASTE PREMATURO	23/08/2016	26/08/2016
3	SHAHUINDO	16/08/2016	MCOR600-01	BKL-SHAH-03	OTCP-SHAH-01	CESAR LOZADA	FUGA DE AGUA Y ACEITE EN BOMBA 435	CROSSHEAD & ROD BOMBA 420 / 1280876	3	UNO	M107010017	PROY1410-2016-08-MANT-004	1	BOMBA DE AGUA	MECANICO	DESGASTE NORMAL	23/08/2016	26/08/2016
4	SHAHUINDO	16/08/2016	MCOR600-01	BKL-SHAH-04	OTCP-SHAH-01	LUIS JOAQUIN	FALTA DE STOCK DE CILINDRO DE CHUCK Y ROD HOLDER	CYLINDER CHUCK / UM-063-300NN	1	UNO	M105040040	SERVICIO	1	UNIDAD DE ROTACION	MECANICO	DESGASTE NORMAL	17/08/2016	26/08/2016
5	SHAHUINDO	16/08/2016	MCOR600-01	BKL-SHAH-05	OTCP-SHAH-01	LUIS JOAQUIN	FALTA DE STOCK DE CILINDRO DE CHUCK Y ROD HOLDER	CYLINDER ASSEMBLY ROD HOLDER / UM-063-203NN	2	UNO	M105040039	SERVICIO	1	UNIDAD DE ROTACION	MECANICO	DESGASTE NORMAL	17/08/2016	26/08/2016
6	SHAHUINDO	16/08/2016	MCOR600-01	BKL-SHAH-06	OTCP-SHAH-01	LUIS JOAQUIN	ACOPLEMIENTO DESGASTADO	COUPLING ASSEMBLY / 128928	3	UNO	M130320031	PROY1410-2016-08-MANT-005	1	UNIDAD DE POTENCIA	MECANICO	DESGASTE NORMAL	23/08/2016	26/08/2016
7	SHAHUINDO	03/02/1990	MCOR600-01	BKL-SHAH-07	OTCP-SHAH-02	LUIS JOAQUIN	FALLA CON RODAMIENTO DEL GUIADOR	RODAMIENTO NYLONON - GUIADOR DE TUBERIA HQ PARA MAGLIN	2	UNO	M130900261	PROY1410-2016-09-MANT-004	2	UNIDAD DE ROTACION	MECANICO	DESGASTE PREMATURO	03/09/2016	04/09/2016
8	SHAHUINDO	27/09/2016	MCOR600-01	BKL-SHAH-08	OTCP-SHAH-03	LUIS JOAQUIN	FALTA DE IMPLEMENTACION	SELECCIONADOR TIPO VOLVO M-600	1	UNO	M103240032		3	UNIDAD DE POTENCIA	MECANICO	FALTA DE IMPLEMENTACION	30/09/2016	03/10/2016
9	SHAHUINDO	27/09/2016	MCOR600-01	BKL-SHAH-09	OTCP-SHAH-03	LUIS JOAQUIN	FALTA DE IMPLEMENTACION	TUBO DE ESCAPE TRIPLE M-600	1	UNO	M103240033		3	UNIDAD DE POTENCIA	MECANICO	FALTA DE IMPLEMENTACION	30/09/2016	03/10/2016
10	SHAHUINDO	17/10/2016	MCOR600-01	BKL-SHAH-04	OTCP-SHAH-04	LUIS JOAQUIN	DESGASTE DE BUSHING	BUSHING RETAINER PLATE / UM-063-231T	1	UNO	SIN CODIGO	STOCK DE TALLER MANTO (USADO)	1	UNIDAD DE ROTACION	MECANICO	DESGASTE PREMATURO	17/10/2016	18/10/2016
11	SHAHUINDO	11/11/2016	MCOR600-01	BKL-SHAH-11	OTCP-SHAH-05	CESAR BECERRA	MANOMETRO EN MAL ESTADO	MANOMETRO DIAL 2.1/2" 0-1500 PSI SALIDA LATERAL 1/4" NPT	1	UNO	M116010006	STOCK DE TALLER MANTO (USADO)	3	UNIDAD DE POTENCIA	MECANICO	DESGASTE PREMATURO	13/11/2016	13/11/2016
12	SHAHUINDO	11/11/2016	MCOR600-01	BKL-SHAH-06	OTCP-SHAH-05	CESAR BECERRA	BATERIA EN MAL ESTADO	BATERIA 23 PLACAS 12V	1	UNO	M120400001	PROY1410-2016-11-MANT-004	3	UNIDAD DE POTENCIA	MECANICO	DESGASTE NORMAL	13/11/2016	13/11/2016
13	SHAHUINDO	15/11/2016	MCOR600-01	BKL-SHAH-13	OTCP-SHAH-06	CESAR BECERRA	ENFRADOR SE ENCUENTRA MEZCLADO CON AGUA	ENFRADOR DE ACEITE HIDRAULICO TURBULAR	1	UNO		STOCK DE TALLER MANTO (USADO)	1	SISTEMA HIDRAULICO	MECANICO	FALTA DE MANTENIMIENTO	15/11/2016	16/11/2016
14	SHAHUINDO	14/02/2017	MCOR600-01	BKL-SHAH-07	OTCP-SHAH-07	JAIMÉ OREBEZO	PAJA DE MAL ESTADO	DRIVING BELT MANCORE 600 / UM-063-258T	1	UNO	M104020692	PROY1410-2017-02-MANT-002	2	UNIDAD DE ROTACION	MECANICO	DESGASTE PREMATURO	15/02/2017	
15	SHAHUINDO	25/02/2017	MCOR600-01	BKL-SHAH-07	OTCP-SHAH-07	JAIMÉ OREBEZO	PEDIDO PARA STOCK EN PROYECTO	DRIVING BELT MANCORE 600 / UM-063-258T	1	UNO	M104020692	PROY1410-2017-02-MANT-004	2	UNIDAD DE ROTACION	MECANICO	DESGASTE PREMATURO	25/02/2017	
16	SHAHUINDO	01/06/2017	MCOR600-01	BKL-SHAH-14	OTCP-SHAH-08	JAIMÉ OREBEZO	DESGASTE DE EJE DE BOMBA HIDRAULICA A10V028	EJE DE BOMBA HIDRAULICA A10V028 / EJE DENTADO 13-10	1	UNO	M103090178	PROY1410-2017-06-MANT-003	1	OTROS	MECANICO	DESGASTE PREMATURO	01/06/2017	06/06/2017
17	SHAHUINDO	10/06/2017	MCOR600-01	BKL-SHAH-15	OTCP-SHAH-09	JAIMÉ OREBEZO	SPRING PLATE SE ENCUENTRA DESGASTADO	SPRING PLATE / UM-063-106G / MANCORE 600	1	UNO	M104020870	PROY1410-2017-06-MANT-005	1					
18	SHAHUINDO	10/06/2017	MCOR600-01	BKL-SHAH-16	OTCP-SHAH-09	JAIMÉ OREBEZO	VALVULA SE ENCUENTRA DESGASTADO	FLOW CONTROL RD197530 / UM-097-25 / MANCORE	1	UNO	M103230168	PROY1410-2017-06-MANT-005	1					
19	SHAHUINDO	10/06/2017	MCOR600-01	BKL-SHAH-17	OTCP-SHAH-09	JAIMÉ OREBEZO	VALVULA SE ENCUENTRA DESGASTADO	PRESSURE REDUCING RPM ROTATION / UM7097218 / MANCORE	1	UNO	M103230169	PROY1410-2017-06-MANT-005	1					
20	SHAHUINDO	10/06/2017	MCOR600-01	BKL-SHAH-18	OTCP-SHAH-09	JAIMÉ OREBEZO	VALVULA SE ENCUENTRA DESGASTADO	VALVE FLOATING / UM7097224 / MANCORE	1	UNO	M103230170	PROY1410-2017-06-MANT-005	1					
21	SHAHUINDO	10/06/2017	MCOR600-01	BKL-SHAH-19	OTCP-SHAH-09	JAIMÉ OREBEZO	ADAPTADOR EN MAL ESTADO	FUEL LINE CHECK VALVE / UM70977816A / MANCORE	1	UNO	M108080098	PROY1410-2017-06-MANT-005	1					
22	SHAHUINDO	10/06/2017	MCOR600-01	BKL-SHAH-20	OTCP-SHAH-09	JAIMÉ OREBEZO	BUSHING EN MAL ESTADO	HARDENED BUSHING / UM-063-115K / MANCORE 600	1	UNO	M104020729	PROY1410-2017-06-MANT-005	1					
23	SHAHUINDO	10/06/2017	MCOR600-01	BKL-SHAH-21	OTCP-SHAH-09	JAIMÉ OREBEZO	SE ENCUENTRA EN MAL ESTADO EL ADAPTADOR	ADAPTER / UM7063140F / MANCORE 600	1	UNO	M103220164	PROY1410-2017-06-MANT-005	1					
24	SHAHUINDO	10/06/2017	MCOR600-01	BKL-SHAH-22	OTCP-SHAH-09	JAIMÉ OREBEZO	SELLOS DESGASTADO	DRING SEAL FLANGE / RTF740712 / MANCORE	1	UNO	M119010160	PROY1410-2017-06-MANT-005	1					
25	SHAHUINDO	10/06/2017	MCOR600-01	BKL-SHAH-23	OTCP-SHAH-09	JAIMÉ OREBEZO	SELLOS DESGASTADO	DRING SEAL HOUSING COVER / RTF740713 / MANCORE	1	UNO	M119010161	PROY1410-2017-06-MANT-005	1					
26	SHAHUINDO	10/06/2017	MCOR600-01	BKL-SHAH-24	OTCP-SHAH-09	JAIMÉ OREBEZO	COUPLING SE ENCUENTRA DESGASTADO	COUPLING / UM-063-137F / MANCORE 600	1	UNO	M103090188	PROY1410-2017-06-MANT-005	1					
27	SHAHUINDO	10/06/2017	MCOR600-01	BKL-SHAH-25	OTCP-SHAH-09	JAIMÉ OREBEZO	MANOMETRO EN MAL ESTADO	MANOMETRO DE PRESION DE ACEITE 0 - 80 PSI / MODELO: 881 / P/	1	UNO	M116010077	PROY1410-2017-06-MANT-005	1					
28	SHAHUINDO	10/06/2017	MCOR600-01	BKL-SHAH-26	OTCP-SHAH-09	JAIMÉ OREBEZO	MANOMETRO EN MAL ESTADO	MANOMETRO DE TEMPERATURA 100 - 280° F / MODELO: 100182 / P/	1	UNO	M116030012	PROY1410-2017-06-MANT-005	1					