

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA-ENERGIA



“OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERIA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ”

**INFORME SOBRE SERVICIOS PROFESIONALES PARA OPTAR EL
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO**

AUTOR: Bachiller GROBER JOSE H. NOLASCO CULQUICONDOR

CALLAO – PERU

2009

RESUMEN

Actualmente los equipos de perforación y equipos de carguío forman parte fundamental para el desarrollo de la producción en la minería peruana.

Este trabajo contiene criterios de selección teniendo en cuenta la operación y producción en lo referente a equipos drilling, loaders y trucks.

La información esta basada en los trabajos realizados en la empresa Sandvik del Perú S.A, la finalidad es brindar conocimiento del fascinante campo de acción que comprende la maquinaria pesada en nuestro país; en el cual alcanzar altos rendimientos en la operación de equipos y maximizar la vida útil de los mismos es la meta que todo Ingeniero vinculado en el área de mantenimiento trata de lograr.

El Capitulo 1 presenta los objetivos generales importantes para las personas vinculadas a la minería subterránea y empresas contratistas que son factores fundamentales para la producción en distintas compañías mineras.

Los objetivos específicos, brindan un concepto real acerca de los equipos de minería subterránea, lograr disminuir los costos de mantenimiento y aumentar la disponibilidad de los equipos.

El Capitulo 2 muestra lo que significa la empresa SANDVIK en la minería peruana, los principales contratos de servicio en el que se detalla uno en especial, el Contrato Volcan-Andaychagua, teniendo en cuenta su ubicación geográfica y actividades de la misma; por otra parte se realizará una descripción de las especificaciones técnicas de los principales equipos de perforación y carguío que forman parte de este importante contrato.

El Capitulo 3 tratará de equipos de perforación tipo hidráulico, diseñados para trabajos en minería, preparación y perforación de túneles de funcionamiento independiente para la realización de orificios verticales,

horizontales e inclinados. Así también se realizará la descripción del funcionamiento de la perforadora considerando los principios de funcionamiento del equipo de perforación.

El Capítulo 4 detalla las generalidades y principios básicos de los equipos loaders y trucks determinando la capacidad de estos para cargar, acarrear y voltear material de roca de acuerdo a las condiciones de las minas.

Los criterios de selección de un equipo de carguío, están incluidos en este importante capítulo, teniendo en cuenta las características de los principales sistemas que forman parte de este tipo de maquinaria.

El capítulo 5 muestra la organización y control de mantenimiento, priorizando las principales funciones del personal que forma parte de los contratos de servicios y detallando el valor agregado que ofrece el servicio de terceros.

El capítulo 6 detalla los conceptos del mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, teniendo en cuenta indicadores para la innovación actual de la gestión de mantenimiento.

El capítulo 7 tratará sobre la sustitución de equipos en minería utilizando diversos factores que afectan el costo de poseer y operar una maquinaria para minería teniendo presente lo siguiente: Costo inicial o valor de adquisición, valor de inversión media anual, valor de salvataje, número de años de uso y horas empleadas por año, condiciones de trabajo, costos fijos (depreciación, interés del capital invertido, seguros, impuestos, almacenaje, mantenimiento y reparaciones) y costos variables (combustibles, lubricantes, filtros y jornales).

De acuerdo al resultado del método a emplear determinaremos si el equipo en operación ya no es económico.

El capítulo 8 Se detalla el sistema OHSAS 18001 que permite a Sandvik como empresa identificar, priorizar y gestionar la salud mas los riesgos laborales como parte de sus prácticas normales de negocio. De esta forma

Sandvik se compromete a eliminar o minimizar riesgos para los empleados y a otras partes interesadas que pudieran estar expuestas a peligros asociados con sus actividades. La norma se basa en el conocido ciclo de sistemas de gestión de planificar-desarrollar-comprobar-actuar (PDCA) utilizando un lenguaje y una terminología familiar propia de los sistemas de gestión, también tratará sobre la norma ISO 14001 del sistema de gestión ambiental para controlar el impacto de las actividades mineras sobre el medio ambiente.

Al finalizar este importante estudio hallaremos las conclusiones, recomendaciones y bibliografía de textos de consulta y anexos utilizados en el presente informe.





Dedicatoria:

Quisiera dedicar este importante trabajo en primer lugar a mis padres por confiar en mí, a través de su cariño y humildad me han enseñado hermosas lecciones de vida. A mis abuelos, mi hermana Ilce, el tío Raúl y mi sobrina Mercedes por apoyarme en los momentos más difíciles de mi carrera. A todos un millón de gracias porque su apoyo fue la luz que me guió para ser una buena persona.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO
EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

INDICE

INTRODUCCION	9
 CAPITULO I		
1.1	Objetivo general.....	11
1.2	Objetivos específicos.....	11
 CAPITULO II		
2.1	Organización de la empresa.....	13
2.2	Empresa Sandvik del Perú S.A.....	17
2.2.1	Modalidad por contrato de servicio.....	19
2.2.2	Modalidad por alquiler de equipos.....	20
2.3	Contratos en Sandvik del Perú:	
	Sandvik Volcan-Andaychagua.....	21
2.3.1	Características generales de los equipos que trabajan en la Unidad Minera.....	24
 CAPITULO III		
3.1	Generalidades conceptos básicos y funcionamiento de los equipos de perforación.....	42
3.1.1	Descripción general.....	42
3.1.2	Diferencia entre perforadoras neumáticas e hidráulica ...	44
3.2	Factores a considerar en la selección de un jumbo.....	45
3.2.1	Perforadora.....	47
3.2.1.1	Áreas de trabajo.....	48
3.2.1.2	Punto piloto posterior.....	49
3.2.1.3	Recorrido delantero.....	50
3.2.1.4	Antes del impacto.....	51
3.2.2	Disposición de la perforadora.....	52
3.2.3	Rotación	53

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO
EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

3.2.4	Percusión	53
3.2.4.1	Fin de movimiento de reversa.....	54
3.2.4.2	Operación del distribuidor.....	55
3.2.4.3	Sistema de amortiguación.....	57
3.2.5	Avance.....	60
3.2.6	Brazo.....	62
3.2.7	Chasis.....	64
3.3	Principios de funcionamiento de un equipo de perforación	66
3.3.1	Selección de aceros de perforación	66
3.3.2	Elección del lugar de trabajo	68
3.3.3	Estabilidad durante el trabajo.....	69
3.3.4	Emboquillado	69
3.3.5	Perforación.....	71
3.3.6	Barrido de detritos.....	71
3.3.7	Energía de impacto.....	72
3.3.8	Atascamiento.....	74
3.4	Sistemas hidráulicos principales de un equipo de perforación	75

CAPITULO IV

4.1	Generalidades y principios básicos de los equipos de carguío y acarreo (LHD)	77
4.1.1	Descripción de los equipos LHD.....	77
4.1.2	Características principales.....	78
4.1.3	Factores que afectan la productividad y la operación del LHD	79
4.2	Selección y producción de un loader y camión.	80
4.2.1	Selección del equipo	82
4.2.1.1	Parte de un plan operativo.	82
4.2.1.2	Parte de un plan de selección.....	82

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO
EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

4.2.1.3	Parte de un plan de mantenimiento	82
4.2.1.4	Parte de un plan de soporte	82
4.2.1.5	Parte de un plan desarrollo por competencia.....	83
4.2.2	El equipo debe de satisfacer requerimientos y metas.....	83
4.2.2.1	Especificaciones y dimensiones.....	83
4.2.2.2	Producción deseada	83
4.2.2.3	Bajo costo operativo	83
4.2.3	Procedimientos de selección de equipo	84
4.2.3.1	Selección del equipo tiene que satisfacer Requerimientos.....	84
4.2.3.2	Herramientas a utilizar.....	85
4.2.3.3	Disposición de información básica de mina.....	85
4.2.4	Información requerida.....	86
4.2.4.1	Capacidad de transporte requerida.....	86
4.2.4.2	Arreglos para su trabajo.....	86
4.2.4.3	Peso Especifico del mineral	86
4.2.4.4	Factor de esponjamiento de la roca.....	86
4.2.4.5	Fragmentación	86
4.2.4.6	Dimensiones.....	86
4.2.4.7	Características de punto de carga, humedad, caída de roca,(etc.).....	87
4.2.4.8	Distancia de acarreo	87
4.2.4.9	Utilización del equipo	87
4.2.4.10	Ventilación disponible.....	87
4.2.4.11	Requerimientos por las condiciones de operación.....	87
4.2.4.12	Requerimiento local	87
4.2.5	Finalidad de la selección.....	87
4.2.5.1	Confiabilidad del equipo.....	87
4.2.5.2	Mayor productividad (Ton/Hora).....	87
4.2.5.3	Menor costo (\$/Hora).....	87

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO
EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

4.2.6	Menor costo en (\$/Tonelada) es afectada por la utilización del equipo.....	88
4.2.6.1	Reducción del Costo/Ton.....	88
4.2.7	Alto Costo, punto de reemplazo.....	89
4.2.8	Mayor productividad calculo de producción en Tonelada/ Hora determinación de velocidad de desplazamiento.....	89
4.3	Determinación de velocidad de desplazamiento.....	90
4.3.1	Variación de la velocidad de acuerdo a la resistencia del rodado ó la Vía.....	91
4.3.2	Determinación de la producción en función de la distancia de acarreo y gradiente.....	93
4.4	Capacidad y tamaño de los equipos LHD.....	95
4.5	Ventilación.....	96
4.5.1	Ventilación requerida de los equipos LHD usado en minería subterránea.....	96
4.6	Equipos LHD eléctrico.....	97
4.7	Conjunto motor transmisión (Power train).....	98
4.7.1	Motores	98
4.7.2	Sistema de dirección	99
4.7.2.1	Principales componentes del sistema de dirección.....	101
4.7.3	Sistema de levante y volteo	105
4.7.3.1	Principales componentes del sistema de levante y volteo.....	106
4.7.4	Sistema de tren de potencia.....	110
4.7.4.1	Principales partes del sistema de transmisión	111
4.7.4.2	Hidráulica de transmisión.....	111
4.7.4.3	Transmisión.....	113
4.7.4.3.1	Selección de marchas.....	114
4.7.4.4	Convertidor de torque.....	117
4.7.4.4.1	Bomba de carga de caudal fijo (engranajes) (1.).....	118
4.7.4.4.2	Válvula reguladora cargada a resorte (2.).....	118
4.7.4.5	Enfriamiento de transmisión.....	119

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO
EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

4.7.4.6	Ejes.....	120
4.7.4.7	Cardanes.....	122
4.7.5	Sistema de frenos.....	123
4.7.5.1	Sistema de frenos de servicio.....	124
4.7.5.2	Freno de estacionamiento.....	124
4.7.5.3	Sistema de freno de emergencia.....	125
4.7.5.4	Acumulador de presión de carga.....	125
4.7.5.5	Sistema de barrido de frenos.....	126
4.7.5.6	Sistema de frenos posi-stop.....	127

CAPITULO V

5.1	Organización y control de mantenimiento.....	129
5.1.1	Organización.....	129
5.1.2	Organigrama	130
5.1.2.1	Organigrama – Resumen	130
5.1.2.2	Funciones del personal en mina	130
5.1.2.2.1	Residente de contrato de servicio.....	131
5.1.2.2.2	Asistente de residente.....	131
5.1.2.2.3	Instructor.....	133
5.1.2.2.4	Mecánico de primera.....	133
5.1.2.2.5	Mecánico de segunda.....	134
5.1.2.2.6	Electricista de primera.....	134
5.1.2.2.7	Electricista de segunda.....	135
5.1.2.2.8	Almacenero.....	136
5.1.2.2.9	Otras labores adjuntas.....	137
5.1.3	Talleres.....	138
5.1.3.1	Taller principal.....	139
5.1.3.2	Taller de nivel o de interior mina.....	139
5.1.3.3	Ventaja de localización de los talleres.....	140
5.1.3.4	Equipos y herramientas.....	140
5.1.3.4.1	Taller principal.....	141

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO
EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

5.1.3.4.2	Taller de soldadura.....	141
5.1.3.4.3	Taller de llantas.....	141
5.1.3.4.4	Taller eléctrico de equipo pesado.....	142
5.1.3.4.5	Taller de componentes.....	142
5.1.3.4.6	Taller de lubricación	143
5.1.3.4.7	Herramientas y materiales en general.....	143
5.1.4	Reparaciones.....	144
5.1.5	Servicio de terceros.....	145

CAPITULO VI

6.1	Importancia del mantenimiento.....	148
6.1.1	Mantenimiento preventivo (MP).....	150
6.1.2	Mantenimiento correctivo y predictivo.....	154
6.2	Clases de mantenimiento.....	155
6.2.1	Mantenimiento por corrección de avería o correctivo.....	155
6.2.2	Mantenimiento programado	156
6.2.3	Mantenimiento preventivo.....	156
6.2.4	Mantenimiento predictivo.....	156
6.2.5	Mantenimiento con proyecto o ingeniería preventiva	157
6.2.6	Mantenimiento de reacondicionamiento Sistemático.....	157
6.3	Servicio diario.....	157
6.3.1	Servicio menor.....	158
6.3.2	Servicio mayor.....	159
6.3.3	Controles.....	165
6.3.3.1	Cartilla de inspección diaria.....	166
6.3.3.2	Cartilla de servicio menor o de 125 horas.....	167
6.3.3.3	Cartilla de servicio mayor o de 1000 horas.....	168
6.3.3.4	Cuadro de mantenimiento predictivo	

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO
EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

	(análisis de aceite).....	168
6.3.3.5	Cuadro de performance mensual.....	170
6.3.3.6	Cuadro de desgaste de cuchara.....	171
6.3.3.7	Cuadro de consumo de repuestos.....	172
6.3.3.8	Historial de equipos.....	173
6.3.3.9	Programa del mantenimiento preventivo de loaders.....	174
6.3.3.10	Programa del mantenimiento preventivo de camiones.....	175
6.3.3.11	Programa del mantenimiento preventivo de Jumbos.....	176

CAPITULO VII

7.1	Reemplazo de equipos en minería subterránea en base a los costos de operación	178
7.1.1	Factores que determinan el reemplazo de los equipos.....	179
7.2	Modelos de sustitución.....	181
7.2.1	Estudio estadístico de los costos del equipo (COP).....	181
7.2.2	Costos de operación.....	182
7.2.3	Costos de posesión.....	186
7.2.4	Financiación y amortización.....	189
7.2.5	Valor residual.....	190
7.3	TCO y ROI.....	191
7.4	Vida útil de un equipo.....	192
7.5	Comparación de costos entre un equipo nuevo y un usado.....	193

CAPITULO VIII

8.1	Sistema de gestión de medio ambiente ISO 1400 y gestión de seguridad y salud ocupacional OHSAS 18001....	194
8.1.1	Aspectos comunes a los diferentes sistemas.....	195

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO
EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

8.2	ISO 14001 y OHSAS 18001.....	196
8.2.1	Requisitos de las normas ISO 14001: 2004 – OHSAS 18001: 2007.....	197
8.2.2	Identificación de peligros y evaluación de control de riesgos (IPER).....	197
8.3	Sistema integrado de gestión.....	199
8.3.1	Generalidades de los sistemas de gestión y seguridad ocupacional.....	200
8.3.2	Generalidades de los sistemas de gestión ambiental.....	202
8.3.3	Auditoria para el sistema integrado de gestión de medio ambiente, Seguridad y salud ocupacional.....	207

CAPITULO IX

Conclusiones.....	209
Recomendaciones.....	211
Bibliografía.....	213
Anexos.....	215

INTRODUCCION

PROBLEMA

El problema común de la maquinaria pesada en minería subterránea es lograr establecer un programa de mantenimiento preventivo con un sistema de inspecciones periódicas más adecuadas al contexto de operación que no solo sean técnicamente factibles sino económicamente viables y lograr que las distintas áreas ajenas al mantenimiento, las cuales forman parte de las empresas mineras, se comprometan a un mismo fin.

OBJETIVOS

El objetivo de este informe es dar a conocer los diversos programas de mantenimiento según las condiciones en las cuales los equipos de perforación y carguío trabajan en distintas unidades mineras del país.

De esta manera el mantenimiento estará orientado a los negocios y orientado a los resultados; es decir en criterios técnicos: Reducir los gastos ocasionados por las reparaciones, pues influenciará en la disponibilidad mecánica de los equipos, indicador de mantenimiento muy importante para los resultados de la producción. Y en criterio humano educar a la organización para alcanzar un nivel de entendimiento, más el reconocimiento del rol fundamental del mantenimiento; sin olvidar el impacto ambiental que este rubro produce, por lo que cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente son de gran importancia.

MARCO TEORICO

Los equipos de perforación y carguío son parte de la producción de acuerdo a los distintos diseños de los mismos. Teniendo en cuenta las condiciones de la mina se ha logrado incrementar el rendimiento en las labores de desarrollo y a la vez se ha permitido trabajar con leyes

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

más altas las cuales son compensadas con un mayor volumen productivo.

Los precios de los metales es un factor importante en la aplicación de programas de mantenimiento dependiendo del precio de los minerales muchas compañías mineras cambian radicalmente sus programas de mantenimiento, realizando overhaul a equipos que sobrepasen las 14,000 horas de trabajo y considerando en algunos casos dar de baja a equipos que ya cumplieron su ciclo de vida. El presente trabajo tendrá en cuenta el criterio de selección de equipo para maquinaria pesada tanto para equipos de carguío como equipos de perforación.

CAPITULO I

1.1 OBJETIVO GENERAL

El propósito general del presente estudio es brindar importantes aportes a las personas que forman parte de la minería subterránea y empresas contratistas que son factores importantes para el logro de las metas de producción.

Ingenieros, estudiantes y técnicos vinculados en el área de mantenimiento de maquinaria pesada, podrán encontrar la información necesaria para ampliar sus conocimientos y obtener un buen desempeño en lo profesional.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

La aplicación de Operación y mantenimiento de equipos de perforación y carguío en la minería peruana mejorará la gestión de mantenimiento en distintas unidades mineras del país asegurando la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos a fin de lograr los objetivos principales de la producción.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO
EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

Planificar las actividades de mantenimiento los recursos necesarios y tiempos para llevar con éxito la gestión.

Explicar e interpretar de una manera mas clara y precisa los conceptos básicos de la maquinaria pesada en la minería peruana.

CAPITULO II

2.1 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

GRAFICO N° 1

Sandvik Mining and Construction

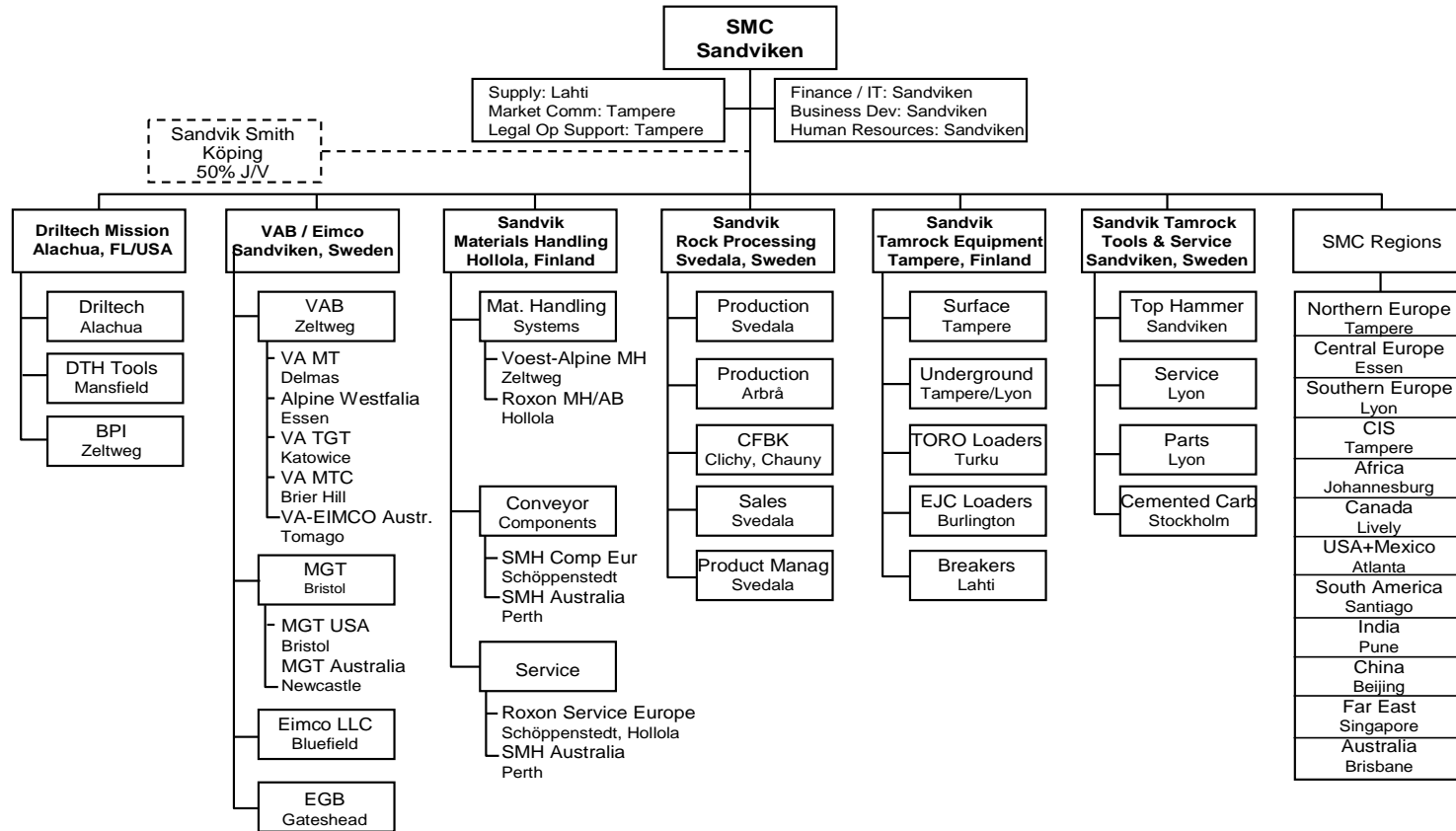


GRAFICO N°2

Organization chart

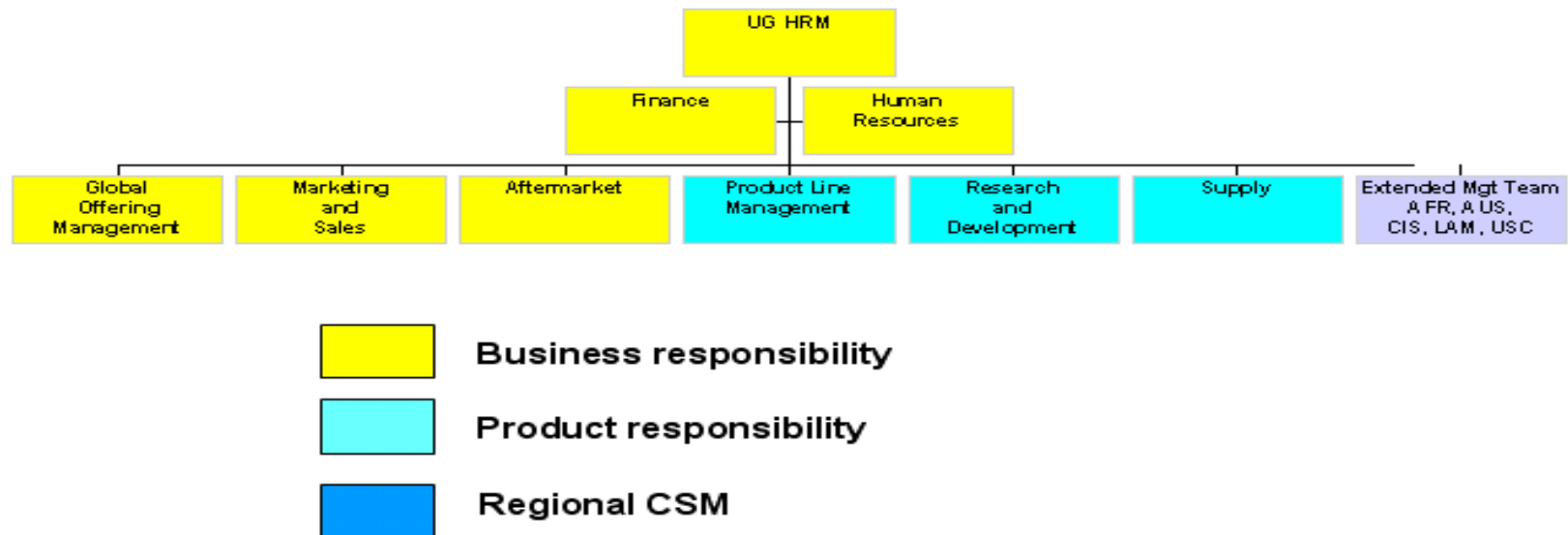


GRAFICO Nº 3

Sandvik Mining and Construction Regions

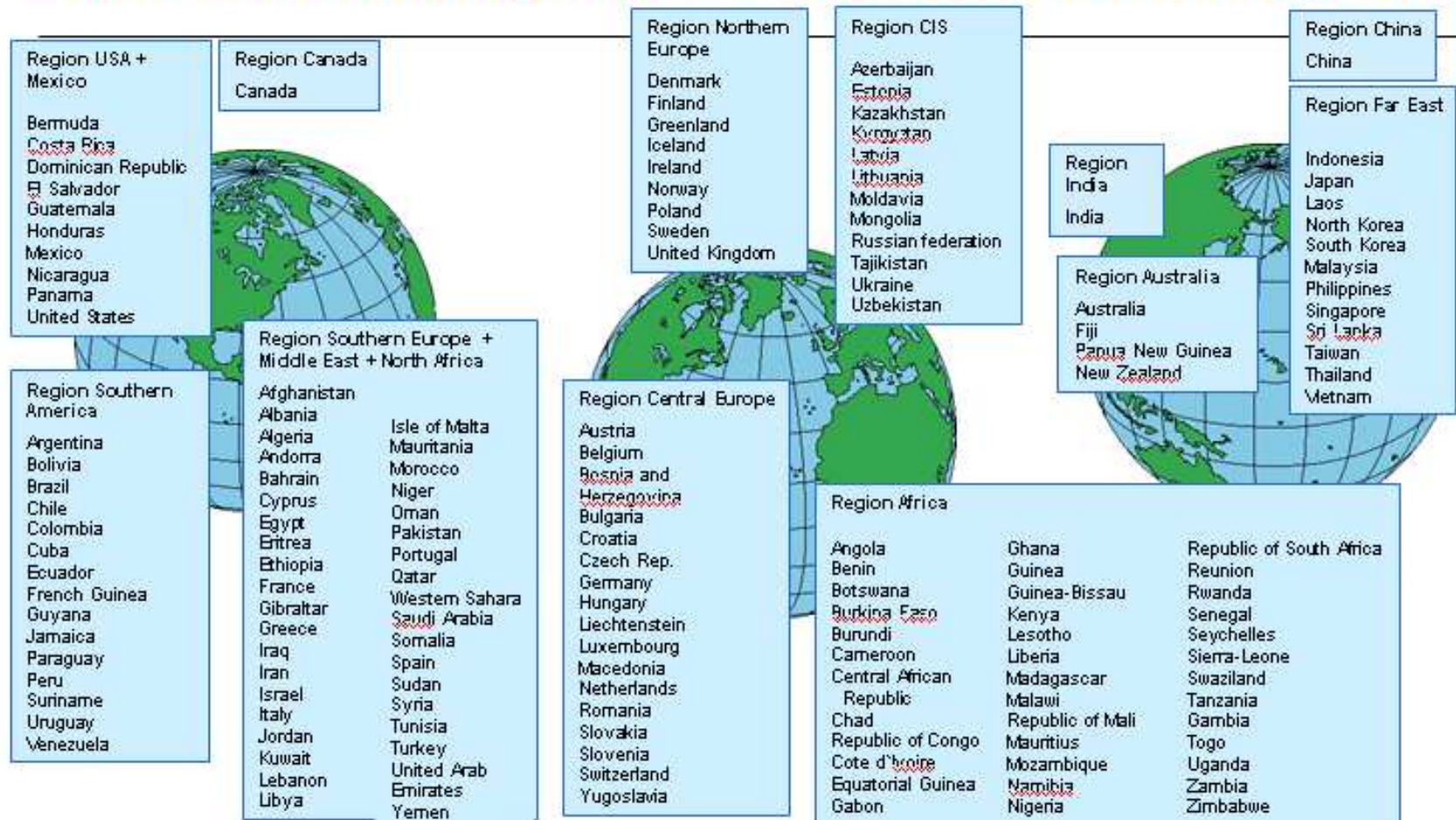
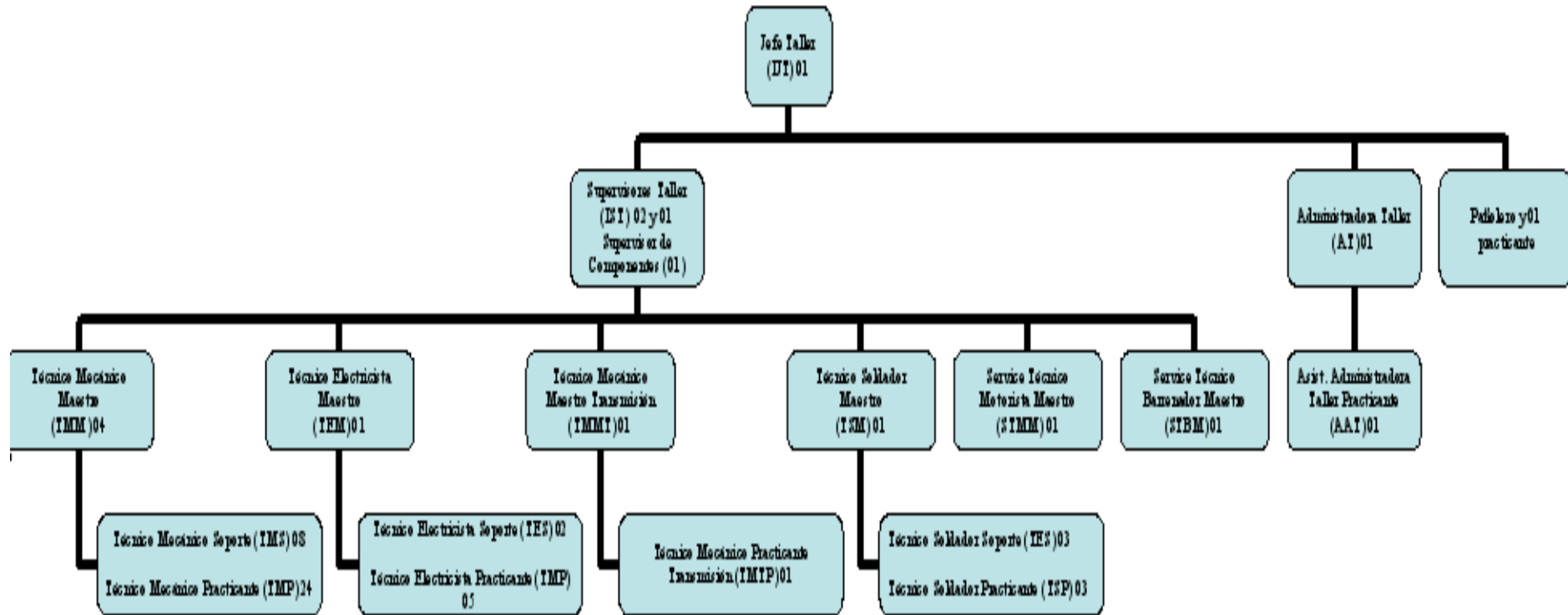


GRAFICO Nº 4

ORGANIGRAMA DE TALLER SANDVIK DEL PERU



2.2 EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ S.A.

Tamrock ha sido conocida como una corporación internacional de ingeniería mecánica, fundada en el año 1856. Hoy en día la marca Tamrock es uno de los líderes mundiales en la fabricación de equipos para perforación, excavación, demolición y transporte de rocas y minerales. Cuenta con una red mundial de 50 subsidiarias en 24 países, más un gran número de distribuidoras.

En cada fábrica de Tamrock se cuenta con la tecnología más avanzada y moderna, en busca de la calidad total en la producción. Con el mismo fin, se han establecido controles y normas cualitativas que van desde la materia prima hasta el procesamiento y terminación de los equipos, los cuales cuentan con el certificado de calidad ISO 9001, proporcionando así seguridad y confianza a cada uno de sus clientes.

Desde 1997 Tamrock pertenece al grupo empresarial sueco Sandvik AB, una corporación internacional de ingeniería en materiales de alta tecnología, que cuenta con 300 subsidiarias y representación en 130 países. Uno de los principales sectores de esta empresa es Sandvik Minería y Construcción, que comprende a su vez Sandvik Rock Tools y Tamrock.

Mientras la marca Tamrock es el líder en equipos y maquinarias, la marca Sandvik Rock Tools es el proveedor mundial de herramientas para perforación de roca. Combinadas, ambas compañías pueden ofrecer a sus clientes máxima productividad a través de un sistema total de soluciones que incluye maquinaria, servicio y herramientas. En otras palabras, todo lo que el cliente requiera tanto en minería como en construcción.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

Sandvik Mining and Construction cuenta con las siguientes líneas de productos:

- Tamrock:
Jumbos electro-hidráulicos y Trackdrills hidráulicos. cargadores frontales y camiones de bajo perfil
- Sandvik Rock Tools
Brocas de perforación, barras, tubos, adaptadores de culata, barrenos integrales, brocas cónicas y afiladoras.

Sandvik del Perú S.A. ofrece a sus principales clientes y empresas contratistas 02 modalidades de contrato a fin de mejorar los resultados en las operaciones mineras estas son:

1. Modalidad por contrato de servicios
2. Modalidad por Alquiler de Equipos

2.2.1 Modalidad por contrato de servicio

Esta modalidad de Contrato se compromete a prestar servicios integrales de asesoría, consultoría, supervisión e inspecciones técnicas de ser el caso y a solicitud de la empresa minera o contratista, para el adecuado desempeño de los equipos utilizados por esta, así como para su mantenimiento y reparación en caso presenten desperfectos.

Sandvik se compromete a implantar los programas de supervisión, mantenimiento preventivo y programado de los equipos, según normas establecidas por el fabricante así también brindar el servicio técnico necesario y conveniente para el cumplimiento del mantenimiento diario y programado de las reparaciones operativas y rutinarias, exceptuando los overhaul.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

Para un completo servicio, Sandvik realiza las coordinaciones con la empresa minera o contratista todo lo relacionado con las asesorías, consultorías, recomendaciones y demás funciones que fuesen necesarias para el mantenimiento preventivo y adecuado funcionamiento de los equipos a fin de dar cumplimiento a las pautas establecidas por su fabricante.

Sandvik efectúa la evaluación mas asesoramiento en la forma y periodicidad que estime conveniente, para optimizar el servicio de los operadores calificados asignados a los equipos se proporciona información técnica necesaria para el mantenimiento de los equipos.

El contrato cuenta con gente capacitada entre técnicos mecánicos, eléctricos, personal administrativo e ingenieros mecánicos, para el cumplimiento de objetivos y la adecuada prestación del servicio requerido por la empresa minera o contratista.

En lo referente a la tarifa por el contrato de servicios esta comprende las siguientes variables:

- Días al mes que trabajará el personal
- La cantidad de personal que brindará los servicios
- El número de equipos a brindar por el servicio
- Tarifa (U\$ / personal x Día), según acuerdo con el cliente.

Por otra parte la disponibilidad de los equipos es fundamental a fin de determinar la operatividad de los equipos, normalmente la disponibilidad estipulada por Sandvik tendrá que ser mayor a lo establecido; de lo contrario existirá una penalidad o descuento el cual es el resultado de multiplicar el monto total del contrato de servicios por un factor menor a uno.

2.2.2 Modalidad por alquiler de equipos

Para la modalidad de alquiler de equipos Sandvik del Perú S.A debe tener en cuenta los costos que representa por posesión como por operación para de esta manera conocer con certeza la suma invertida en la labor ejecutada.

Existen varios métodos para calcular el costo probable de poseer y operar los equipos pero ninguno de ellos da resultados exactos. Siendo lo óptimo, una buena aproximación al costo real.

Las estadísticas de costos de equipos usados, por parte de empresas como Sandvik constituye una buena fuente de información que debe utilizarse como guía toda vez que sea posible; pero nunca pudiéndose asegurar que dos máquinas similares tengan los mismos costos de operación por que las condiciones de trabajos siempre son diferentes.

Entre los factores que afectan el costo de poseer y operar maquinaria podemos enumerar los siguientes costo inicial o valor adquisición, valor de inversión media anual, valor de salvataje, números de años de uso y horas empleadas por año, condiciones de trabajo, costos fijos (depreciación, interés de capital invertido, seguros, impuestos, almacenaje, mantenimiento y reparaciones) y costos variables (combustibles, lubricantes, filtros y jornales).

Es importante indicar asimismo que para el análisis del costo de hora-máquina se consideran condiciones medias o promedio de trabajo por lo que cada vez que se analiza un proyecto en obra, es necesario estudiar con cuidado las condiciones de trabajo y hacer las correspondientes

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

modificaciones a las tarifas utilizando para ello la experiencia y sentido común del ingeniero encargado de elaborar el correspondiente análisis del costo; La cantidad de dinero invertido en adquirirla, hacerla funcionar, realizar trabajo y mantenerla en buen estado de conservación, es decir que en este costo debe incluirse los gastos fijos como los gastos variables.

Sandvik en distintas minas del Perú brinda equipos en alquiler con una tarifa de acuerdo a las condiciones de operación y organizados contratos de Servicios.

Para tener una idea clara, de como es la organización de un contrato de Servicio y equipos en alquiler, tomaremos como referencia el contrato de Servicios en Volcan uno de los contratos modelos de Sándvik del Perú S.A.

2.3 CONTRATOS EN SANDVIK DEL PERU: SANDVIK VOLCAN-ANDAYCHAGUA

MINA VOLCAN – ANDAYCHAGUA

- **Inicio de Operaciones** : Mayo de 1982
- **Ubicación** : Provincia de Yauli, Departamento de Junin
- **Altitud** : Entre los 4500 y 5000 msnm
- **Accesibilidad** : Vía terrestre
- **Sistema de Trabajo** : Empleados, 14 días de labor y 07 días libres
- **Producto** : Plomo, Zinc y plata
- **Explotación** : 629,684 Toneladas métricas de mineral
- **Capacidad de Planta** : 2400 tm/día
- **Métodos de Exploración** : Labores Mineras y Perforación

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

Diamantina

- **Métodos de Explotación** : Mecanizado

GRAFICO N°5
VOLCAN COMPAÑÍA MINERA

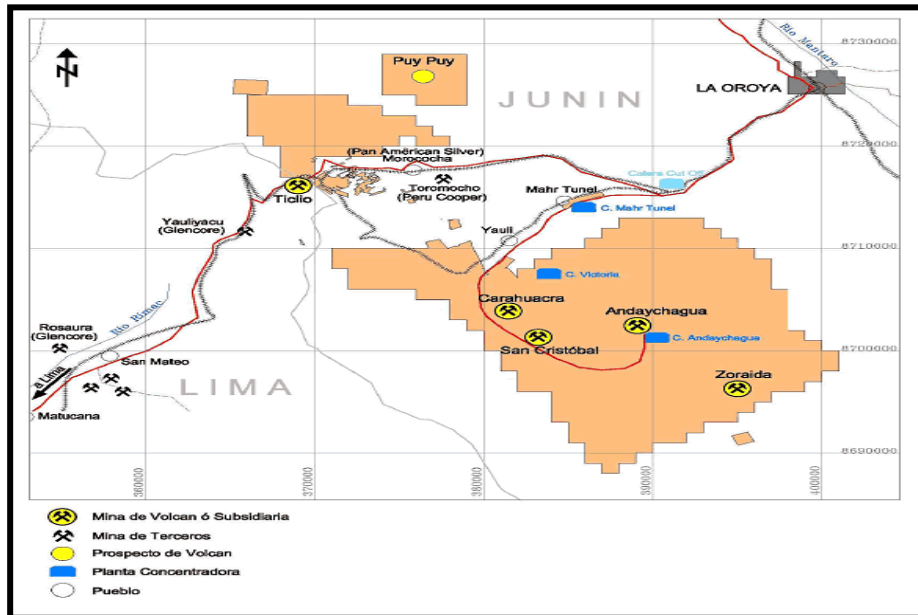
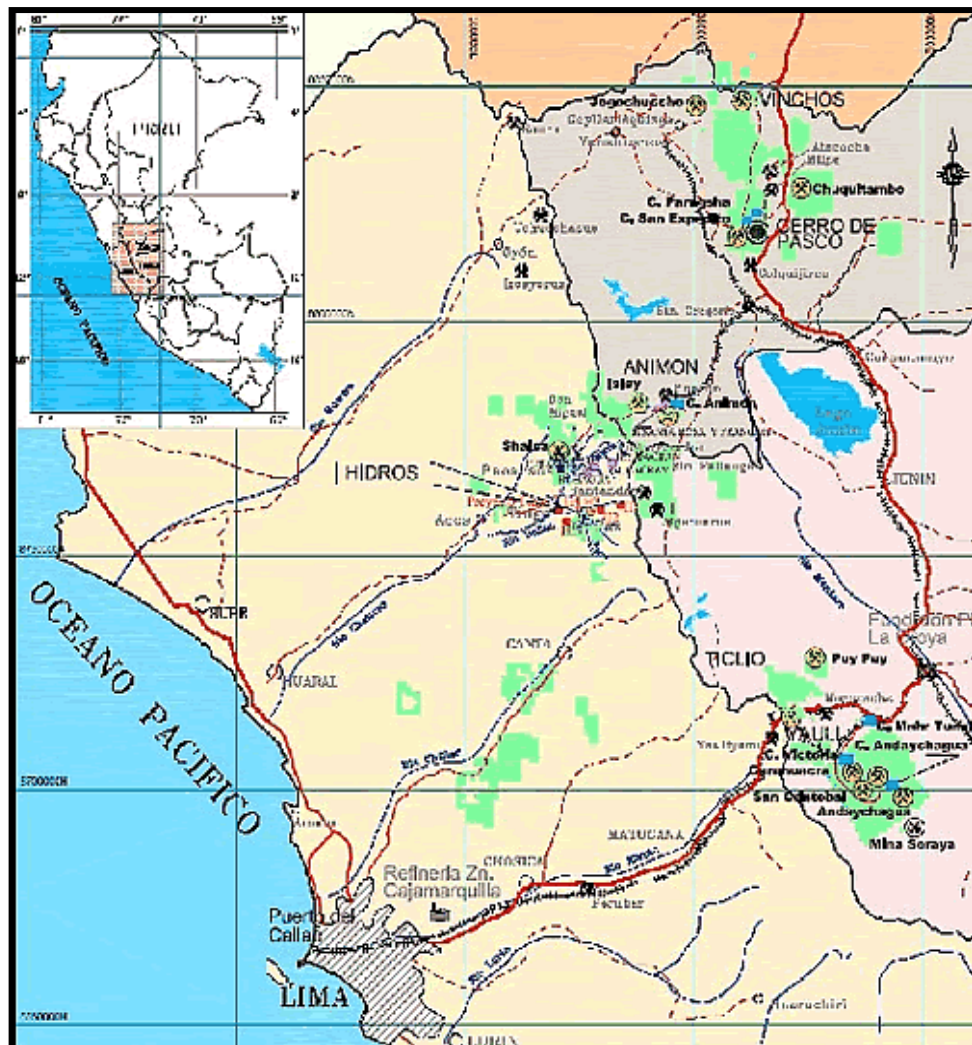


GRAFICO N° 6
OPERACIONES EN MINA ANDAYCHAGUA



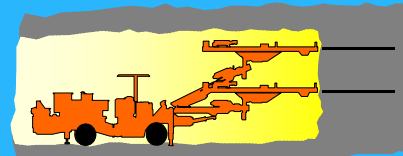
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

GRAFICO Nº 7



Perforación & Tuneles

Perforación mecanizada



Perforación manual



**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERIA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

**2.3.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS EQUIPOS QUE
TRABAJAN EN LA UNIDAD MINERA**

EQUIPO	MODELO	MARCA
1.-JUMBO ELECTROHIDRAULICO (CN-53)	AXERA 5-126	SANDVIK-TAMROCK
2.-JUMBO ELECTROHIDRAULICO (CN-54)	QUASAR	SANDVIK TAMROCK
3.-LOADER (CN-55)	EJC 145D	SANDVIK-TAMROCK
4.-LOADER (CN-56)	TORO 007	SANDVIK-TAMROCK
5.-TRUCK (CN-57)	EJC 417	SANDVIK TAMROCK
6.-LOADER (CN-58)	TORO 151	SANDVIK TAMROCK

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA MAQUINARIA

1. JUMBO ELECTROHIDRAULICO (CN-53)

MARCA: SANDVIK TAMROCK MODELO: AXERA 5-126

UBICADO EN LA UNIDAD MINERA VOLCAN-ANDAYCHAGUA
DESPLAZAMIENTO MEDIANTE MOTOR DIESEL.

CARRIER:

- 01 Motor Diesel Especificaciones:
 - Marca : Deutz BF4L2011, 55 Kw. (74HP).
 - B : Motor con turbo alimentación
 - F : Motor de cuatro tiempos, de rotación rápida.
 - 4 : Número de Cilindros
 - L : Refrigeración de aire
 - 20 : Serie de construcción
 - 11 : Carrera de pistón
- 01 Bomba de inyección
- 01 alternador
- 01 arrancador

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

- Filtros:

ITEM	N/P TAMROCK	N/P DONALDSON	ALTERNATIVO	DESCRIPCION	CANT	SISTEMA	CAMBIO CADA
1	55037836	No Compatible		FILTRO SEPARADOR DE AIRE/AGUA	1	COMPRESOR	125 Hras.
2	81649209	P552518	P550095	FILTRO DE ACEITE COMPRESOR	1	COMPRESOR	200 Hras.
3	89732099	P778979		FILTRO DE AIRE PRIMARIO DEL COMPRESOR	1	COMPRESOR	200 Hras.
4	89732119	P780018		FILTRO DE AIRE SECUNDARIO DEL COMPRESOR	1	COMPRESOR	400 Hras.
7	03582228	No Compatible		FILTRO SEPARADOR DE ACEITE	1	COMPRESOR	250 Hras.
5	71198830	P550587	P550588	FILTRO DE COMBUSTIBLE	1	MOTOR	125 Hras.
6	71198836	P554770		FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	1	MOTOR	125 Hras.
11	77007055	P828889		FILTRO DE AIRE PRIMARIO DE MOTOR	1	MOTOR	(*)
12	77007056	P829333		FILTRO DE AIRE DE SEGURIDAD DE MOTOR	1	MOTOR	(**)
8	85079409	No Compatible		FILTRO DEL RESPIRADERO	1	HIDRAULICO	500 Hras.
9	81558479	P164174	P164166	FILTRO HIDRAULICO DE ALTA PRESION	1	HIDRAULICO	1000 Hras.
10	73833256	No Compatible	73833253	FILTRO HIDRAULICO DE RETORNO	1	HIDRAULICO	1000 Hras.
14		P550268		FILTRO HIDRAULICO	1	HIDRAULICO	1000 Hras.
13	7794282	No Compatible		FILTRO DE TRANSMISION	1	TRANSMISION	500 Hras.

- Transmisión hidrostática
Marca: Drop Gear Clark-Hurth
- Ejes delantero y posterior
Marca : Case New Holland D45
Oscilación : Eje posterior, 2 x 10 °
Llantas : Medidas 12 x 20
- Dirección : Estructura dirección, 2 x 40°
- Frenos
 - Servicio : transmisión hidrostática+Frenado positivo
 - Emergencia : Múltiple discos de frenos
Hidráulicamente sumergidos en ambos ejes
 - Parqueo : Múltiple discos de frenos
Hidráulicamente sumergidos en ambos ejes.
- Estabilizadores : Dos gatas hidráulicas delanteras
Dos gatas hidráulicas posteriores
- Techo de seguridad : Hidráulico, con sistema de protección ROPS-FOPS

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

Capacidad de descenso : 1000 mm

- Tanque de Combustible : 80 Litros
- Tanque Hidráulico : 55 Litros.

CIRCUITO DE AIRE:

- Compresor : CT 10 Tipo Tornillo
 - Capacidad : 1.0 Metro cúbico/Minuto a 7.0 bar de Presión
- Motor Eléctrico : 7.5 Kw. (10HP)
- Mecanismo de lubricación de shank: 1 x KVL 10-1
 - Consumo de aire : 250-350 l/min.
 - Consumo de aceite : 180-250 g/hora

CIRCUITO DE AGUA:

- Bomba booster de agua : Tipo centrifuga
 - Capacidad : 2000 l/Hora a 15 bares de presión
- Motor Eléctrico : 4.0 Kw. (5.5HP)
- Enfriador de Aceite : OW30
 - Capacidad de enfriamiento: 30 Kw.

SISTEMA ELECTRICO:

- Poder total instalado : 73 Kw.
- Switch principal : 1 x MSE 05
- Voltaje : 380-660 v
- Frecuencia : 50-60Hz
- Método de arranque : Arranque directo
- Carrete de cable : Tipo TCR1
 - Capacidad : 100 Mts. de cable 32mm. O.D.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

- Luces
 - Luces de trabajo : 4x 70 watts, 24 Voltios
 - Luces de traslado : 4x 70 watts, 24 Voltios

PERFORADORA HLX5:

- Peso : 210 Kg.
- Longitud : 955 mm.
- Altura de perfil : 87 mm.
- Potencia : 20 kw
- Presión máxima de trabajo:
 - Percusión : 225 bar.
 - Rotación : 175 bar.
- Máximo torque : 400 Nm.
- Tamaño del agujero : 43-64mm
- Acero recomendado : T38- H35-R32
T38- H35-Alpha 330
T38- R39-R35
- Shank adapter : 7304-7585-01(T38)
- Presión de barrido por agua: 10-20 bares.

VIGA DE AVANCE TF500:

- Tipo de avance : Cilindro- Cable de Acero
- Fuerza de avance : 25 KN

TF 500	500x10	500x12	500x14	500x16
Total length (mm)	4660	5270	5880	6490
Drill steel length (mm)	3090	3700	4305	4915
Hole depth (mm)	2830	3440	4050	4660
Net weight (kg)	470	500	530	560

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

MODELO DE BRAZO B26 F BOOM:

- Tipo : Retención paralela
- Peso con mangueras : 1900 Kgs.
- Mecanismo de giro : 360°
- Extensión del brazo : 1200 mm.
- Extensión del avance : 1600 mm.

SISTEMA DE CONTROL THC 560:

- Control de mando : Control de mando totalmente regulable
Control de emboquillado regulable
- Control de rotación : Velocidad de rotación regulable
rotación reversible
- Funcione automáticas : - Emboquillado
- Control de avance y percusión
- Antiatasque
- Barrido
- Parada y retorno
- Controles del brazo : Completamente proporcional

FUENTE DE ENERGIA HP 560:

- Motor Eléctrico : 1 x 55 Kw (75Hp).
Motor trifásico.
- Tipos de Bomba
 - Percusión, avance y brazo: Bomba axial de pistones
1 x 130 l/min. Bomba de desplazamiento variable
 - Rotación : 1 x 60 l/min. Bomba de engranajes.
- Filtración : Presión 1 x 20 micrones
Retorno 1 x 10 micrones
- Volumen de tanque hidráulico: 180 Litros.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

2. JUMBO ELECTROHIDRAULICO (CN-54)

MARCA: SANDVIK TAMROCK MODELO: QUASAR

UBICADO EN LA UNIDAD MINERA VOLCAN-ANDAYCHAGUA

DESPLAZAMIENTO MEDIANTE MOTOR DIESEL.

CARRIER:

- 01 Motor Diesel Especificaciones:

Marca : Deutz F3L912W, 30 Kw. (41HP).

F : Motor de cuatro tiempos, de rotación rápida

3 : Número de Cilindros

L : Refrigeración de aire

9 : Serie de construcción

12 : Carrera de pistón

➤ 01 bomba de inyección

➤ 01 alternador

➤ 01 arrancador

- Filtros:

ITEM	N/P TAMROCK	N/P DONALDSON	DESCRIPCION	CANT	SISTEMA	CAMBIO CADA
1	73831155	P182059	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	1	MOTOR D.	(*)
2	73831153	P119410	FILTRO DE AIRE DE SEGURIDAD	1	MOTOR D.	(**)
3	71194347	71199685	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	1	MOTOR D.	125 Hras.
5	71195003	P553004	FILTRO DE COMBUSTIBLE	1	MOTOR D.	125 Hras
4	73832473	No Compatible	FILTRO DE PERCUSIÓN	1	PERCUSIÓN	1000 Hras.
6	71064054	P524392	FILTRO DE AIRE DEL COMPRESOR	2	COMPRESOR	200 Hras
7	73831130	P163542	FILTRO HIDRAULICO DE LA BOMBA	1	HIDRAULICO	1000 Hras.
8	73832474	No Compatible	FILTRO DE RETORNO HIDRAULICO	1	HIDRAULICO	1000 Hras.

- Transmisión hidrostática

➤ Una bomba : Desplazamiento variable
Axial de pistones, 0-75 cm³ / Rev.

➤ Cuatro ruedas Motor : Pistón radial.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

- Oscilación : Eje posterior, 2 x 6°.
- Llantas : 10 x 15°.
- Dirección : 10 x 30°.
- Frenos
 - Servicio : Transmisión Hidrostática
 - Emergencia y parqueo : Múltiple discos de frenos hidráulicamente sumergidos en cada rueda.
- Estabilizadores : Dos voladizos hidráulicos, delanteros dos gatas hidráulicas posteriores.
- Techo de seguridad : Hidráulico, con sistema de protección FOPS
- Capacidad de descenso : 900 mm
- Tanque de Combustible : 60 Litros
- Tanque Hidráulico : 130 Litros.

CIRCUITO DE AIRE:

- Compresor : CT 1 Tipo Pistón
 - Capacidad : 400 Lit/Minuto a 4.0 bar. de presión
- Motor Eléctrico : 3.0 Kw. (4HP)
- Mecanismo de lubricación: 1 x KVL 10-1 de shank

CIRCUITO DE AGUA:

- Bomba booster de agua : W.B.P.2, Tipo centrifuga
 - Capacidad : 4000 l/Hora a 15 bares de presión
- Motor Eléctrico : 4.0 Kw. (5.5HP)
- Enfriador de aceite : OC 25,
 - Capacidad de enfriamiento: 25 Kw.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

SISTEMA ELECTRICO:

- Poder total instalado : 60 Kw.
- Alto/ Bajo voltaje : Cabinas separadas
- Voltaje Standard : 380-660 v
- Voltaje Alternativo : 1000 v
- Frecuencia : 50-60Hz
- Método de arranque : Estrella/Delta
- Carrete de cable : Tipo CRQ
 - Capacidad : 80 Mts. de cable 32mm. O.D.
- Luces
 - Luces de trabajo : 2x 70 watts, 24 Voltios
 - Luces de traslado : 3x 70 watts, 24 Voltios

PERFORADORA X2 F:

- Peso : 135 Kg.
- Longitud : 969 mm.
- Altura de perfil : 87 mm.
- Potencia : 14-21 kw
- Presión máxima de trabajo:
 - Percusión : 160-210 bar.
- Tamaño del agujero : 43-64mm
- Acero recomendado : H32-H35
- Shank adapter : R38-T38-T45-R32

VIGA DE AVANCE TF500:

- Tipo de avance : CC 2500
- Fuerza de avance : 12 KN

	CC 2508	CC 2510	CC 2512	CC 2514
Total length (mm)	4055	4665	5275	5880
Drill steel length (mm)	2475	3090	3700	4305
Hole depth (mm)	2090	2700	3310	3910
Net weight (kg)	300	360	420	480
Feed force, max. (kN)	12	12	12	12

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

MODELO DE BRAZO B14 F BOOM:

- Tipo : Retención paralela
- Peso con mangueras : 1500 Kgs.
- Mecanismo de giro : 360°
- Extensión del brazo : 2000 mm.

SISTEMA DE CONTROL THC 560:

- Control de mando : Tipo IBCQF
- Funciones De Control :
 - Autoemboquillado
 - Preciso sistema antiatasque
 - Solamente una palanca para mediana y plena potencia.

3. LOADER MODELO EJC 145D (CN-54)

MARCA: SANDVIK TAMROCK MODELO: EJC 145 D

UBICADO EN LA UNIDAD MINERA VOLCAN-ANDAYCHAGUA

DESPLAZAMIENTO Y PROPULSION MEDIANTE MOTOR DIESEL.

CAPACIDAD

- Capacidad de cuchara : 4.0 Yards cúbicas (3.1 mts cúbicos) Cuchara con dureza de 500 BHN en el labio.

CARRIER

- 01 Motor Diesel Especificaciones
 - Marca : Detroit Diesel Serie 40-E, 190HP
Con turbo marca GARRET (N/P 1826344093)
 - Serie : IBM 115698
 - Modelo : N063SH32
 - Serie : 6N0008131
 - Modulo de control Electrónico: Marca. Internacional (P/N 1833342C3)

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

Serie : 3321941

➤ 01 alternador : Marca - Delco Remy
Modelo - 19020346
Serie - NX04K30R

➤ 01 arrancador : Marca - Delco Remy
Modelo - 10479238
Serie - 804K27

• Filtros

ITEM	N/P TAMROCK	N/P DONALDSON	DESCRIPCION	CANT	SISTEMA	CAMBIO CADA
1	69008903	P182041/P181041	FILTRO PRIMARIO DE AIRE	1	MOTOR DIESEL	(*)
2	69008859	P119370	FILTRO SECUNDARIO DE AIRE	1	MOTOR DIESEL	(**)
3	69036399	P550460	FILTRO PRIMARIO DE COMBUSTIBLE	1	MOTOR DIESEL	125 HRS.
4	69036396	P551318	FILTRO SECUNDARIO DE COMBUSTIBLE	1	MOTOR DIESEL	250 HRS.
5	69036397	P550367	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	1	MOTOR DIESEL	125 HRS.
6	65812024	P550951	FILTRO DE TRANSMISIÓN	1	TRANSMISIÓN	500 HRS.
7	64101672	NO HAY CRUCE	FILTRO DE SUCCION HIDRAULICO	1	HIDRAULICO	1000 HRS.
8	64117540	P172467/P172468	FILTRO DE RETORNO HIDRAULICO	1	HIDRAULICO	500 HRS.
9	932624Q	P170068	FILTRO DE PRESION HIDRAULICO	1	HIDRAULICO	500 HRS.
10	69037432	P550387/P550388	FILTRO DE REFRIGERACIÓN DE FRENO 10M	1	HIDRAULICO	500 HRS.
11	69036395	P552073/P554073	FILTRO DE REFRIGERANTE AGUA	1	MOTOR DIESEL	250 HRS.(***)

• Convertidor

Marca : DANA-CLARK
Modelo : C273-395
Serie : HVEA-212982

• Caja de transmisión

Marca : DANA-CLARK
Modelo : HR32000

• Eje Delantero

Marca : DANA-CLARK CON
DIFERENCIAL NO SPIN
Modelo : 16D2149
Diferencial Serie : HUSA 564115

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

- Eje Posterior
 - Marca : DANA-CLARK STANDARD
 - Modelo : 16D2149
 - Diferencial Serie : HUSA 564031

- Bomba Hidráulica
 - Para levante y volteo
 - Marca : PARKER
 - Nº Parte : 324-9110-138
 - Serie : N1204-08033

- Bomba Hidráulica
 - Para Dirección y freno
 - Marca : PARKER
 - Nº Parte : 9529-088
 - Serie : N1204-12110

- Bomba Hidráulica
 - Para Transmisión
 - Marca : CLARK
 - Nº Parte : 312-9320-263
 - Serie : N1104-01083

- Válvula de dirección
 - Marca : PARKER
 - Serie : H0204-0083

- Válvula de Levante y volteo
 - Marca : PARKER
 - Serie : H0305-3844

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

- Válvula de Carga de Acumuladores

Marca : MICO
Nº Parte : 64136045

- Llantas Tamaño : 17.5 x 25, 20 PLY L5S
Modelo : BRIDGESTONE

4. LOADER MODELO TORO 007 (CN-56)

MARCA: SANDVIK TAMROCK MODELO: TORO 007

UBICADO: EN LA UNIDAD MINERA VOLCAN-ANDAYCHAGUA

DESPLAZAMIENTO Y PROPULSION MEDIANTE MOTOR DIESEL.

- CAPACIDAD

Capacidad de cuchara : 6.0 Yards cúbicas (4.6 mts
cúbicos)
Cuchara con dureza de 500 BHN en
el labio.

- CARRIER

01 Motor Diesel Especificaciones

Marca : Detroit Diesel Serie 50 DDEC 4,
250HP Torque 1085 Nm/1350rpm
De 4 cilindros en línea y cuatro
tiempos Sistema de escape
Modelo : 6043 TK32
Serie : 04R0048032

Modulo de control Electrónico: Marca. EURO STAGE II/Tier II)

Serie : 2769581
➤ 01 alternador : Marca - Delco Remy
➤ 01 arrancador : Marca - Bosch de 24 voltios

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERIA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

- Filtros

ITEM	SISTEMA	Nº DE PARTE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	FRECUENCIA DE CAMBIO	OBSERVACIONES
01	MOTOR DIESEL	04521030	ENGINE OIL FILTER	2	125 HRS.	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR
02	MOTOR DIESEL	04521197	FUEL FILTER	1	125 HRS.	FILTRO DE COMBUSTIBLE
03	MOTOR DIESEL	04521006	SERVICE COOLANT	1	125 HRS.	FILTRO DE REFRIGERANTE SERV.
04	MOTOR DIESEL	04521005	COOLANT PRE-CHARGE	1	125 HRS. (@)	FILTRO DE REFRIGERANTE CARGA
05	MOTOR DIESEL	69008903	AIR PRIMARY ELEMENT	1	50 HRS. (*)	FILTRO DE AIRE PRIMARIO
06	MOTOR DIESEL	69008859	AIR SAFETY ELEMENT	1	100 HRS. (**)	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO
07	TRANSMISIÓN	04698884	TRANSMISSION	2	500 HRS.	FILTRO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN
08	HIDRÁULICO	04004079	HYDRAULIC RETURN FILTER	1	500 HRS.	FILTRO DE RETORNO HIDRÁULICO
09	HIDRÁULICO	04004080	BREAK RETURN FILTER	1	500 HRS.	FILTRO DE RETORNO DE FRENOS
10	HIDRÁULICO	04004031	HIGH PRESSURE FILTER	1	500 HRS.	FILTRO DE ALTA PRESIÓN DE FRENO

- Caja de transmisión-Convertidor

Marca : DANA-SOH

Modelo : MHR 33425

- Eje Delantero

Marca : DANA-SOH Posi-Stop
Con Diferenciales Posi-Torque

Modelo : 19D 2748

- Diferencial Posterior

Marca : DANA-SOH Posi-Stop
Con Diferenciales Posi-Torque
Oscilación $\pm 8^\circ$.

Modelo : 19D2748

- Bomba Hidráulica

Para levante y volteo

Marca : REXROTH 250 bar. 89 l/min
Desplazamiento variable

Nº Parte : 04602183

- Bomba Hidráulica

Para Dirección

Marca : REXROTH 250 bar. 139 l/min

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

- Desplazamiento variable
- Nº Parte : 04602184
- Llantas Tamaño : 18.5 x 25, 20 PLY L5S
 - Modelo : BRIDGESTONE

5. TRUCK MODELO EJC 417 (CN-57)

MARCA: SANDVIK TAMROCK MODELO: EJC 417

UBICADO EN LA UNIDAD MINERA VOLCAN-ANDAYCHAGUA
DESPLAZAMIENTO Y PROPULSION MEDIANTE MOTOR
DETROIT DIESEL.

CAPACIDAD

- Carga Útil : 17 Toneladas
- Volumen de Box : 11 Yards cúbicas (8.4 mts
cúbicos)

CARRIER

- 01 Motor Diesel Especificaciones

Marca : Detroit Diesel Serie 40-E, 210HP
(156 Kw) con turbo marca GARRET
(N/P 1825632C93)

Serie : ICM 101867

Modelo : N063SH32

Serie : 06N008268

Modulo de control Electrónico: Marca. Internacional (P/N
1833342C3)

Serie : 1481499

- 01 alternador : Marca - Delco Remy
Modelo - 1902345
Serie - NX04K30R

- 01 arrancador : Marca - Delco Remy
Serie - 4281

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

Modelo – 18479236

- Filtros

ITEM	N/P TAMROCK	N/P DONALDSON	DESCRIPCION	CANT	SISTEMA	CAMBIO CADA
1	69008903	P182041/P181041	FILTRO PRIMARIO DE AIRE	1	MOTOR DIESEL	(*)
2	69008859	P119370	FILTRO SECUNDARIO DE AIRE	1	MOTOR DIESEL	(**)
3	69036399	P550460	FILTRO PRIMARIO DE COMBUSTIBLE	1	MOTOR DIESEL	125 HRS.
4	69036396	P551318	FILTRO SECUNDARIO DE COMBUSTIBLE	1	MOTOR DIESEL	250 HRS.
5	69036397	P550367	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	1	MOTOR DIESEL	125 HRS.
6	69036395	P552073/P554073	FILTRO DE REFRIGERANTE AGUA	1	MOTOR DIESEL	250 HRS.
7	69037432	P550387/P550388	FILTRO DE REFRIGERACIÓN DE FRENO	1	HIDRÁULICO	500 HRS.
8	64101672	NO HAY CRUCE	FILTRO DE SUCCION HIDRAULICO	1	HIDRÁULICO	500 HRS.
9	64117160	NO HAY CRUCE	FILTRO DE PRESION HIDRAULICO	1	HIDRÁULICO	500 HRS.
10	68122749	NO HAY CRUCE	FILTRO DE ALTA PRES. HID. DE FRENO	1	HIDRÁULICO	500 HRS.
11	4699374	P550699	FILTRO DE TRANSMISIÓN	1	TRANSMISIÓN	500 HRS.

- Caja de transmisión-Convertidor

Marca : DANA-CLARK 4 velocidades
delanteras y reversas

Modelo : 13 7LMHR32421-630

Serie : HBEA - 231779

- Eje Delantero

Marca : DANA-CLARK SOH STANDARD

Modelo : 16D2149

Diferencial Serie : HUSA 567067

- Eje Posterior

Marca : DANA-CLARK STANDARD

Modelo : 16D2149

Diferencial Serie : HUSA 567078

- Bomba Hidráulica

Marca : PARKER

Nº Parte : 323-9539-190

Serie : N 1205-07074

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

- Válvula de dirección y box
 - Marca : PARKER
 - Modelo : 0611-262317-001
 - Serie : H170CF-2-2255
- Válvula del Sistema de carga
 - Marca : REXROTH
 - Modelo : R900427595
 - Serie : 474
- Llantas Tamaño : 14.00 x R24
 - Modelo : BRIDGESTONE

6.- LOADER MODELO TORO 151D (CN-58)

MARCA: SANDVIK TAMROCK MODELO: TORO 151D

UBICADO EN LA UNIDAD MINERA VOLCAN-ANDAYCHAGUA

DESPLAZAMIENTO Y PROPULSION MEDIANTE MOTOR DETROIT
DIESEL.

CAPACIDAD

- Capacidad de cuchara : 2.3 Yards cúbicas (1.75 mts
cúbicos) Cuchara con dureza de 500
BHN en el labio

CARRIER

- 01 Motor Diesel Especificaciones:
 - Marca : Deutz BF6L914, 71.5 Kw. (95HP).
 - B : Motor con turbocompresor
 - F : Motor de cuatro tiempos, de rotación
rápida.
 - 6 : Número de Cilindros
 - L : Refrigeración de aire
 - 9 : Serie de construcción

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

14 : Carrera de pistón

- Filtros:

ITEM	N/P TAMROCK	N/P DONALDSON	DESCRIPCION	CANT	SISTEMA	CAMBIO CADA
1	O4701244	P553771 / P558250	ENGINE OIL FILTER	1	MOTOR D.	125 HRS.
2	O4701240	P553004	FUEL FILTER	1	MOTOR D.	125 HRS.
3	69008925	P182063	AIR PRIMARY ELEMENT	1	MOTOR D.	125 HRS. (*)
4	69008864	P119778	AIR SAFETY ELEMENT	1	MOTOR D.	250 HRS. (**)
5	O4697505	P552850	TRANSMISIÓN	1	TRANSMISIÓN	500 HRS.
6	O4004041	SIN CRUCE	HDCO. DE RETORNO	1	HIDRÁULICO	500 HRS.

- Convertidor

Marca : CLARK
 Modelo : C2122-41
 Serie : JBEA-875269

- Caja de transmisión

Marca : CLARK
 Modelo : RT 20324-10
 Serie : HBEA-262982

- Eje Delantero

Marca : CLARK CON DIFERENCIAL NO
 SPIN
 Modelo : 14D1441
 Diferencial Serie : JUSA 564115

- Eje Posterior

Marca : CLARK STANDARD
 Modelo : 14D1441
 Diferencial Serie : JUSA 716848

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

- Bomba Hidráulica
Para levante y volteo
Marca : REXROTH
Nº Parte : 07 399 912
Serie : 050202J359
- Bomba Hidráulica
Para Dirección y freno
Marca : REXROTH
Nº Parte : 07 399 912
Serie : 050202J40J
- Válvula de dirección
Marca : REXROTH
Serie : 07 223 799
- Válvula de Levante y volteo
Marca : REXROTH
Serie : R900362049-FD04W34
- Válvula de Carga de Acumuladores
Marca : MICO
Nº Parte : 04900369
- Llantas Tamaño : 12.00 x 20.00, L5S
Modelo : NOKIA

CAPITULO III

3.1 GENERALIDADES, CONCEPTOS BASICOS Y FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE PERFORACIÓN

3.1.1 DESCRIPCION GENERAL

La perforación de las rocas dentro del campo de las voladuras es la primera operación que se realiza y tiene como finalidad abrir unos huecos, con la distribución y geometría adecuada dentro de los macizos, donde alojar a las cargas de explosivo y sus accesorios iniciadores.

Desde su inicio en el siglo XIX, la perforación ha hecho un largo camino y junto con la voladura sigue siendo una técnica vital en la excavación moderna de roca dura, en superficie o subterránea.

Hoy los martillos hidráulicos están diseñados para trabajar con una considerable potencia ya que un barreno grande es más eficiente que muchos barrenos pequeños. La minería Peruana busca perforar más rápido y la única forma de lograrlo era con una nueva tecnología, es decir con perforadoras hidráulicas las

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

cuales brinden una mejor eficiencia general, gracias a una mayor tasa de penetración, vida más larga para los aceros de perforación y menor consumo de energía.

El cambio a equipos de perforación hidráulica ha tenido como elemento fundamental la electricidad como principal fuente de potencia en obras subterráneas, pero a la vez esta ha ocasionado graves problemas a los componentes eléctricos, debido a las constantes caídas de tensión, sin embargo a fin de evitar este tipo de problemas los equipos han sido mejorados en lo que respecta a los sistemas de protección de los motores eléctricos (Fuente de poder principal, compresor, bomba de agua).

La mecanización en la cual se incluye la automatización ha sido fundamental para el crecimiento de la minería peruana principalmente en la perforación de galerías y túneles durante los últimos años, los mas utilizados en casi todos los tipos de roca son los métodos rotopercutivos (Rotación, percusión y avance).

Los modelos de equipos de perforación se han diseñado de acuerdo a la sección de la galería; son llamados comúnmente Jumbos, para realizar una elección correcta y lograr una perforación eficaz es necesario tener presente diversos parámetros indispensables y la suficiente experiencia.

En lo que respecta a los diseños de los Jumbos marca Sándvik-Tamrock existe un sistema a través de la red, llamado "St feedback" el cual tiene como finalidad mostrar las dificultades que tienen los equipos en las diversas condiciones de la

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

minería peruana principalmente problemas en los sistemas hidráulicos, eléctricos, motor diesel y perforación.

El objetivo es lograr un mejor diseño del equipo buscando confiabilidad y máximo rendimiento para cumplir con las metas de producción.

3.1.2 DIFERENCIAS ENTRE PERFORADORAS NEUMATICAS E HIDRAULICAS

Las características más saltantes entre las perforadoras neumáticas e hidráulicas son:

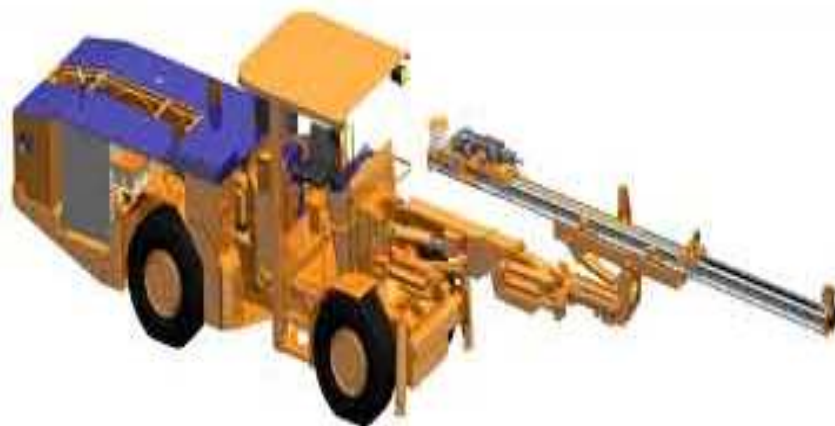
Característica	Perforadora Neumática	Perforadora Hidráulica
Fuente energía	Aire comprimido (59 a 260 PSI)	Presión hidráulica (2,000 a 3,500 PSI)
Velocidad Percusión	2,280 imp/m ~ 1150 imp/m	3600 impacto/minuto
Nivel de Ruido	103 dB	101 dB
Velocidad Rotación	rpm	160 - 220 rpm
Diámetro de hueco	7/8" - 8 1/2"	7/8" - 4 1/2"
Fuerza de Impacto	320 Kw.	5.5 Kw a 22 Kw.
Consumo de aire	45 cfm a 700 cfm	-
Medio ambiente	Partículas de aceite	No hay contaminación en el aire de escape
Pérdida de Potencia	Caída de presión	Es menos por caída voltaje
Velocidad Penetración	50%	100%
Consumo de Energía	3 veces de hidráulico	Baja
Barrido	Aire a 60 PSI - 150 PSI	Agua y aire a 87 PSI
Longitud de Onda de Esfuerzo	Mayor	Menor
Amortiguador	Nitrógeno, algunos	Nitrógeno, todos
Penetración	51 mm	32 mm
lubricación	Por goteo en el aire	Aceite hidráulico
Peso	11.2 kg. - 185 kg.	40 a 145 kg.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERIA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

GRAFICO Nº 9



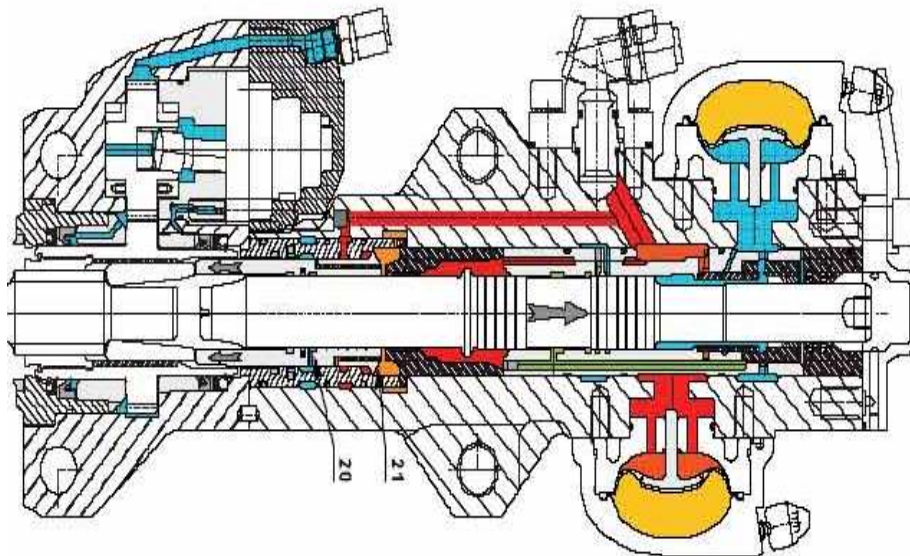
GRAFICO Nº 10



3.2.1 Perforadora

La perforadora hidráulica consta básicamente de los mismos elementos constructivos que una perforadora neumática la diferencia mas importante entre ambos sistemas comprende en que en lugar de utilizar aire comprimido generado por un compresor accionado por un motor diesel o eléctrico; un motor actúa sobre un grupo de bombas que suministran un caudal de aceite que acciona aquellos componentes para el control del motor de rotación y para producir el movimiento alternativo del pistón.

GRAFICO N° 11



Las perforadoras hidráulicas son perforadoras semipesadas y pesadas, de accionamiento hidráulico y rotación independiente, prevista para la perforación mecanizada de galerías y túneles. Presentan las ventajas de su fiabilidad, alto rendimiento y economía en el varillaje.

Las perforadoras hidráulicas son de sencillo manejo. Un sistema automático vigila la perforación y evita el atasco de

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

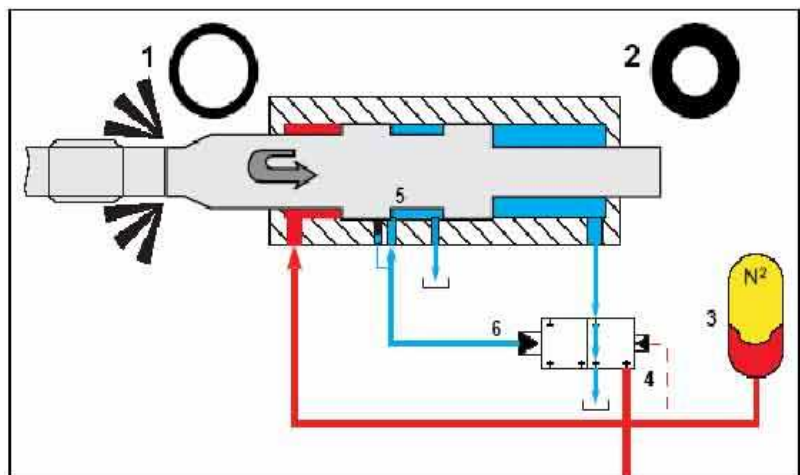
los barrenos en roca fisurada. Las perforadoras se paran al completar el barreno y retroceden a su posición inicial. Gracias a ello, el perforista no necesita seguir atendiendo a las perforadoras, una vez efectuado el emboquillado, y puede dedicar su tiempo a otras tareas. El sistema antiatasque ayuda también a reducir los costes del varillaje.

Las perforadoras hidráulicas se pueden utilizar con las barras H22, H25, R25, R32, R32L (1 1/4"), R32EL, R38L, R38EL de Sandvik Coromant y brocas de 25 a 45mm de diámetro.

Estas instrucciones están previstas para servir de guía para el conocimiento, la revisión y el mantenimiento de las perforadoras hidráulicas.

3.2.1.1 Areas de trabajo

GRAFICO N° 12



El pistón está en el punto de impacto con el Shank.

La alta presión siempre presuriza:

1 el área de adelante, el acumulador 3 y la entrada del distribuidor 4 junto con el distribuidor

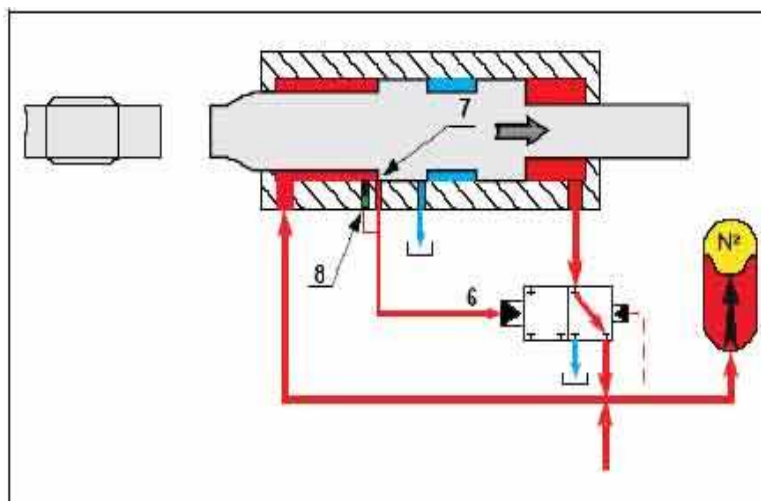
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

en el lado correcto del carrete. Solo antes del punto de impacto, la parte central del pistón 5 permite que el canal de la línea piloto 6 libere presión al tanque. Por lo tanto la alta presión aplica ahora solamente sobre la pequeña área del distribuidor. El carrete se mueve como el diagrama mostrado. El área posterior 2 es desfogado hacia tanque.

La energía del impacto al retroceder junto con la presión en el área de adelante empieza el proceso de retorno del pistón. La velocidad del pistón incrementará de acuerdo al desplazamiento de reversa.

3.2.1.2 Punto piloto posterior

GRAFICO N° 13



Cuando el borde 7 del pistón adquiere la posición mostrada, la alta presión actúa dentro del canal de pilotaje 6. El distribuidor adquiere la presión en ambos extremos.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

El lado mas largo 6 mueve el carrete como el diagrama mostrado. La alta presión entra a la cámara posterior.

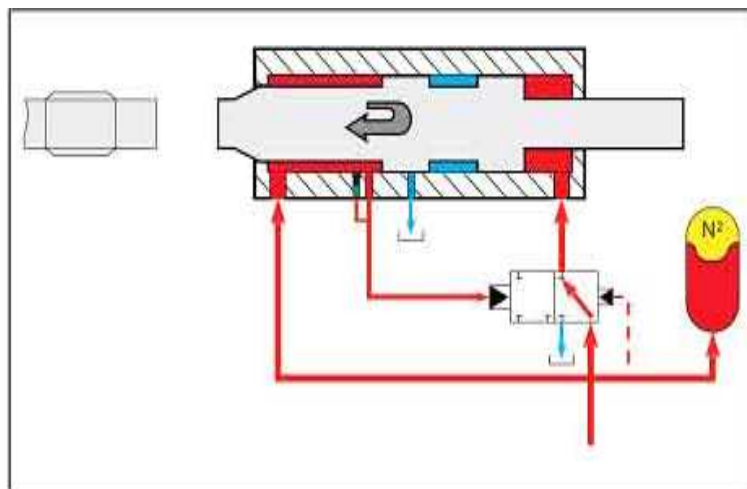
En el instante para detener el pistón cuando esta en movimiento de reversa el acumulador recibe aceite de:

- Por un momento, hasta completar la parada de la cámara posterior.
- La bomba.

Observación: De acuerdo al tipo de perforadora un canal extra de pilotaje puede ser usado. Para quitar el obturador en el canal 8, la presión presuriza lo más pronto el canal de pilotaje.

3.2.1.3 Recorrido delantero

GRAFICO N° 14

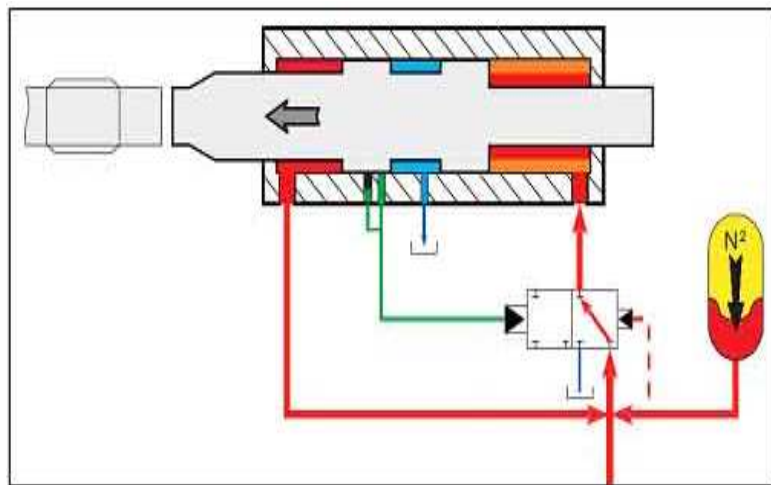


OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

El pistón se detiene debido a la presión aplicada en el área posterior y reinicia su movimiento hacia adelante este debe de mantener una aceleración constante hasta el punto de impacto.

3.2.1.4 Antes del impacto

GRAFICO N° 15



El pistón se acerca al punto de impacto hacia el Shank. Al final de este golpe el pistón se mueve a la velocidad mas rápida el flujo necesitado es además a su máximo nivel.

El acumulador abastece al instante flujo hacia la cámara posterior.

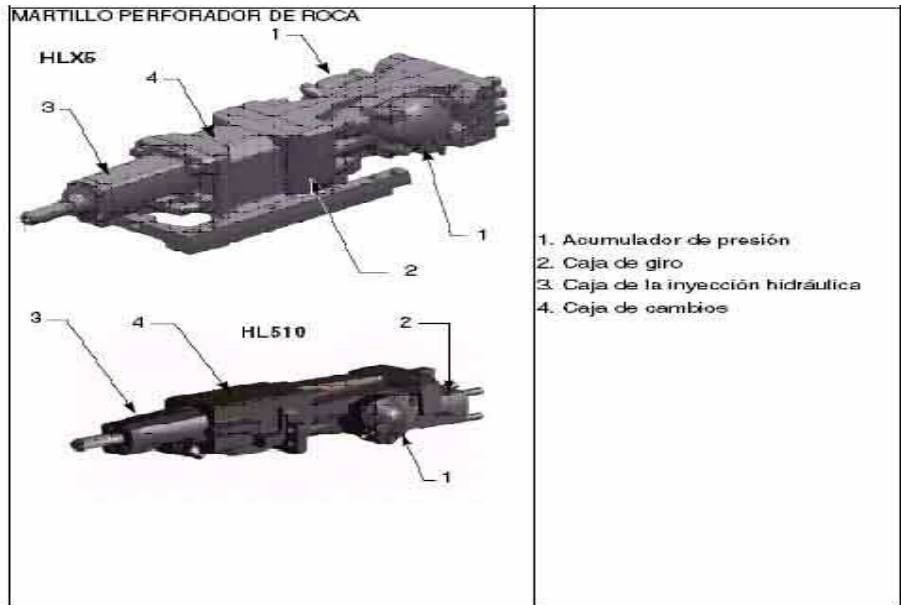
Para lograr la velocidad óptima el área posterior recibe aceite de:

- El acumulador
- La bomba
- El aceite recirculante del área delantera

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERIA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

3.2.2 Disposición de la perforadora

GRAFICO Nº 16

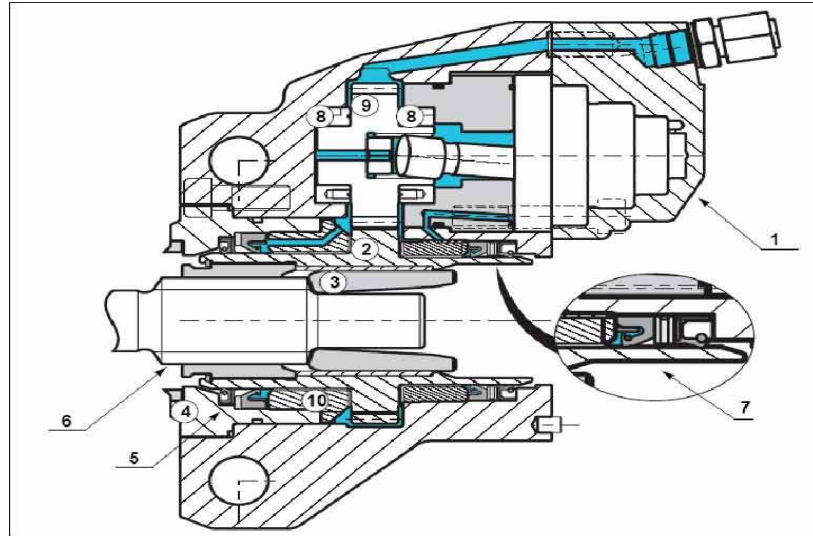


Según la potencia disponible del martillo se seleccionará el diámetro de varillaje. Según tabla:

DIAMETRO DE VARILLAJE (mm-pulg)	POTENCIA DISPONIBLE DEL MARTILLO(Kw.)
25,4-1"	8-12
31,7-1 1/4"	10-14
38,1-1 1/2"	14-16
44,5-1 3/4"	16-18
50,8-2"	18-22

3.2.3 Rotación

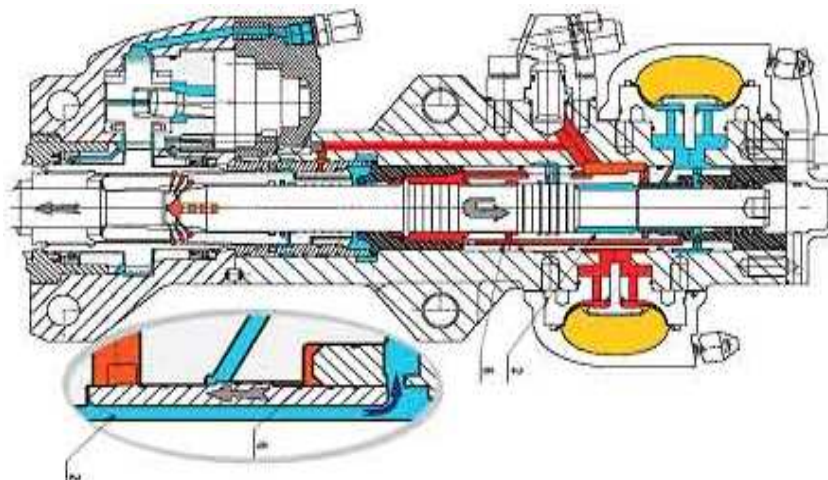
GRAFICO Nº 17



ITEM	DESIGNACION
01	ENSAMBLAJE DE MOTOR HIDRAULICO
02	ENGRANAJE PRINCIPAL
03	TOPE DE SHANK
04	BASE DELANTERA ASEGURADO POR 4 PERNOS
05	JUEGO DE ESTANCO DE POLVO ESPACIADOR Y SELLO DE ACEITE DE 1 SOLO LABIO
06	BRONCE IMPULSOR
07	JUEGO DE ESTANCO DE POLVO ESPACIADOR Y SELLO DE ACEITE DE 1 SOLO LABIO
08	BOCINA DE BRONCE PARA EL ENGRANAJE IMPULSOR
09	ENGRANAJE IMPULSOR
10	BOCINA DE BRONCE PARA ENGRANAJE PRINCIPAL

3.2.4 Percusión

GRAFICO Nº 18



OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

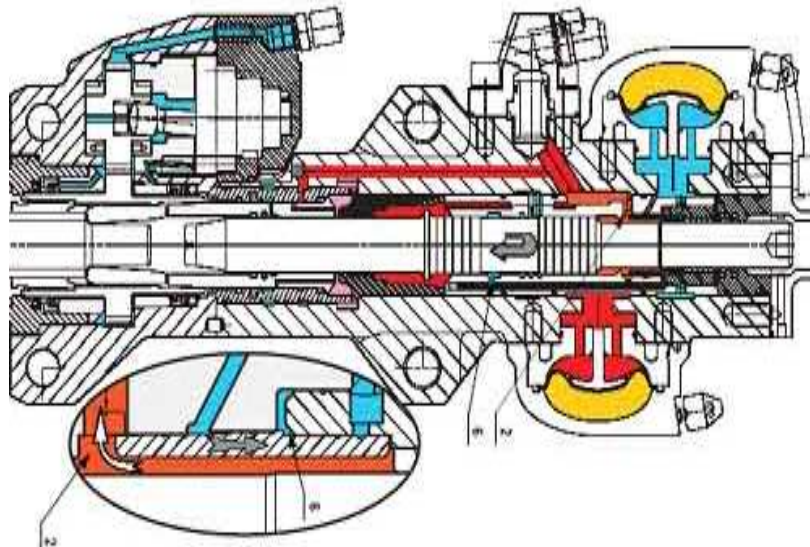
La posición de la parte central del pistón permite a la presión accionar hacia el interior del canal piloto 6.

En el grafico se observa que la presión piloto esta actuando en el área mas larga del distribuidor, de esta manera el distribuidor mueve hacia delante.

La camara posterior 2 conectada a tanque permite el movimiento de reversa.

3.2.4.1 Fin de movimiento de reversa

GRAFICO N° 19



La ranura central del pistón permite la presión piloto 6 liberar hacia tanque, el distribuidor esta moviéndose hacia atrás. Alta presión entra en la cámara posterior 2. El pistón desacelera luego que nuevamente empieza a moverse adelante.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERIA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

En este paso, es de suma importancia trabajar con un correcto acumulador inflado.

El acumulador de jebe resulta en muy altos incrementos de presión. Ellos esfuerzan todos los componentes mecánicos principalmente el acumulador de alta presión y cuerpos de percusión.

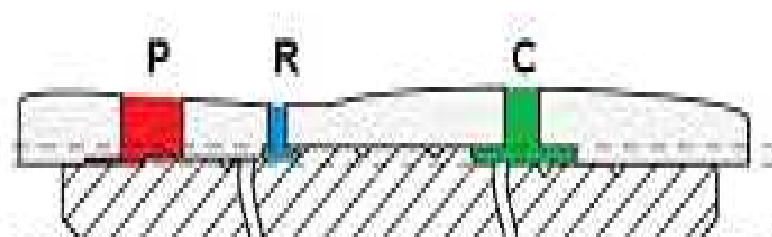
Características medias de martillos hidráulicos.

PRESION DE TRABAJO(Mpa)	7.5 - 2.5
POTENCIA DE IMPACTO (Kw)	6 - 22
FRECUENCIA DE GOLPEO(golpes/min)	2000 – 5000
VELOCIDAD DE ROTACIÓN (r/min)	0 – 500
PAR MAXIMO (Nm)	100 – 1800
CONSUMO RELATIVO DE AIRE (m3/min)	0.6 – 0.9

3.2.4.2 Operación del distribuidor

- LUMBRERAS

GRAFICO N° 20

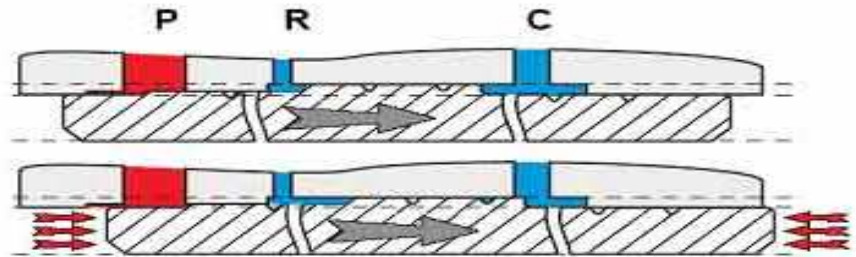


OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

P: PRESIÓN DE PERCUSIÓN
R: RETORNO
C: CANAL DE PILOTAJE

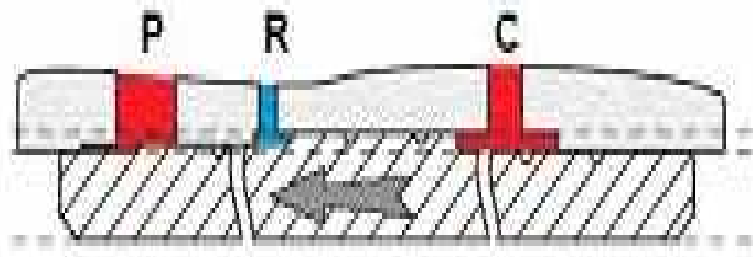
• **CAMARA POSTERIOR PRESURIZADA**

GRAFICO N° 21



El pistón en la posición de atrás libera la presión del canal piloto hacia el tanque. La presión de percusión esta ahora actuando en el área del anillo pequeño en la parte delantera del distribuidor. Esta mueve permitiendo que el flujo a alta presión se dirija a la cámara posterior cuando la alta presión acciona dentro de la cámara posterior esta presuriza ambos terminales del distribuidor. Como ellos están dentro del área ellos se balancean mutuamente. Esto no afecta el movimiento del distribuidor. Este continúa moviéndose tal como muestra el esquema.

GRAFICO N° 22



En el punto de impacto el pistón permite la presión de percusión para fluir dentro del canal

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

piloto. El área del anillo posterior es más larga que el de adelante. El distribuidor se mueve como la figura mostrada. La cámara posterior es ahora descargada hacia tanque.

3.2.4.3 Sistema de amortiguación

GRAFICO N° 23

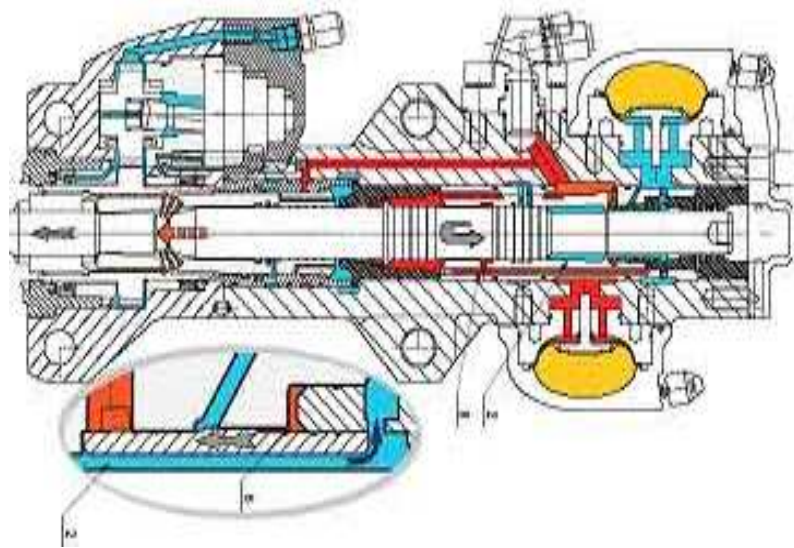
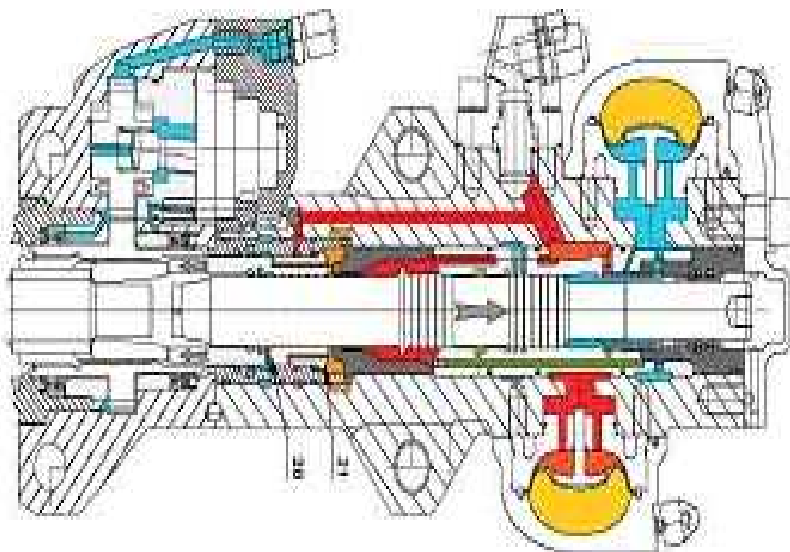


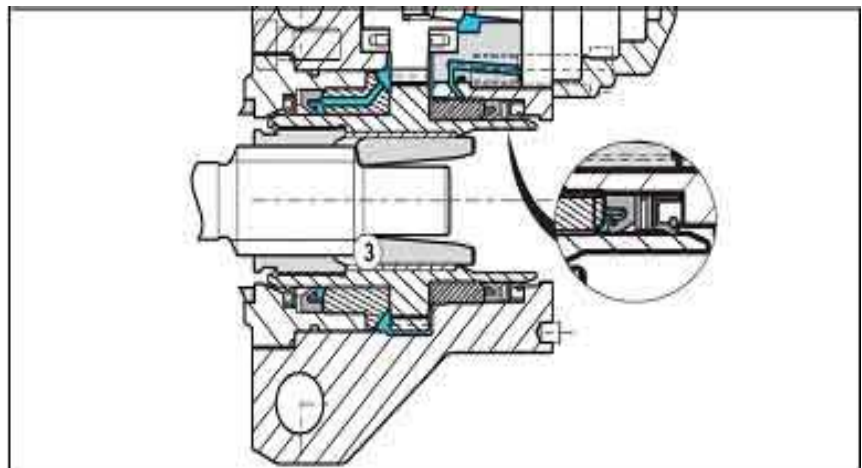
GRAFICO N° 24



OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

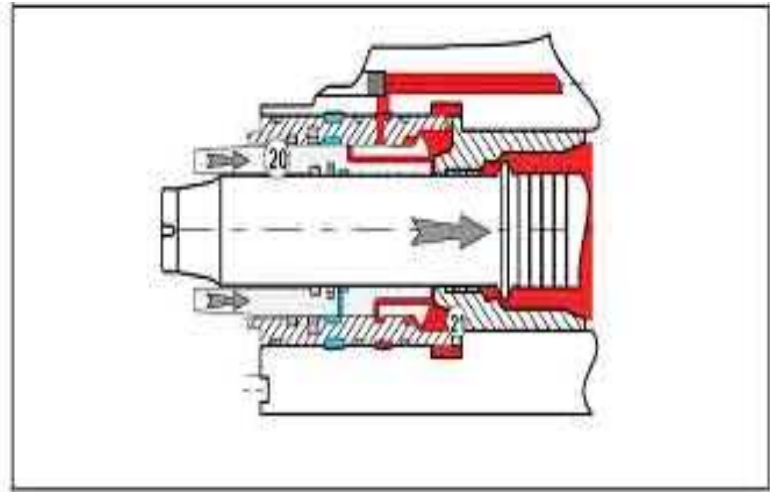
Solo despues del punto de impacto, el pistón esta moviéndose hacia atrás. Alguna energía de retorno junto a la fuerza de empuje del avance mueve el shank en contacto con este posterior paso 3.

GRAFICO N° 25



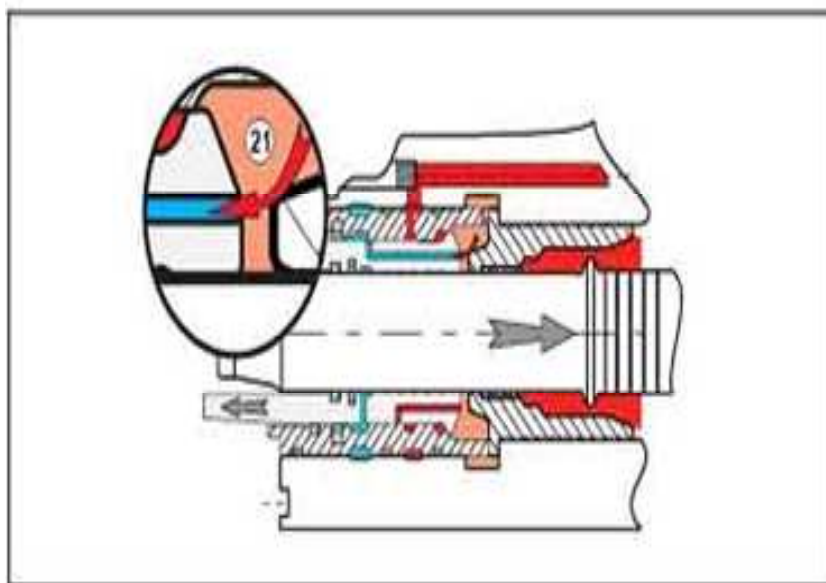
Para prevenir alguna fatiga dentro del mecanismo de rotación. El tope del shank se mueve libremente. Este hace contacto con el piston de amortiguación 20. La cámara presurizada 21 debe absorber la energía de avance y retorno. De la línea de alta presión a través del agujero de abastecimiento la presión de percusión puede entrar a la cámara de amortiguación el pistón de amortiguación 20 completa la alta presión en el área posterior de trabajo.

GRAFICO Nº 26



El pistón de amortiguación estará inmediatamente ubicado atrás en la correcta posición. Correcta posición significa que el pistón de amortiguación se mueve hacia delante y se dirige al lugar posterior del shank esta es la posición normal de golpeo.

GRAFICO Nº 27



En el esquema se puede observar que el pistón de amortiguación esta ahora en la posición de adelante debido a la alta velocidad si este quiere mover lo mas lejos los agujeros mas largos liberarán la camara de presión 21 hacia tanque.

3.2.5 Avance

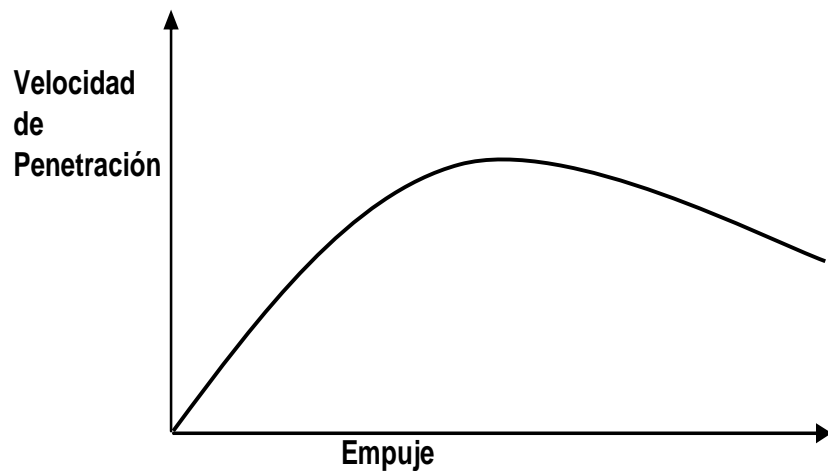
Uno de los factores importantes en la perforación de galerías de minas subterráneas es la selección de la viga de avance, la energía generada por el mecanismo de impactos del martillo debe transmitirse a la roca, por lo que es necesario que la broca se encuentre en contacto permanente con el fondo del barreno. Esto se consigue con la fuerza de empuje suministrada por un cilindro de avance que debe adecuarse al tipo de roca y broca de perforación.

Un empuje insuficiente tiene los siguientes efectos negativos: Reduce la velocidad de penetración, produce un mayor desgaste de barrenos y brocas, aumenta la pérdida de apriete del varillaje y el calentamiento del mismo.

Por el contrario, si el empuje es excesivo disminuye también la velocidad de perforación, dificulta el desenroscado del varillaje, aumenta el desgaste de brocas el par de rotación y las vibraciones del equipo, así como la desviación de los barrenos.

Al igual que sucede con la rotación, esta variable no influye de forma decisiva sobre las velocidades de penetración.

GRAFICO Nº 28



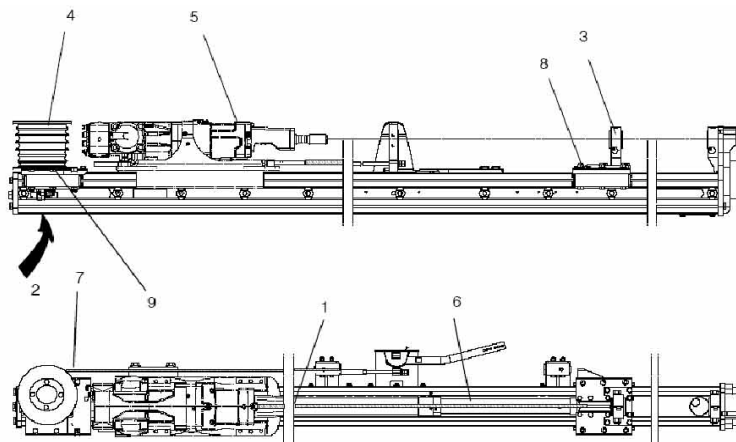
Influencia del empuje sobre la velocidad de penetración

El sistema de avance mantiene al Shank en contacto con el barreno y la broca en contacto con la roca durante la perforación.

El óptimo sistema de avance es balanceado con la dinámica de la percusión de la perforadora y la viga de perforación, este es apropiado de acuerdo a los requerimientos para varias aplicaciones de la perforación.

El avance se ha construido de tal manera que el conducto del cilindro (1) queda como parte y el vástago del pistón (2) esta fijo en el extremo trasero de la viga de avance. El centralizador intermedio (3) y el enrollador de manguera (4) se encuentran fijados al conducto del cilindro (1) y se desplazan junto con el conducto del cilindro. La velocidad de recorrido del martillo (5) se duplica mediante un sistema de cables mecánicos y eslingas (6 y 7) y las ruedas de retroceso (8 y 9) fijados al centralizador intermedio y el enrollador de manguera.

GRAFICO Nº 29



Durante el mantenimiento diario se tiene que chequear las condiciones de los cables, se tiene que verificar el ajuste de pernos y tuercas; verificar también las condiciones de los rodajes de la polea de los respectivos cables; preferentemente es recomendable realizar el lavado del sistema de avance usando un equipo de lavado a presión pues la suciedad acumulada ocasiona daños prematuros de los cables, conectores del cilindro de doble efecto perteneciente al referido sistema.

3.2.6 Brazo

Los brazos de los jumbos modernos son multipropósitos y están accionados hidráulicamente existiendo una gran variedad de diseños, pero pueden clasificarse en los siguientes grupos de tipo trípode, de giro en la base o en línea.

Del número de cilindros y movimientos del brazo dependen la cobertura y posibilidades de trabajo de los jumbos, por lo que la selección de los brazos es un aspecto muy importante

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

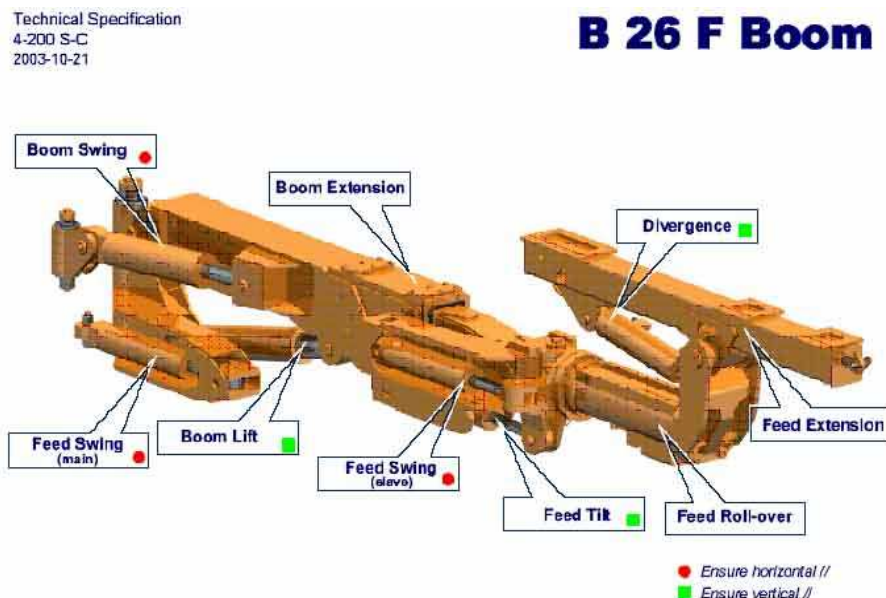
sobre todo para trabajos en obra de construcción mas que en minería ya que las labores a realizar son mas variadas.

Estos permiten realizar la perforación manteniendo el paralelismo y utilizando un mecanismo de rotación de 360°.

El número y dimensión de los brazos esta en función del avance requerido, la sección del túnel y el control de la perforación para evitar sobre excavaciones.

Como criterios generales debe cumplirse que el número de barrenos que realiza cada brazo sea aproximadamente el mismo, la superposición de coberturas entre brazos no sea superior del 30% y el orden de ejecución de los barrenos sea el que permita globalmente unos tiempos de desplazamiento del brazo menor.

GRAFICO Nº 30



Para tener una facilidad para la perforación existen palancas denominados Joystick ó palancas de mando, los cuales a través de una combinación de movimientos de

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

avance, percusión y rotación permiten al operador realizar taladros en un menor tiempo posible y una adecuada exactitud estas palancas se activan a través de una válvula principal denominado THC la cual es accionada mediante 02 bombas hidráulicas:

- Bomba de Caudal variable
- Bomba de Caudal Fijo

3.2.7 Chasis

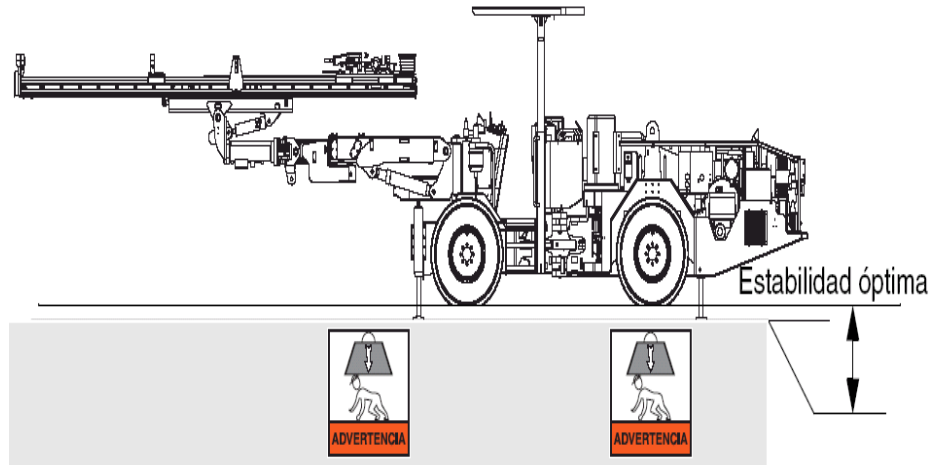
En los jumbos el chasis es necesario para mover la unidad alrededor de la zona de trabajo, en muchos casos las dimensiones son reducidas (principalmente el ancho). El carrier o chasis es generalmente articulado para reducir los radios de giro y pueda acceder a secciones de diversas clases de terreno.

Para mantener la función de seguridad y la certificación de la cubierta o techo protector (FOPS).

Los equipos de perforación tiene un techo extensible de tal forma que el operador pueda trabajar tanto parado como sentado según las condiciones en interior mina, por otra parte para poder realizar un frente de perforación este posee una gatas hidráulicas tanto delanteras como posteriores que son activadas durante la operación.

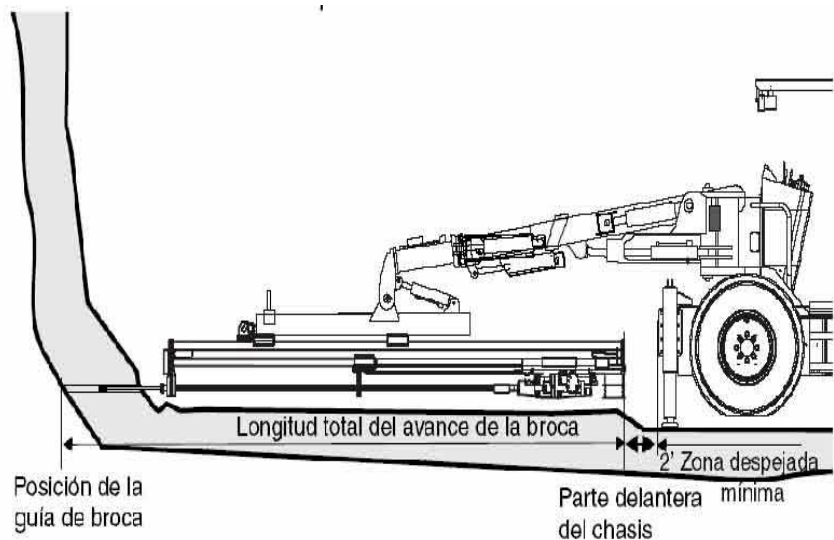
Para enrollar el cable de 440 Voltios los equipos de perforación poseen un carrusel de enrollamiento conocido como tambora.

GRAFICO N° 31



Los jumbos son preferidos en minería subterránea en secciones de hasta 20° de pendiente, las más grandes ventajas son la movilidad y versatilidad en difíciles condiciones.

GRAFICO N° 32



3.3 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE UN EQUIPO DE PERFORACIÓN

3.3.1 Selección de accesorios de perforación:

Para realizar un trabajo de perforación específico pueden elegirse diversas combinaciones de accesorios. Los factores que hay que considerar en la selección de sus componentes son: Diámetro de los barrenos y longitudes, estructura, resistencia y abrasividad de las rocas, tamaño y potencia de la perforadora experiencias anteriores y facilidades de suministro.

Los componentes de perforación están constituidos generalmente por los siguientes elementos:

- Adaptadores de culatas
- Acoples
- Varillas de extensión
- Brocas

Los aceros empleados en la fabricación de estas herramientas deben ser resistentes a la fatiga, a la flexión, a los impactos y al desgaste en las roscas y culatas.

Lo ideal es usar aceros con un núcleo no muy duro y una superficie endurecida y resistente al desgaste.

En cuanto al metal duro de los botones e insertos de las brocas, se fabrica a partir de carburo de tungsteno y cobalto. Este material se caracteriza por su alta resistencia al desgaste y tenacidad, y pueden conseguirse diferentes combinaciones variando el contenido de cobalto, entre un

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

6% y un 12%, y el tamaño de los granos del carburo de tungsteno.

Otro factor a considerar son los tipos de roscas estos tienen como función unir las culatas, los acoples, las varillas y las brocas durante la perforación. El ajuste debe ser eficiente para que los elementos de los componentes se mantengan bien unidos con el fin de conseguir una transmisión directa de energía. Sin embargo el apriete no debe ser excesivo pues dificultaría el desacoplamiento del conjunto de varillas cuando éstas fueran retiradas del barreno.

Los principales tipos de roscas son:

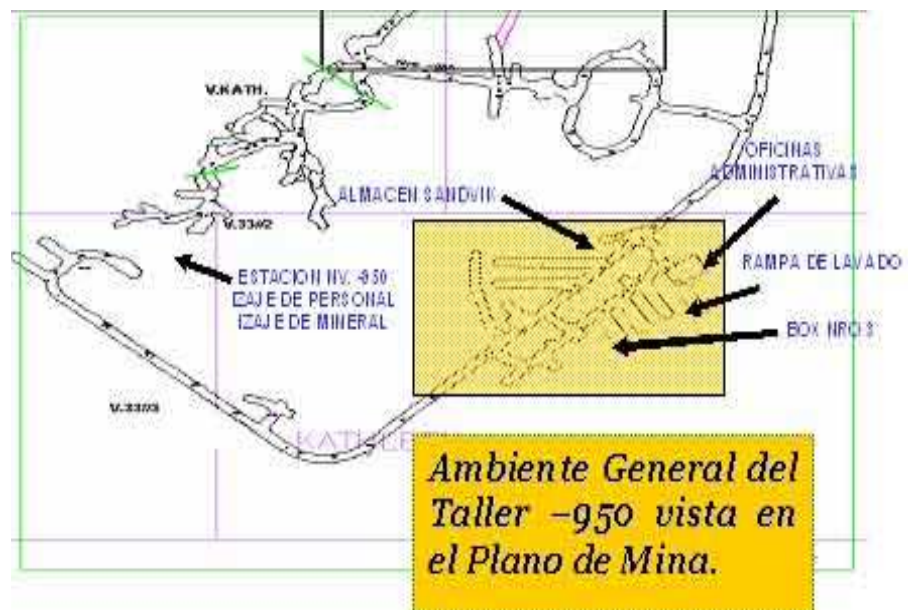
- Rosca R.- Se usa en barrenos pequeños con varillas de 22 a 38 mm y perforadoras potentes de rotación independiente con barrido de aire tiene un paso corto de 12.7 mm. y un ángulo de perfil grande.
- Rosca T.- Es adecuada para casi todas las condiciones de perforación y se usa en diámetros y de varillas de 38 a 51 mm. Tiene un paso mayor y un ángulo de perfil menor que hace más fácil el desacoplamiento que con la rosca R.
- Rosca C.- Se usa en equipos con varillas grandes de 51 y 57 mm. Tiene un paso grande y ángulo de perfil semejante al de la rosca T.
- Rosca GD o HI.- Tiene unas características intermedias entre la rosca R y la T. Posee un diseño de perfil asimétrico denominado de diente de sierra y se usa en diámetros de 25 a 57 mm.

3.3.2 Elección del lugar de trabajo:

Los frentes de trabajo a realizar por los equipos de perforación deben de tener orden y la correcta disposición del lugar de operación para dar paso a las galerías que están generalmente provistas de soportes, antiguamente los soportes eran de madera constituidos por unos montantes que descansaban sobre unas trabas y coronados de un cabezal, en las instalaciones modernas se utilizan unos soportes metálicos mas seguros y menos aparatosos.

GRAFICO N° 33

TALLER SANDVIK



Para las operaciones se tiene que disponer de un adecuado suministro de agua y de aire para realizar satisfactorios trabajos de perforación, es importante la ubicación de la sub-estación de voltaje debe de estar por lo menos a 100 mts. de la caja principal de arranque del jumbo a fin de evitar las caídas de tensión.

Los trabajos de perforación e inspección de varillaje de perforación deben ser realizados por personal experto y de acuerdo a las metas establecidas por la producción.

3.3.3 Estabilidad durante el trabajo

A fin de que el equipo no se mueva durante la perforación y el varillaje no esté sometido a esfuerzos de flexión, ocasionando desviaciones de barreno; existen cuatro gatas estabilizadoras dos delanteras y dos posteriores que permiten fijarse en terrenos difíciles permitiendo una correcta perforación durante los trabajos en los respectivos frentes.

3.3.4 Emboquillado

La orientación del barreno para un correcto emboquillado es fundamental para la perforación.

El emboquillado es la conjunción de la rotación, avance y percusión para llevar a cabo el emboquillado de manera precisa y suave se utiliza el avance y la velocidad de rotación progresivamente y con un adecuado ajuste de la presión de avance, como consecuencia se reduce la probabilidad de fallas de barreno.

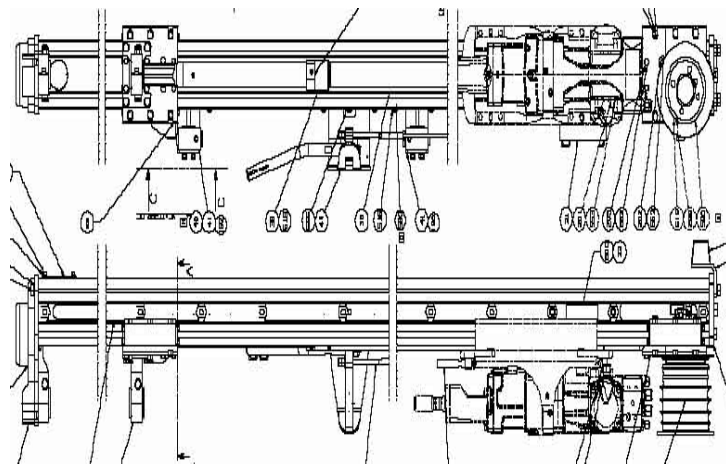
Cuando el bit o broca inicia el contacto con la roca se aumenta la acción de percusión y la fuerza de avance.

Para asegurar una dirección correcta del hoyo antes de perforar es crucial que la perforadora y los aceros de perforación estén alineados paralelamente al brazo.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERIA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

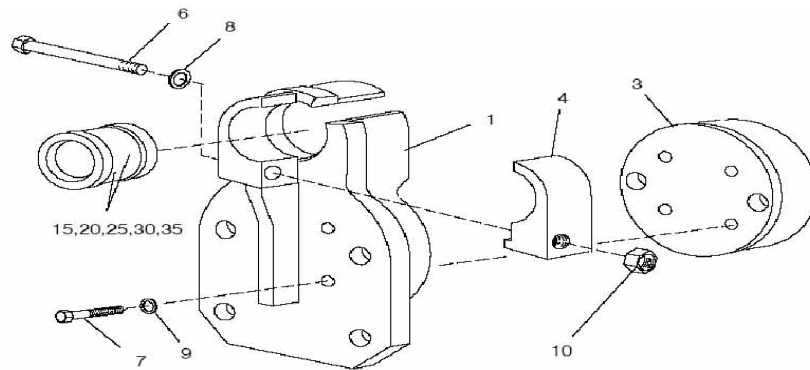
Hay que controlar con frecuencia los componentes deslizantes en el brazo de alimentación como la viga de la perforadora el soporte intermedio y los soportes de guía de la perforadora y el juego debe ser reducido al mínimo.

GRAFICO N° 34



Para asegurar un correcto alineamiento existe un tope de jebe denominado buffer ubicado en la parte delantera de la viga que permite la fijación de la viga con la roca para dar inicio al emboquillado.

GRAFICO N° 35



Ref	Part No.	Description	Standard designation	Qty
1	325 322 98	FRONT CENTRALIZER	Front centralizer welding assy	1
3	263 634 16	BUFFER		1
4	263 934 06	JAW		1

3.3.5 Perforación

Las variables que influyen en el rendimiento de una correcta perforación son las siguientes:

- **Percusión**: Es la energía de impacto generada por un pistón que se transmite, en forma de onda de choque, desde la perforadora hasta la cabeza de perforación a través del varillaje para golpear la roca. Se mide en número de golpes por minuto.
- **Rotación**: Con el propósito de que la cabeza de perforación actúe sobre puntos distintos de la roca en el fondo de la perforación es necesario hacerla girar entre impactos sucesivos. La velocidad de rotación depende del tipo de roca y del tipo de cabeza de perforación empleado. Se expresa en revoluciones por minuto (rpm).
- **Fuerza de avance o empuje**: Para que la energía generada por la perforadora pueda transmitirse a la roca es necesario que la cabeza de perforación se encuentre en permanente contacto con el fondo de la perforación. Esto se consigue con la fuerza de empuje que suministra el sistema de avance de la perforadora. La fuerza de empuje se mide en libras, kilogramos o toneladas.

3.3.6 Barrido de detritos:

La perforación será eficaz si el fondo de la perforación se mantiene constantemente limpia de detritos.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

Para que la perforación resulte eficaz, es necesario que el fondo de los barrenos se mantenga constantemente limpio evacuando el detrito justo después de su formación. Si esto no se realiza, se consumirá una gran cantidad de energía en la trituración de esas partículas traduciéndose en desgastes y pérdidas de rendimientos, además del riesgo de atascos.

El barrido de los barrenos se realiza con un fluido-aire, agua o espuma- que se inyecta a presión hacia el fondo a través de un orificio central del varillaje y de unas aberturas practicadas en las brocas de perforación.

Las partículas se evacuan por el hueco anular comprendido entre el varillaje y la pared de los barrenos.

El barrido con aire se utiliza en trabajos a cielo abierto, donde el polvo producido puede eliminarse por medio de captadores.

El barrido con agua es el sistema mas utilizado en perforación subterránea que sirve además para suprimir el polvo, aunque supone generalmente una perdida de rendimiento del orden del 10% al 20%.

La espuma como agente de barrido se emplea como complemento al aire, pues ayuda a la elevación de partículas gruesas hasta la superficie y ejerce un efecto de sellado sobre las paredes de los barrenos cuando se atraviesan materiales sueltos.

3.3.7 Energía de Impacto

La energía Cinética del pistón se transmite desde el martillo hasta la boca de perforación, a través del varillaje, en forma

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

de onda de choque. El desplazamiento de esta onda se realiza a alta velocidad y su forma depende fundamentalmente del diseño del pistón. En roca dura la velocidad de penetración esta limitada por la capacidad del mecanismo de impacto.

Cuando la onda de choque alcanza la broca de perforación, una parte de la energía se transforma en trabajo haciendo penetrar el útil y el resto se refleja y retrocede a través del varillaje. La eficiencia de esta transmisión es difícil de evaluar pues depende de muchos factores tales como: El tipo de roca, la forma y dimensión del pistón, las características del varillaje, el diseño de la broca (etc.).

Además hay que tener en cuenta los puntos de unión de las varillas por medio de acoples existen perdidas de energía por flexión y rozamiento que se transforma en calor y desgaste en las roscas.

En la primera unión las perdidas oscilan entre el 8 y el 10% de la energía de la onda de choque.

La energía liberada por golpe en un martillo puede estimarse a partir de cualquiera de las expresiones siguientes:

$$EC = \frac{1}{2} M_p \times V_p^2 \quad \text{ó}$$

$$EC = P_m \times A_p \times I_p$$

Siendo:

M_p = Masa del pistón

V_p = Velocidad máxima del pistón

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

P_m= Presión del fluido de trabajo (aceite o aire) dentro del cilindro

A_p= Superficie de la sección del pistón

l_p = Carrera del pistón.

En la mayoría de los martillos hidráulicos, la fábrica facilita el valor de la energía de impacto por ejemplo para las perforadoras hidráulicas HLX5 el valor de la energía de impacto es de 320 Joules.

El mecanismo de percusión consume de un 80 a un 85 % de la potencia total del equipo.

3.3.8 Atascamiento

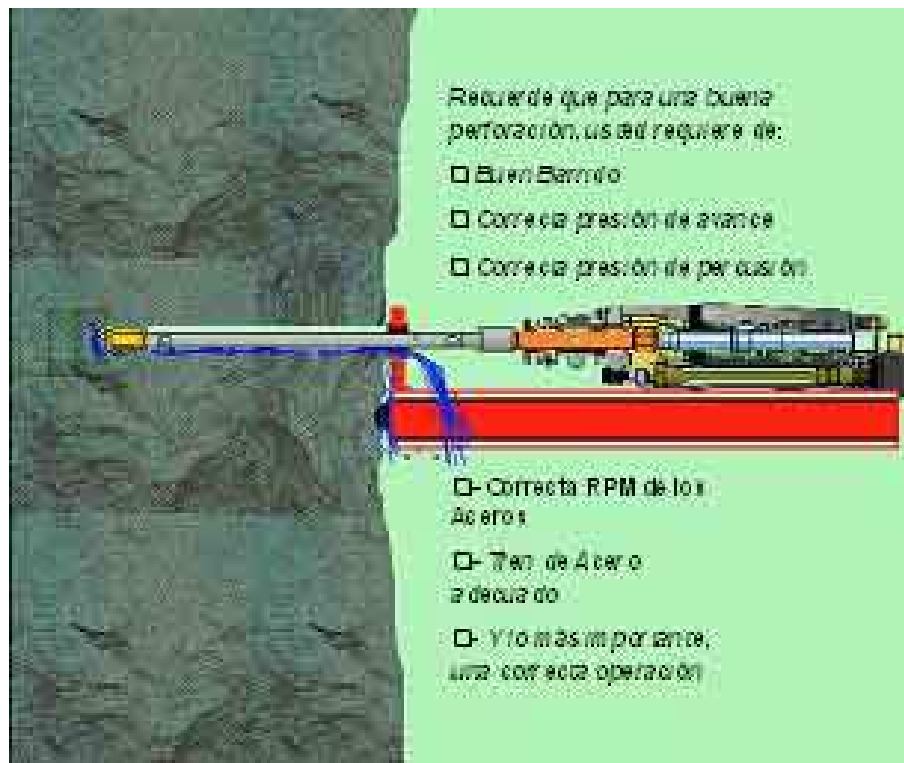
El atascamiento de barrenos durante la perforación es una falla común durante los trabajos, principalmente en terrenos de roca blanda y fisurada. Para impedir el atascamiento se tiene que verificar un correcto sistema de barrido, las perforadoras HLX5 y HL510B tienen un sistema moderno de antiatasque que funciona en los casos en que la presión de rotación del barreno de perforación supera el valor establecido, debido por ejemplo a una fisura en la roca; es decir cuando el par de torsión es excesivo como consecuencia de una rotación demasiado difícil el avance se detiene y corrige la fuerza del avance hasta que la rotación se normalice.

3.4 SISTEMAS HIDRAULICOS PRINCIPALES DE UN EQUIPO DE PERFORACIÓN

Para realizar los trabajos de perforación y brindar un buen servicio de mantenimiento es necesario interpretar correctamente los sistemas hidráulicos tanto en la parte grafica como en comprender el funcionamiento de los componentes hidráulicos.

Para un especialista en mantenimiento, operadores y técnicos responsables del mantenimiento es sumamente importante que comprendan los principios de funcionamiento del sistema hidráulico de perforación, de tal manera que puedan realizar los ajustes necesarios y poder determinar la disposición de los principales bombas, válvulas (etc.), los puntos de prueba o testeo para tomar las presiones de trabajo a fin de que se permita realizar un correcto diagnostico y obtener soluciones a diversas fallas que se presentan en las operaciones.

GRAFICO Nº 36



**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERIA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

GRAFICO Nº 37

1.- REPARACION DE EQUIPO JUMBO AXERA 5



GRAFICO Nº 38

2.- PRUEBAS DEL EQUIPO LUEGO DE LA REPARACIÓN



CAPITULO IV

4.1 GENERALIDADES Y PRINCIPIOS BASICOS DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO (LHD)

4.1.1 Descripción de los equipos LHD

Los LHD, basados en el concepto de Cargar - Transportar y Descargar surge como la solución más efectiva para compatibilizar la terna Rendimiento - Capacidad - Maniobrabilidad limitada principalmente a la necesidad de minimizar el desarrollo de infraestructura y por ende el costo que implica construir accesos a labores subterráneas.

Este equipo permite realizar el ciclo de carguío, transporte en distancias mayores (200-250 m hasta 300 m) y descarga en un tiempo menor, lo que significa un mayor rendimiento de la tarea.

Posee dispositivos hidráulicos, el volteo de la cuchara se logra gracias a uno o dos cilindros hidráulicos centrales al equipo, y el levantamiento con dos cilindros ubicados bajo los dos brazos u Horquillas o también llamados Plumas.

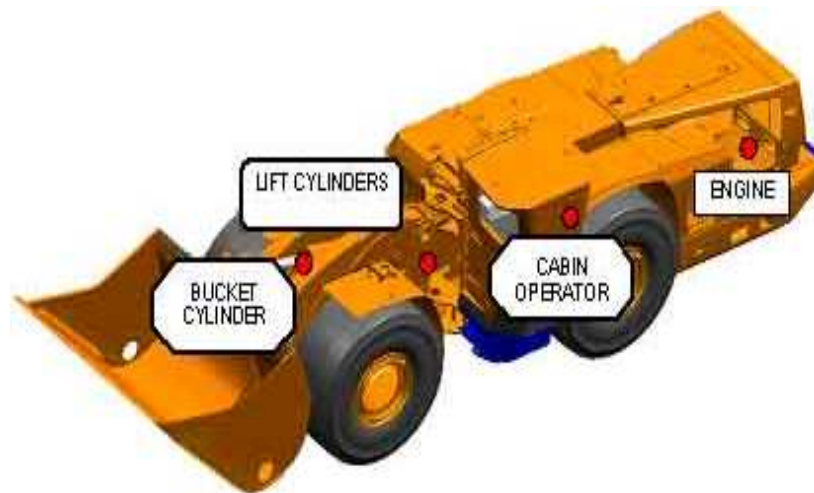
4.1.2 Características principales

- El LHD está diseñado para cargar Camiones de bajo perfil y camiones convencionales de altura adecuada, puede también descargar sobre piques de traspaso o sobre el suelo para que otro equipo continúe con el carguío por lo que el rendimiento para cada alternativa será distinto y se calculará según sean las condiciones del caso. Están montados sobre llantas de caucho y poseen tracción en las cuatro ruedas.
- En la parte delantera el LHD está compuesto por la cuchara, Horquillas o Pluma, Cilindros de levante y volteo, Ruedas delanteras y eje de transmisión delantero (Non-Spin, ó Posi-Torque dependiendo del tipo de diseño), luces.
- En la parte trasera se encuentra el Motor, convertidor de torque, cabina del operador situada a la izquierda del equipo, ruedas y eje de transmisión trasera (diferencial), luces, sistema de emergencia contra incendios, sistema de remolque.
- En la parte central se encuentran 1 ó 2 cilindros direccionales hidráulicos y la rótula de giro regulable que es doble y sellada (es una de las partes más importantes del equipo) denominada también articulación central constituido por dos pines uno superior y otro inferior.
- Cabina del operador Bidireccional y ergonómico por que tiene igual visibilidad y comodidad en ambas direcciones y es cómodo para el operador.

4.1.3 Factores que afectan la productividad y la operación del LHD

- Iluminación; la falta de iluminación produce problemas en operación a consecuencia en muchos casos por falta de ventilación ó fallas prematuras de las luces de trabajo.
- Estado de las pistas de rodado (derrame de carga, impacto en componentes mecánicos, impacto sobre el operador, disminución de velocidad, desgaste de neumáticos que deberían durar 2000-2500 horas según catálogo 3000 horas y puede bajar a 1800 horas).
- Área de carguío (debe tener piso firme para que no se entierre el balde y no genere esfuerzos que puedan dañar el equipo por ejemplo al cilindro central de volteo).
- Granulometría del material a cargar (Volumen de cargas muy grandes disminuyen el factor de llenado).
- Vías de tránsito y tráfico.
- Áreas de carga y descarga.
- Ventilación (polvo y falta de oxígeno).
- Altura sobre el nivel del mar (se pierde un 1% de potencia cada 100 metros a partir de los 300 metros sobre el nivel del mar, para alturas mayores de 1500 msnm se adicionan turbos).
- Temperatura (cada 2°C en ascenso se pierde 1% de potencia a partir de los 20°C).

GRAFICO Nº 39



4.2 SELECCIÓN Y PRODUCCION DE UN LOADER Y CAMION

Operaciones determina y planifica la extracción del mineral:

- Milling concentrating: planta concentradora
- Tailing handling environment: manejo de relave y medio ambiente
- Production (drilling, blasting, loading): perforacion, voladura, carga.
- Development (drifting, shaft sinking, raises): galerias, profundizacion, chimenea.
- Rock reinforcement(drifts, galleries stopes): sostenimiento(socavon, galerias inclinadas).
- Crushing: chancado
- Supporting functions: funciones de soporte:
- Ventilation: Ventilacion
- Power supply: abastecimiento de poder
- Water and air supply: abastecimiento de agua y aire
- Draining and pumping: socavon de desagüe y bombeo
- Mine surveying: topografia.
- Communications: Comunicaciones.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

GRAFICO N° 40

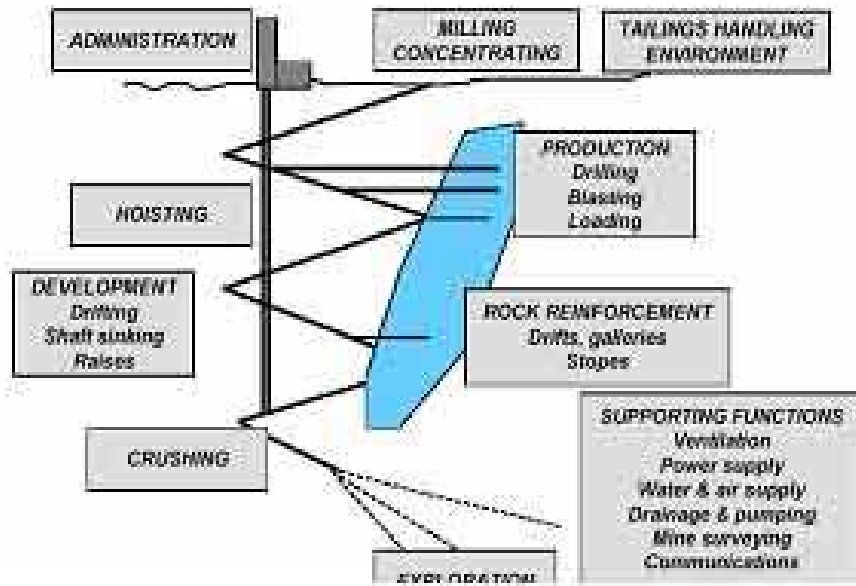


GRAFICO N° 41



4.2.1 Selección del equipo

4.2.1.1 Parte de un plan operativo:

- Mejor productividad
- Reducción de costos
- Mejor confiabilidad
- Mejor eficacia del servicio
- Condiciones de operación

4.2.1.2 Parte de un plan de selección:

- Simulación
- Numero de unidades
- Tiempo por ciclo
- Capacidad
- Utilización
- Estandarización

4.2.1.3 Parte de un plan de mantenimiento:

- Programa de reemplazo
- Reducción de gastos
- Programa over haul

4.2.1.4 Parte de un plan de soporte

- Inventarios
- Disponibilidad de partes en el mercado
- Proceso de Compra
- Tiempos de entrega

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

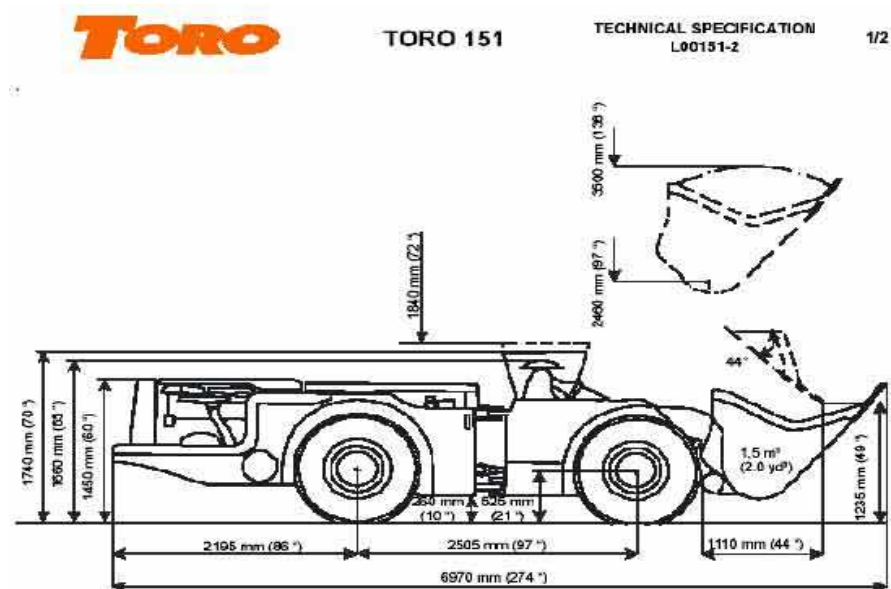
4.2.1.5 Parte de un plan desarrollo de competencias

- Operadores
- Técnicos
- Supervision
- Proceso.

4.2.2 El equipo debe satisfacer requerimientos y metas

4.2.2.1 Especificaciones y dimensiones

GRAFICO N° 42



4.2.2.2 Producción deseada

- Resultados en toneladas/metro cúbico o libra/yarda cúbica

4.2.2.3 Bajo costo operativo

- Resultados en \$/ Tonelada o \$/Hora

4.2.3 Procedimientos de selección de equipo

4.2.3.1 Selección del equipo tiene que satisfacer requerimientos

- **Requerimientos técnicos:**
 - Utilización del equipo (aplicación), producción o desarrollos.
 - Medio ambiente y facilidades

- **Requerimientos para el proceso:**
 - Metas de producción
 - Características de la operación, gradientes, ventilación, temperatura, (etc.)
 - El servicio, nivel técnico y facilidades

- **Requerimientos económico:**
 - Inversión, costo de operación, retorno
 - Precio y performance

- **Requerimiento social:**
 - Educación
 - Capacitación

- **Requerimiento ambiental**
 - Emisión de gases

- **Requerimiento para estandarizar**
 - Equipos
 - Partes (etc.)

- **Plazo de planeamiento**
 - Tiempo de entrega

- **Reemplazo vs reparación general**

Observación:

Hay que tomar en consideración como un equipo nuevo en la flota, puede afectar las otras etapas del proceso productivo.

4.2.3.2 Herramientas a utilizar

- Cálculo de producción y productividad
- Cálculo de costos unitarios.

4.2.3.3 Disposición de información básica de mina

- **Características básicas de la operación:**
 - Altura msnm
 - Temperatura máxima y mínima en la zona de trabajo y en superficie
 - Tipo de mineralización y dimensiones.
- **Propiedades de la roca**
 - Tipo de roca, dureza, peso específico
 - Producción anual y esperada
 - Productividad.
- **Para la producción**
 - Dimensiones del frente
 - Numero de frentes a limpiar
 - Ley del mineral
- **En desarrollo y producción**
 - Dimensiones anchas, altas y largas
 - Rampa, gradiente, radio de giro y dimensiones.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

- **FLOTA EXISTENTE**
 - Cantidad
 - Modelos
 - Horas trabajadas (etc.)

- **Causas de mala selección**
 - Falta o pérdida de información
 - Restricción en la cadena productiva, que ocasione el nuevo equipo
 - Utilización inadecuada.
 - No compatible con la flota, loader / Camión, jumbo.
 - Guiarse por el precio.
 - No disponer de soporte técnico por parte del proveedor.

4.2.4 Información requerida

4.2.4.1 Capacidad de transporte requerida

4.2.4.2 Arreglos para su trabajo

4.2.4.3 Peso específico del mineral

4.2.4.4 Factor de esponjamiento de la roca

(aumento del volumen de la roca excavada respecto a la roca "in situ".)

4.2.4.5 Fragmentación

4.2.4.6 Dimensiones:

- Frente
- Curvas
- Intersecciones
- Área de descarga

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

4.2.4.7 Características de punto de carga

- Humedad, caída
- De roca, (etc.).

4.2.4.8 Distancia de acarreo:

- Tramo recto
- Rampa, longitud y gradiente.
- Numero de curvas 90°, 45°.

4.2.4.9 Utilización del equipo

4.2.4.10 Ventilación disponible

4.2.4.11 Requerimientos por las condiciones de operación

- Cabina y adicionales
- Control remoto
- Tramo recto

4.2.4.12 Requerimiento local

- Altura sobre el nivel del mar
- Temperatura en el frente, galerías y superficie.
- Como será trasladado a su zona de trabajo, por sus propios medios o desarmado.

4.2.5 Finalidad de la selección

4.2.5.1 Confiabilidad del equipo

- Menor numero de fallas

4.2.5.2 Mayor productividad (Tonelada/ Hora)

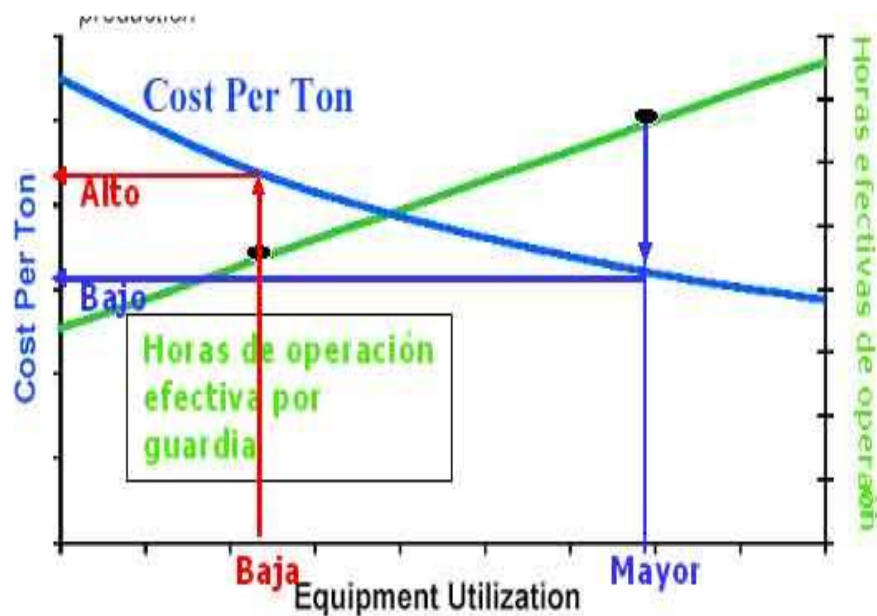
4.2.5.3 Menor costo (\$/Hora)

4.2.6 Menor costo en (\$/tonelada) es afectada por la utilización del equipo

4.2.6.1 Reducción del costo/ton se logra:

- Reduciendo la flota con equipos más confiables
- Reduciendo la mano de obra, con menor número de fallas y mayor DM
- Reduciendo el consumo de partes
- Incrementando la producción, con mayor confiabilidad de flota. Está directamente relacionada a las horas de operación de la flota: Si es flota con un considerable número de horas trabajadas se tendrá que determinar si requiere reemplazo u overhaul.

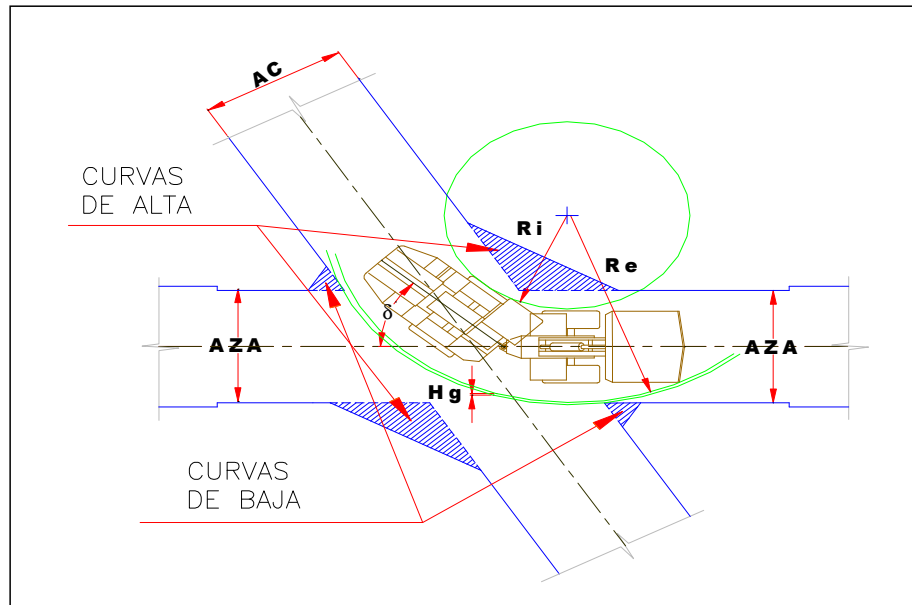
GRAFICO N° 43
MENOR NUMERO DE FALLAS



4.2.7 Alto costo, punto de reemplazo

El presupuesto define un costo operativo esperado, en la práctica esta sujeto a variables dependientes de la confiabilidad del equipo, eficacia del servicio y las condiciones de operación.

GRAFICO N° 44



4.2.8 Mayor productividad calculo de producción (T) en Ton/hr

Existen diferentes métodos de cálculo, podemos aplicar una fórmula como la siguiente.

$$T = \frac{(50 \times P)}{t + \frac{(2 \times D)}{(16.67 \times v)}}$$

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERIA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

Donde:

T	=	Producción en TN/Hr.
50	=	Hora de 50 minutos de operación por los retrasos
P	=	Capacidad de acarreo en toneladas métricas.
16.67	=	Conversión de Km/Hr. a m/min
V	=	Velocidad promedio del ciclo en Km/Hr.
D	=	Distancia de acarreo en una dirección, en mts. (Todo el ciclo por 2)
t	=	Tiempo fijo en la carga, descarga y maniobra en minutos (Se asume 0.8 minutos)

DATA REQUERIDA:

- Capacidad de acarreo
- Tiempo fijo, tiempo para cargar la cuchara, girar, acelerar y vaciar la carga
- Distancia recorrer
- Velocidad de desplazamiento.

4.3 DETERMINACIÓN DE VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO

GRAFICO N° 45

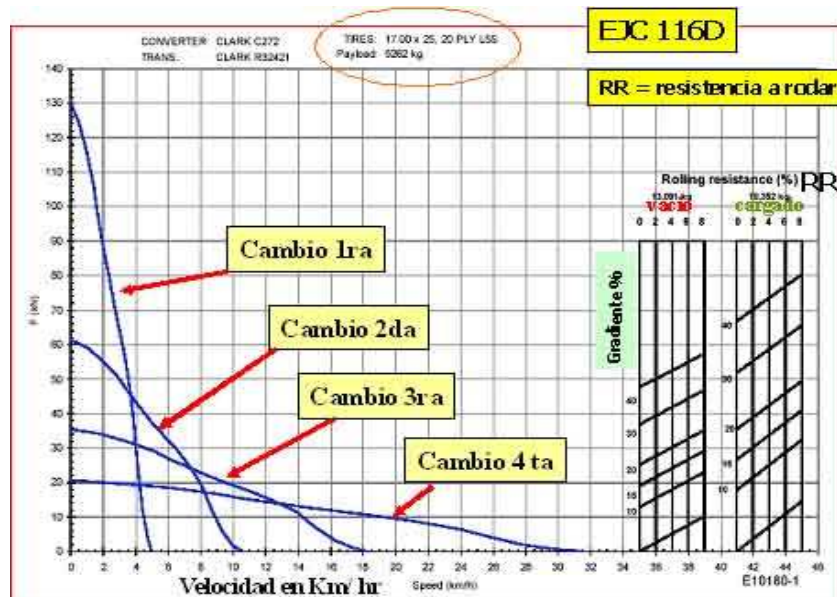


GRAFICO FACILITADO POR EL FABRICANTE GRADIENTE, RESISTENCIA AL RODADO Y VELOCIDAD

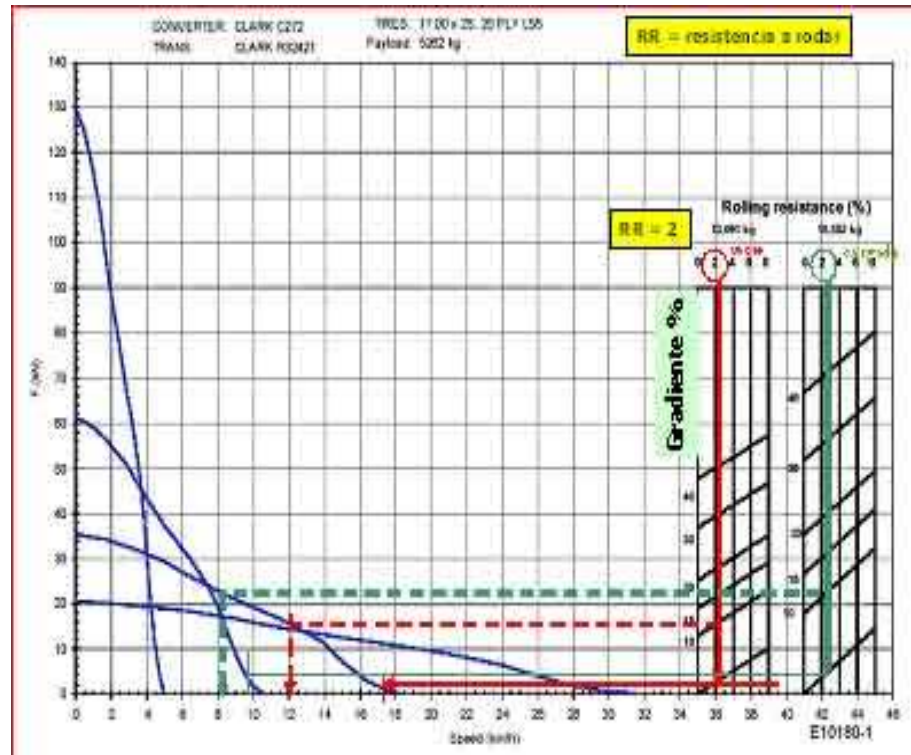
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

4.3.1 Variación de la velocidad de acuerdo a la resistencia del rodado o la vía EJC 116D

Resistencia la rodado	% Gradiente	Vacío Kms/Hora	Cargado Kms/Hora
RR2	10	12	8.5
	0	17	9.5
RR4	10	11	7.5
	0	15.8	9.2
RR6	10	10	6.5
	0	15	9.0
RR8	10	9	4
	0	14	8.5

Nota: Estos valores pueden variar de acuerdo a las condiciones de operación, como la ventilación estado de las vías, competencia del operador, visibilidad, etc.

GRAFICO N° 46



OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERIA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

GRAFICO N° 47

GRADIENTE, RESISTENCIA AL RODADO Y VELOCIDAD

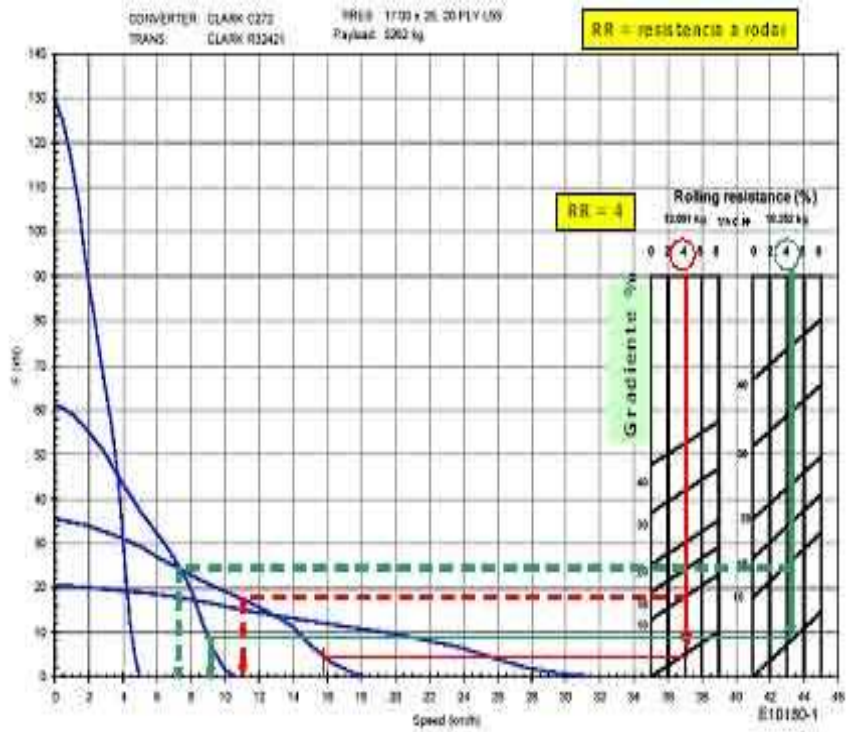
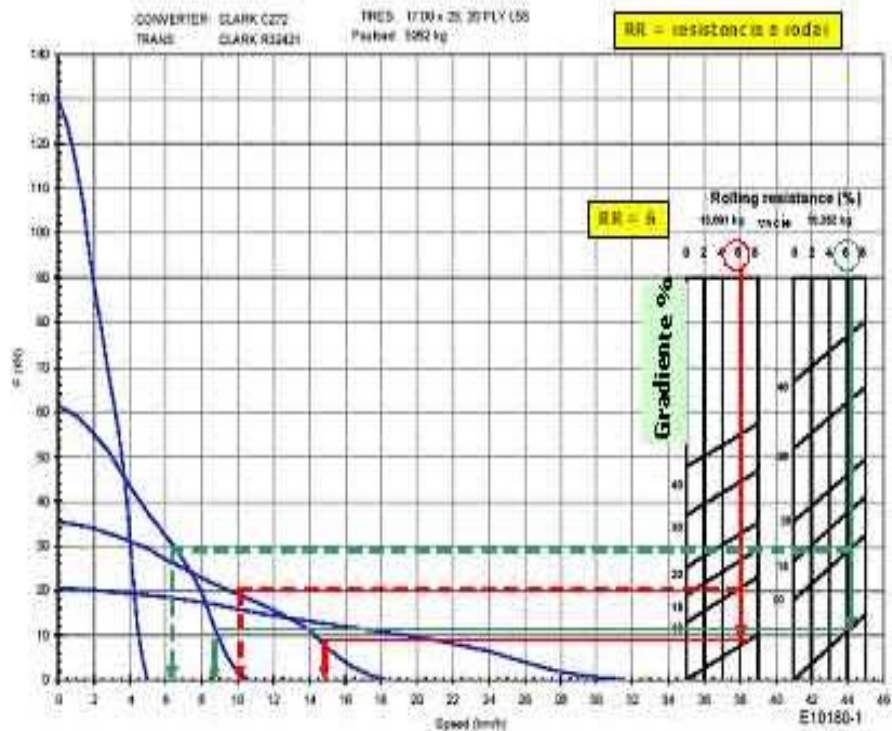


GRAFICO N° 48

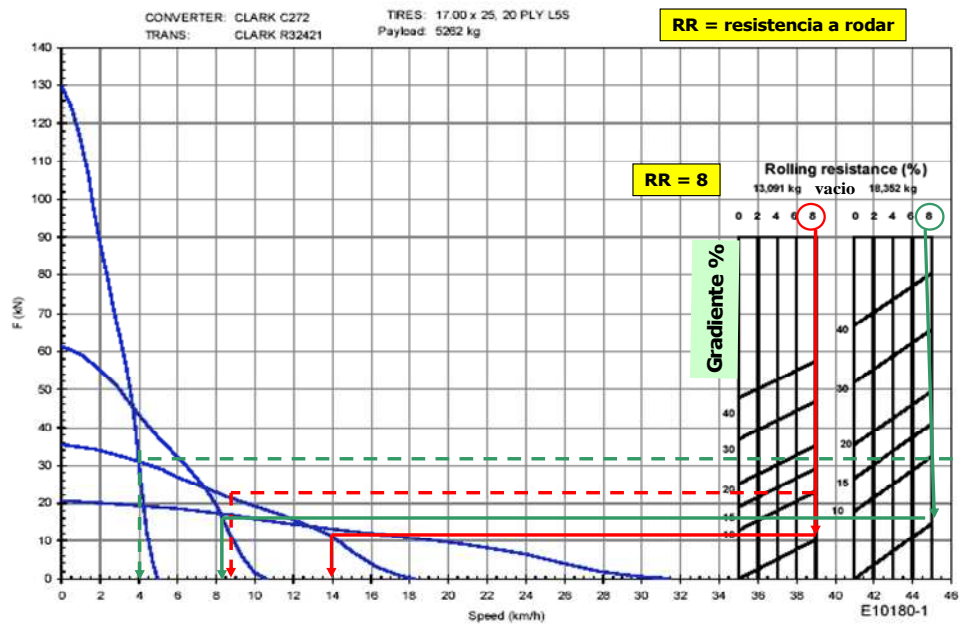
GRADIENTE, RESISTENCIA AL RODADO Y VELOCIDAD



OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERIA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

GRAFICO N° 49

GRADIENTE, RESISTENCIA AL RODADO Y VELOCIDAD



4.3.2 Determinación de la producción en función de la distancia de acarreo y gradiente

GRAFICO N° 50

EJC 116 PRODUCTIVITY



OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERIA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

GRAFICO N°51

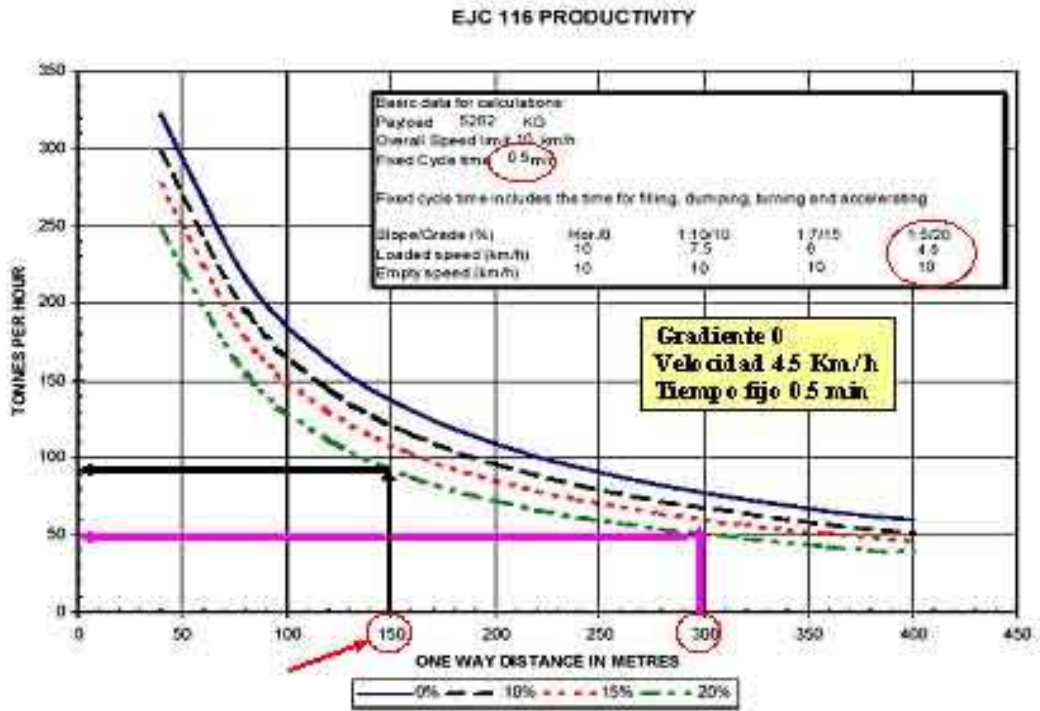
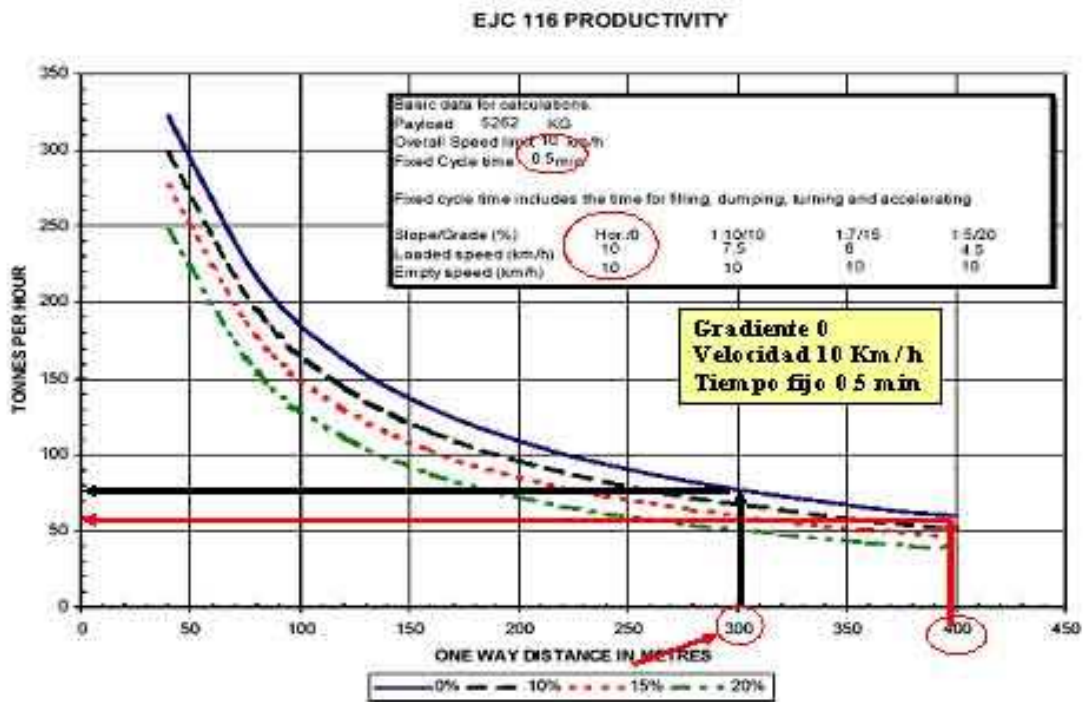


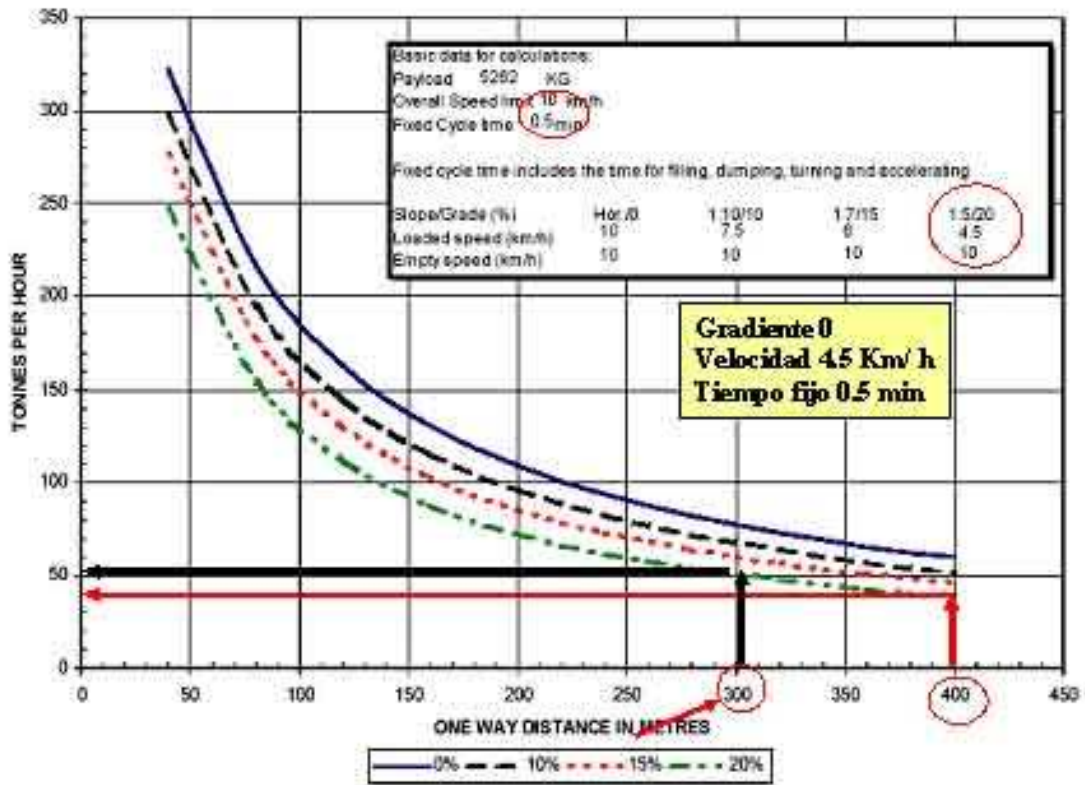
GRAFICO N°52



OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERIA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

GRAFICO N° 53

EJC 116 PRODUCTIVITY



4.4 CAPACIDAD Y TAMAÑO DE LOS EQUIPOS LHD

MODELO	CAPACIDAD DE CUCHARA		ALTURA mm	LONGITUD mm	ANCHO mm	RADIO DE GIRO mm
	Metros cubicos	Yardas cubicas				
MICROSCOOP 100D	0.5	0.7	2045	4600	1055	3190
EJC 65	1.2	1.5	2134	5846	1372	3734
TORO 151 D	1.75	2.3	1740	6970	1420	4730
EJC 145D	3.1	4.00	2235	8407	2159	5715
TORO 007	4.6	6.00	2395	9681	2485	6515
TORO 1400	6.00	7.80	2540	10508	2760	6716
TORO 2500	10.00	13.10	3161	14011	3710	9436

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

Observación: El cuadro es de suma importancia cuando se trata de seleccionar un equipo LHD, de acuerdo a las características de las secciones de las minas subterráneas.

4.5 VENTILACION

La administración de seguridad y salud minera (MSHA-Mine safety and health administration), distribuyó normas de seguridad para proteger a los mineros contra daños de equipos diesel en minería subterránea.

Estas nuevas normas ayudarán a proteger a los trabajadores en interior mina de fuegos, explosiones, gases de escape tóxicos y otros peligros que los motores diesel pueden poseer en operaciones de minas subterráneas.

4.5.1 Ventilación requerida de los equipos LHD usado en minería subterránea

MODELO DE MOTOR	VENTILACION		MAX. POTENCIA	
	Metros cubicos/Seg	CFM	Kw	Hp
DEUTZ F3L912W	1.18	2500	33	45
DEUTZ BF4L2011	3.3	7000	55	74
DEUTZ F4L912W	1.41	3000	46	63
DEUTZ F6L914W	2.12	4500	71.5	95
DEUTZ F8L413W	4.95	10500	150	204
DEUTZ F12L413W	7.55	16000	224	305
DETROIT SERIE 40	5.89	12500	142	190
DETROIT SERIE 50	7.31	15500	187	250
DETROIT SERIE 60	8.49	18000	243	325

4.6 EQUIPOS LHD ELECTRICO

Los equipos eléctricos en la mina son denominados cautivos, estos tienen las siguientes ventajas:

- No produce ningún tipo de contaminación al medio ambiente y no requiere de ventilación adicional.
- Posee un bajo nivel de ruido
- Mejor disponibilidad mecánica
- Menor consumo de energía
- Menor consumo de llantas
- Mayor productividad
- Menor costo operativo

Sin embargo estos equipos tienen las siguientes desventajas:

- Mayor costo de inversión de 15 a 20% más caro que los equipos diesel.
- Los equipos eléctricos son utilizados en zonas de excavación, carguío y transporte rutinario en labores definidas de tal forma que se aproveche su productividad.
- Están propensos a pérdida de potencia debido a las caídas de voltaje que afectan al motor principal power pack.
- Debido a que estos equipos son utilizados mayormente en trabajos de desarrollo, exploración y explotación están expuestos a caídas de rocas o accidentes imprevistos.
- Debido a la función que tienen que realizar son menos versátiles que los equipos diesel, es por eso que se le denominan equipos cautivos.

GRAFICO N° 54



4.7 CONJUNTO MOTOR TRANSMISION (POWER TRAIN)

4.7.1 Motores

En la década de los setenta y ochenta del siglo pasado el motor más popular fue el motor DEUTZ de fabricación alemana estos motores son de fácil mantenimiento y lo principal es que necesitan menor flujo de ventilación para que se produzca la combustión y la vida útil que este posee, puede superar las 12,000 horas antes de realizar su primer overhaul.

Por otra parte en la actualidad existen motores como los caterpillar, Detroit Diesel y motores Mercedes Benz los cuales tienen como característica principal un modulo de control electrónico o mas conocido como la memoria del motor, que permite un bajo consumo de combustible, control de gases de escape, un mejorado sistema de diagnóstico y protección del motor.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

El factor determinante para la carga y transporte de los equipos diesel es el flujo de aire y el sistema de ventilación en interior mina. Los gases de escape de los motores Diesel contienen:

N_2, CO_2, H_2O, O_2 y algunos dañinas partículas sólidas.

En el Perú los motores diesel deben ser aprobados de acuerdo a las normas ISO 8178 para minería subterránea las cuales son requerimientos reglamentados para concentraciones de gases tóxicos o impurezas en los gases de escape.

Sin embargo lo más importante para evitar este tipo de daños al medio ambiente es realizar un correcto programa de mantenimiento donde los ajustes del motor como por ejemplo la calibración de válvulas de admisión y escape, adecuado cambio de los filtros de aire y verificación de las condiciones de los purificadores o catalizadores catalíticos, forman parte fundamental de este programa.

4.7.2 Sistema de dirección

La maquina es de centro articulado la cual es dirigida por dos cilindros de dirección.

En el convertidor de torque se encuentra la bomba (P301) de 92 lit/min ó 24 gpm que entrega aceite a la válvula (V302) la cual controla hidráulicamente la dirección.

La presión servo es controlada por la válvula proporcional (V310). Moviendo la palanca de control a la derecha, que esta conectada al módulo Chair, causa que la válvula proporcional

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

se abra y envíe presión servo a un costado del spool de la válvula principal.

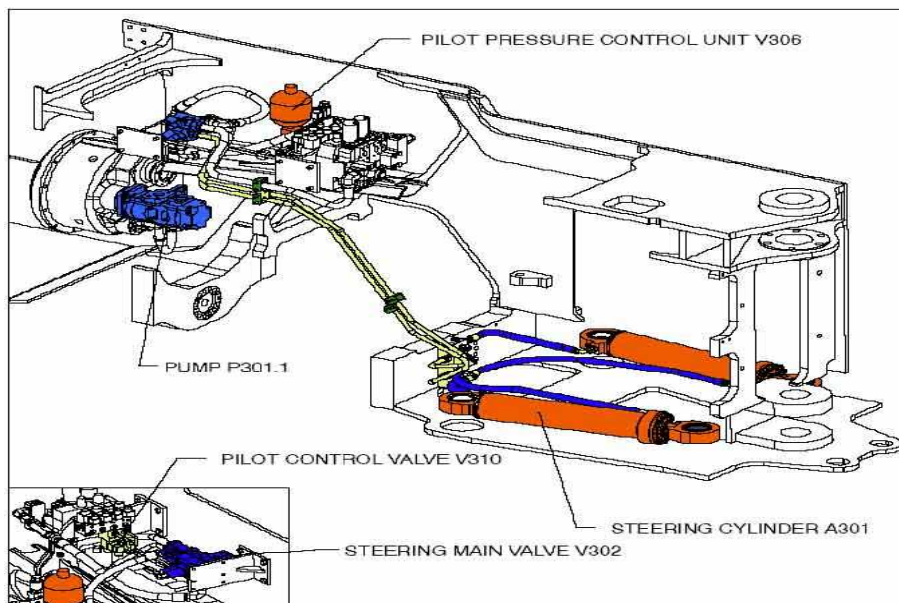
La presión hidráulica es enviada directamente a través de la válvula principal de dirección a los cilindros de dirección.

Si la palanca de dirección se encuentra en la posición neutral, el flujo de la válvula de dirección (V302) es enviado a la válvula principal de la cuchara (V304).

Los cilindros de dirección son conectados en forma cruzada y no se pueden controlar de manera separada.

Cuando un cilindro se retrae el otro se extiende causando que la máquina articule en la apropiada dirección.

GRAFICO N° 55



4.7.2.1 Principales componentes del sistema dirección

Tanque Hidráulico: Es un depósito de aceite de 230 litros o 60 galones de capacidad.

Bomba Hidráulica: La bomba doble produce la presión hidráulica necesaria en los sistemas hidráulicos. La bomba tiene dos bloques en el mismo eje. La velocidad del eje es aproximadamente 2270 rpm cuando el motor gira a 2150 rpm. El eje rota en el sentido de las agujas del reloj.

Block 1

El Block 1, produce la presión hidráulica necesaria para la dirección y el control piloto; La máxima presión esta limitada a 220 bares por la válvula de alivio de presión. El volumen de aceite es proporcional a las RPM del motor y el máximo flujo es 92 l/min. El block de salida esta equipado con una válvula anti-retorno, esta permite que el flujo de aceite hidráulico retorne desde block del lado de presión de la bomba.

Block 2

El block 2 produce la presión hidráulica necesaria para el enfriamiento de aceite. La máxima presión esta limitada a 210 bares por la válvula de alivio de presión. El volumen de aceite es proporcional a las revoluciones del motor y el máximo flujo es de 36 l/min.

Válvula principal de dirección: La válvula de dirección contiene una válvula de alivio principal, un resorte centra la válvula proporcional hidráulica, dos válvulas de seguridad (con dos válvulas anti-retorno) y una válvula anti-retorno. La válvula de alivio principal limita la presión que entra a la válvula a 220 bares.

La válvula proporcional ajusta el ángulo de dirección de la máquina ajustando el flujo hidráulico que se dirige a los cilindros de dirección.

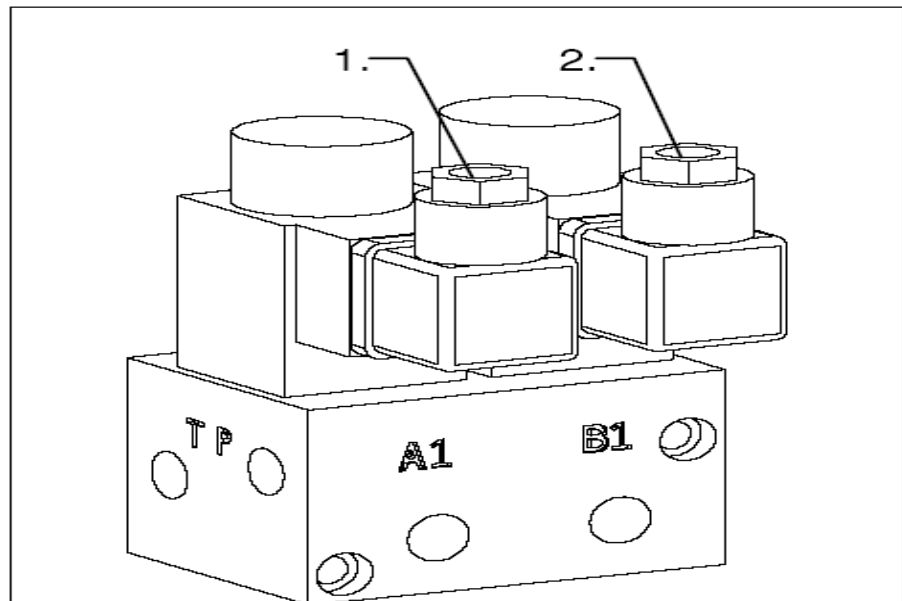
Las válvulas de seguridad limitan la presión en los cilindros hidráulicos a 125 bares y las válvulas anti-retorno previenen la cavitación. La válvula anti-retorno previene que la presión de los cilindros, escape hacia el lado de presión de la bomba de dirección.

Válvula de control piloto: La válvula de control piloto ajusta el flujo hidráulico en la línea de control piloto de la válvula principal de dirección.

Válvula solenoide Y323 (1.): Cuando la dirección es a la izquierda, la válvula solenoide Y323 conecta la presión piloto a la línea de control de la válvula proporcional.

Válvula solenoide Y322 (2.) Cuando la dirección es a la derecha, la válvula solenoide y 322 conecta la presión piloto a la línea de control de la válvula de control proporcional

GRAFICO N° 56



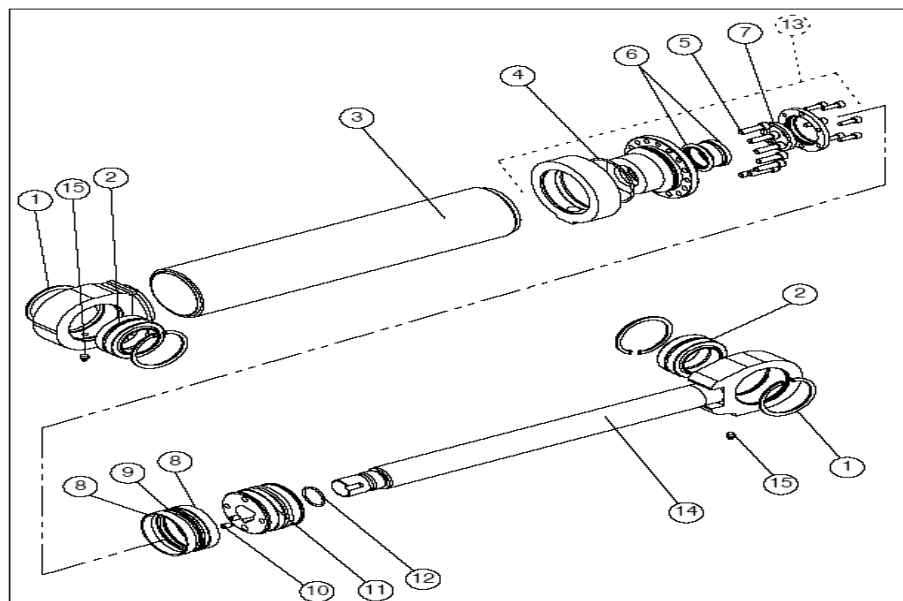
Válvula solenoide Y322 (2)

Cilindros Hidráulicos Cuando la máquina se encuentra en la posición correcta, los cilindros se encuentran al 50% de su recorrido. Si la máquina gira a la derecha, el cilindro de la izquierda se extiende y el cilindro de la derecha se retrae. Cuando la máquina gira a la izquierda el cilindro de la derecha se extiende y el cilindro de la izquierda se retrae. Todos los cilindros son diseñados igual. Los cilindros de dirección son montados entre el chasis delantero y trasero. En la parte delantera del cilindro se encuentra una rótula (2) sostenida por circlips (1). En los cilindros de dirección la rótula delantera del lado del vástago esta montado en el chasis

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

delantero. El pistón (11) es asegurado al vástago (14) por dos tornillos de bloqueo (10). En la salida del diámetro del pistón se encuentran dos anillos guías (8) y los sellos del pistón (9) son localizados en sus propias ranuras. Entre el pistón y el vástago se encuentra un o-ring (12) para hacer firme la junta. El ensamble de la tapa (13) se encuentra sostenida en la parte delantera del tubo del cilindro (3) por pernos allen (7). Los sellos previenen que las fugas pasan al vástago. El barredor limpia la suciedad cuando el vástago se retrae. Para la lubricación de las rotulas hay dos niples de engrase (15). El vástago del cilindro se mueve aplicando presión hidráulica a través de las mangueras. Cuando se aplica presión al lado del pistón, el aceite del lado del vástago retorna al tanque.

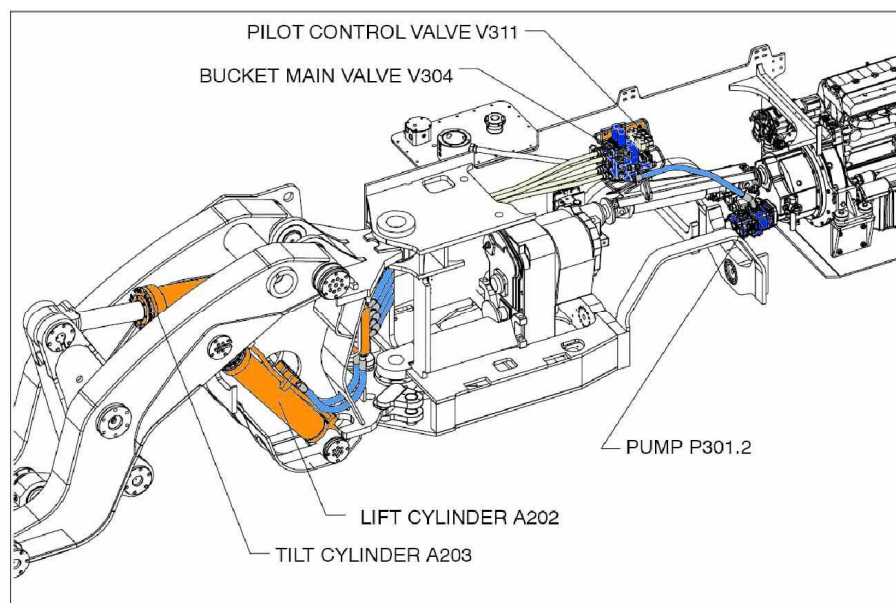
GRAFICO N° 57



4.7.3 Sistema de levante y volteo

En la sección interna del convertidor se encuentra montada la bomba doble (P301.2) esta entrega aceite a la válvula principal de control del balde (V304) esta es conectada al modulo Front (Hacia delante) La presión piloto de control de la cuchara es controlada por la válvula de control proporcional (V311). El joystick de control esta conectado al modulo Chair, al realizar un movimiento a la derecha, la válvula proporcional se abre y envía aceite al spool de la válvula principal de control de la cuchara. La presión hidráulica es enviada directamente a través de la válvula principal de control del brazo y balde hacia los cilindros. El exceso de flujo hidráulico de la válvula principal de dirección (V313) fluye a la válvula principal de la cuchara (cuando la dirección no es usada).

GRAFICO N° 58



4.7.3.1 Principales componentes del sistema de levante y volteo

Bomba Hidráulica:

La bomba doble produce la presión hidráulica necesaria en los sistemas hidráulicos. La bomba tiene dos bloques en el mismo eje. La velocidad del eje es aproximadamente 2270 rpm cuando el motor gira a 2150 rpm. El eje rota contra el sentido de las agujas del reloj.

Block 1

El Block 1 produce la presión hidráulica necesaria para el levante y volteo. La máxima presión está limitada a 220 bares por la válvula de alivio de presión. El volumen del aceite es proporcional a las rpm del motor y el máximo flujo es 92 l/min. El block de salida es equipado con una válvula anti-retorno, esta previene el flujo de aceite hidráulico retorne desde el block del lado de presión de la bomba.

Block 2

El block 2 produce la presión hidráulica necesaria para el circuito de frenos y el sistema de presión piloto. La máxima presión está limitada a 210 bares por la válvula de alivio de presión. El volumen de aceite es proporcional a las revoluciones del motor y el máximo flujo es de 36 l/min.

Válvula principal de levante y volteo:

La válvula de brazo y balde contiene una válvula de alivio principal, dos resortes centran el spool controlado por válvula hidráulicas proporcionales y cuatro válvulas de seguridad (con cuatro válvulas anti-retorno). La válvula de alivio principal limita la presión máxima que entra a la válvula a 210 bares. La válvula proporcional (1) ajusta la posición del brazo ajustando el flujo hidráulico que va a los cilindros de levante. Las válvulas de alivio de seguridad limitan la presión en los cilindros de levante a 250 bares y las válvulas anti-retorno previenen la cavitación. La válvula proporcional (2) ajusta la posición del balde ajustando el flujo hidráulico que va al cilindro de volteo. Las válvulas de alivio de seguridad limitan la presión en el cilindro de volteo a 250 bares y las válvulas anti-retorno previenen la cavitación.

Válvula de control piloto:

La válvula de control piloto V311 ajusta el flujo hidráulico en la línea de control piloto a la válvula de control proporcional del brazo y cuchara V304.

Válvula solenoide Y324 (1.):

Cuando baja la cuchara, la válvula solenoide Y324 conecta la línea de presión piloto a la línea de control piloto de la válvula proporcional. Cuando levanta la cuchara, la válvula solenoide Y324 conecta la línea de control piloto de la válvula proporcional a tanque.

Válvula solenoide Y328 (2.):

Cuando baja el brazo, la válvula solenoide Y328 conecta la línea de presión piloto a la línea de control piloto de la válvula proporcional. Cuando levanta el brazo, la válvula solenoide Y328 conecta la línea de control piloto de la válvula proporcional a tanque.

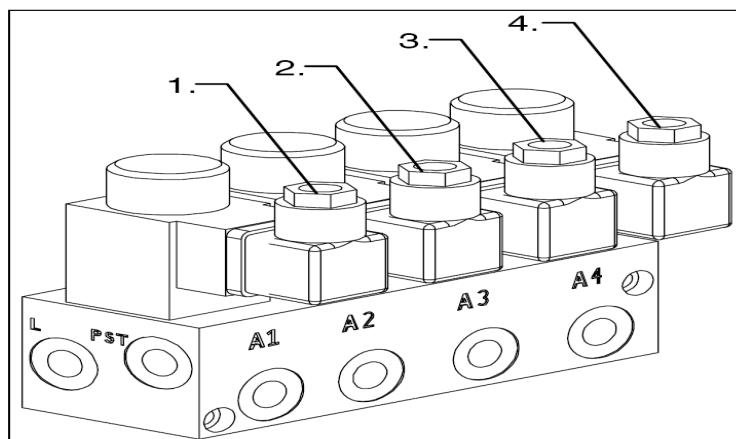
Válvula solenoide Y325 (3.):

Cuando levanta el brazo, la válvula solenoide Y325 conecta la línea de presión piloto a la línea de control piloto de la válvula proporcional. Cuando baja el brazo, la válvula solenoide Y325 conecta la línea de control piloto de la válvula proporcional a tanque.

Válvula solenoide Y327 (4.):

Cuando levanta la cuchara, la válvula solenoide Y327 conecta la línea de presión piloto a la línea de control piloto de la válvula proporcional. Cuando baja la cuchara, la válvula solenoide Y327 conecta la línea de control piloto de la válvula proporcional a tanque.

GRAFICO N° 59



OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

Cilindros hidráulicos:

02 cilindros de levante y uno de volteo forman parte de este importante sistema hay que tener siempre presente que los cilindros hidráulicos pueden soportar grandes fuerzas axiales pero no debe de aplicar ni soportar fuerzas radiales.

Los sellos que forman parte del vástago consisten en un sello principal con bordes interiores dentados, que rozan continuamente el vástago y lo limpian removiendo el fluido. Un segundo sello frota el vástago para eliminar los restos que pudiese haber dejado el sello principal y elimina las partículas extrañas cuando retrocede el vástago al interior del cilindro.

Otro punto importante durante las operaciones es la detección de fallas en el sistema de levante y volteo para lo cual es importante saber los correctos puntos de medición de presiones.

GRAFICO N° 60

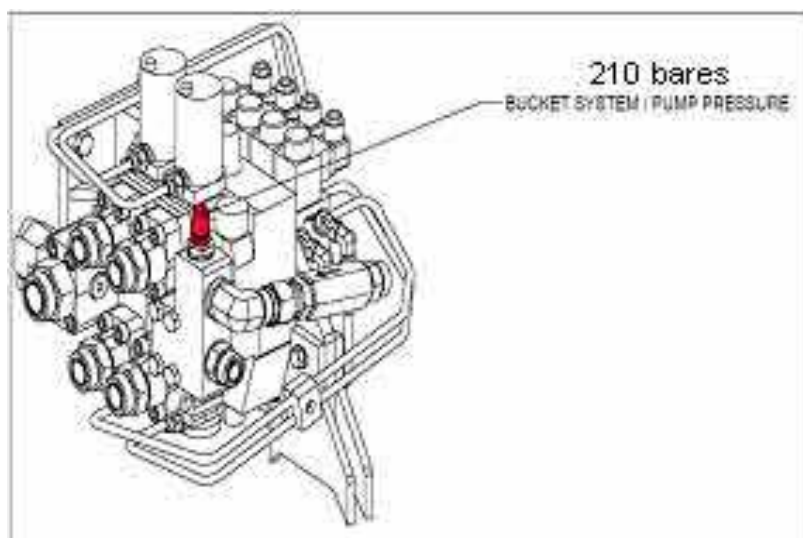
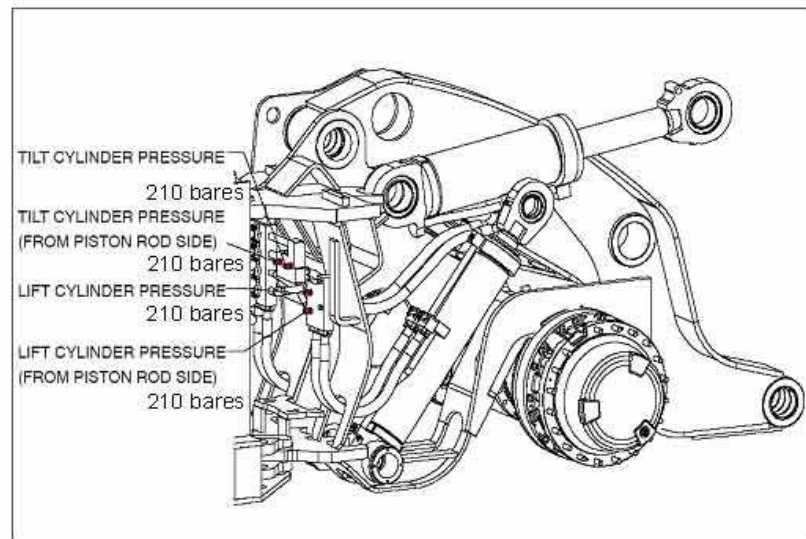


GRAFICO N° 61



Puntos de medición de presión

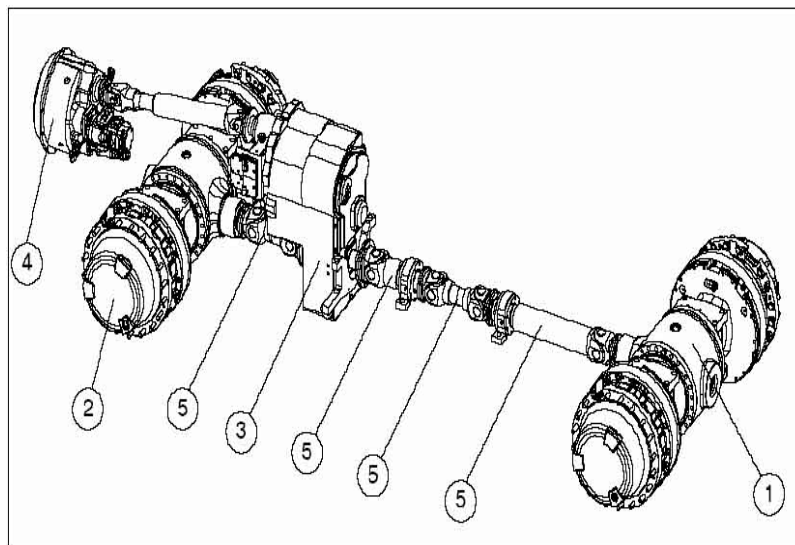
4.7.4 Sistema de tren de potencia

La potencia del motor es transmitida directamente al convertidor de torque. El convertidor de torque a través de su eje de salida transmite por un cardan la potencia al eje de entrada de la transmisión. La transmisión suministra cuatro marchas hacia delante y hacia atrás las que son seleccionadas eléctricamente. El eje de salida de la transmisión transmite la potencia a través de cardanes a los diferenciales delanteros y traseros. La corona y piñón de los diferenciales transmiten la potencia a los ejes flotantes. Estos ejes están conectados mediante estrías al piñón solar del planetario del mando final. A mediada que los ejes rotan fuerzan a los piñones planetarios a girar sobre el anillo piñón estacionario de la maza que gira con la rueda que tiene montada.

4.7.4.1 Principales partes del sistema de transmisión

- 1.- Eje delantero
- 2.- Eje trasero
- 3.- Transmisión
- 4.- Convertidor
- 5.- Cardanes.

GRAFICO N° 62



4.7.4.2 Hidráulica de transmisión

Cuando el motor esta funcionando la bomba de carga de la transmisión envía aceite del cárter de la transmisión a través del filtro de mallas de la succión a la válvula reguladora de presión y al filtro de aceite.

El cárter de la transmisión se ubica en el fondo de la carcasa de la transmisión. La válvula reguladora de la presión mantiene la presión al control de la transmisión para accionar los embragues de dirección y marchas.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

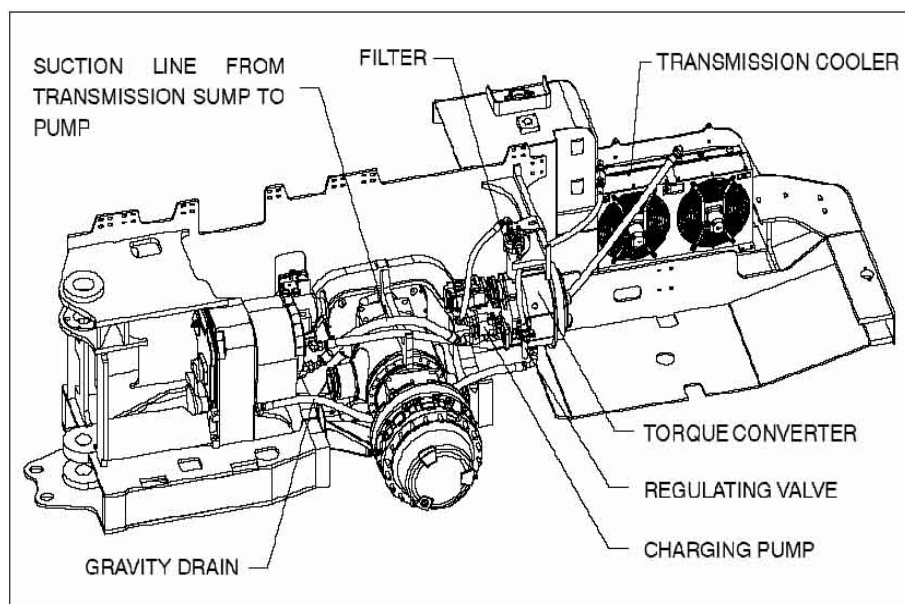
Esto requiere de pequeñas porciones del volumen total del aceite utilizado por el sistema.

El aceite restante es enviado a través del circuito del convertidor de torque al enfriador de aceite y regresa a la transmisión para lubricación positiva.

Después de ingresar a la carcasa del convertidor el aceite se envía a través del soporte del estator a las cavidades de álabes del convertidor y sale por el pasaje entre el eje de la turbina y el soporte del convertidor. Ahora el aceite se envía al enfriador.

Después de salir del enfriador el aceite es enviado a la transmisión, Allí a través de una serie de conductos y cañerías lubrica los rodamientos y embragues de la transmisión. El aceite luego por gravedad se drena al cárter de la transmisión.

GRAFICO N° 63



4.7.4.3 Transmisión

La caja de transmisión consiste en cambios de potencia por modulación: Cuatro marchas adelante y atrás con control eléctrico de cambio de marchas de marca DANA SOHR 32421.

Antes de operar el equipo LHD se tiene que verificar la presión de aceite en neutro y en todas las marchas. Si la presión esta correcta en neutro y baja solamente en una marcha, el problema está en el embrague de esa marcha. En neutro los embragues de marcha adelante y marcha atrás están libres.

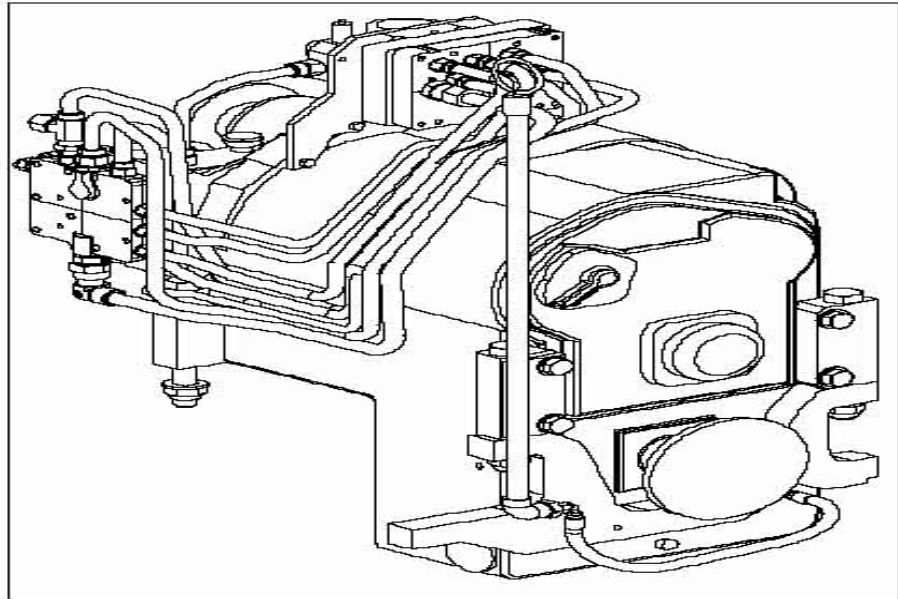
Para mover la máquina se debe aplicar el embrague de marcha adelante o el de marcha atrás, y el embrague de una marcha. Al cambiar de marcha la presión en el sistema debe mantenerse con una tolerancia indicada por el fabricante de la transmisión.

Si la variación es mayor que la tolerancia indicada por el fabricante el embrague tiene fugas. Por otro lado para medir el nivel de aceite de transmisión el equipo tiene que estar en funcionamiento.

En lo que respecta al lubricante ideal se recomienda el siguiente:

-20 °C...+ 15 °C SAE 10 APICD/SE o CD/SF
Sobre + 0 °C SAE 30 APICD/SE o CD/SF
-50 °C...+ 60 °C SAE 10W--30 API SM, SL

GRAFICO N° 64



CAJA DE TRANSMISIÓN DANA SOHR 32421.

4.7.4.3.1 Selección de marchas

En la cabina se encuentra el joystick eléctrico para seleccionar las marchas y la dirección de marcha. El TCS (sistema de control de la transmisión) energiza las correspondientes válvulas solenoides en la unidad de válvulas de control de la transmisión.

La unidad de válvulas de control consiste en una serie de cuerpos de válvula con un selector de vástagos ó spools de válvula. Al seleccionar las válvulas adecuadas el aceite fluye en dirección a los correspondientes embragues de marcha y sentido de marcha a través de la válvula modular.

Neutro

Con el motor funcionando y el control direccional en posición neutral, la presión del aceite se encuentra bloqueada en la válvula de control y la transmisión se encuentra en posición neutral.

La presión de control se encuentra en las siguientes líneas:

- Desde la bomba a la unidad de control de la transmisión.
- Desde la unidad de control al convertidor de torque.
- Desde la unidad de control al grupo de válvulas.
- A las mangueras del selector de marchas.

Adelante 1ª marcha

Cuando se selecciona la marcha, el sistema de control de transmisión controla la válvula solenoide del paquete de control hidráulico. El vástago de la válvula selectora de dirección se mueve y envía aceite al embrague de dirección hacia delante y el vástago de la válvula selectora de marchas se mueve para enviar aceite al embrague de la primera marcha. La primera marcha no funciona si el freno de estacionamiento esta activado.

La presión de control se encuentra en las siguientes líneas:

- Línea del extremo de marcha hacia delante de la válvula selectora de dirección.

Otras marchas (adelante)

La selección de marchas mas altas se realiza liberando presión de las mangueras selectoras de marchas seleccionando respectivamente segunda, tercera o cuarta marcha.

Los cambios de presión afectan la posición del vástago de la válvula selectora de marchas que se encuentra ubicada en la unidad de control de la transmisión.

El sistema de control maneja las válvulas solenoides de 2ª y 4ª de la unidad de control.

Marchas en reversa

La selección de marchas se realiza del mismo modo que para ir hacia delante. La única diferencia es que la línea de la válvula selectora de la dirección a la entrada de reversa de la unidad de control de la transmisión se encuentra presurizada (la línea a la entrada de dirección adelante se encuentra sin presión) por lo tanto el vástago de la válvula selectora de la dirección se moverá a la dirección en reversa.

Cuando se selecciona las marchas en reversa el sistema controla la válvula solenoide de reversa.

Cuando el motor se encuentra funcionando y las marchas en neutro. Las válvulas solenoides de marchas 2ª a 4ª están energizadas.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

Si cualquiera de las válvulas solenoides (válvula adelante o atrás) esta activada las válvulas solenoides se controlaran de acuerdo a la tabla que se muestra arriba.

Cuando el motor se encuentra detenido todas las válvulas solenoides se encuentran desenergizadas.

Signal / valve Gear	Y304 Forward valve	Y305 Reverse valve	Y307 2. Gear valve	Y308 3. Gear valve	Y309 4. Gear valve
Forward 4	X				
Forward 3	X				X
Forward 2	X			X	X
Forward 1	X		X	X	X
Neutral			X	X	X
Reverse 1		X	X	X	X
Reverse 2		X		X	X
Reverse 3		X			X
Reverse 4		X			

4.7.4.4 Convertidor de torque

El convertidor de torque es un dispositivo que hidráulicamente multiplica el torque del motor.

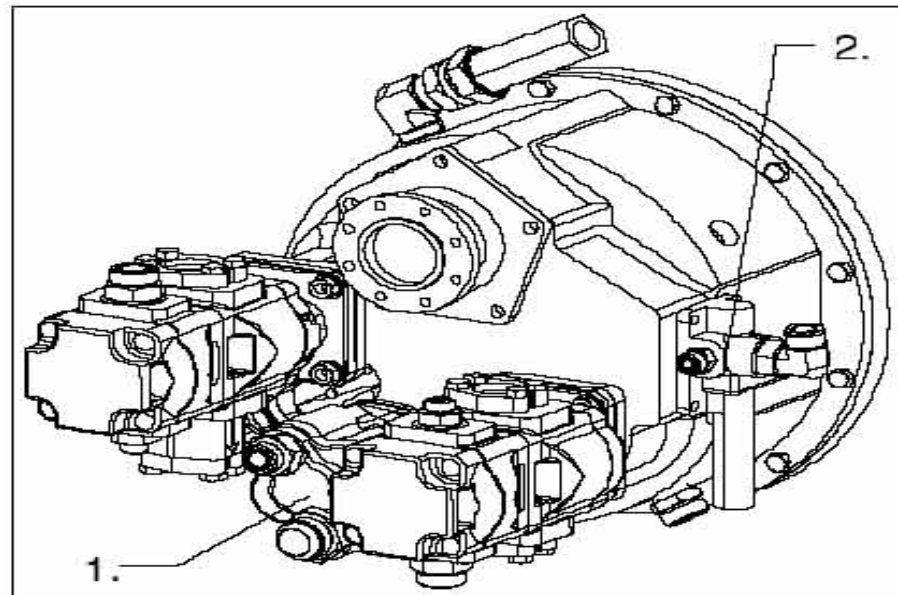
En altas RPM del motor y baja velocidad del vehículo el convertidor de torque automáticamente multiplica el torque del motor suministrando la fuerza necesaria para que la máquina se mueva rápidamente; en altas velocidades del equipo no se requiere de multiplicación de torque y por lo tanto el convertidor de torque transmite la potencia del motor con mayor

eficiencia salvo las producidas por ineficiencias
hidráulicas. Relación de transformación: 2,7:1

4.7.4.4.1 Bomba de carga de caudal fijo (engranajes) (1.)

La bomba de carga suministra el aceite para cargar
el convertidor de torque, controlar la transmisión y
lubricar el convertidor de torque y la transmisión. La
bomba es impulsada por un eje estriado montado al
impulsor del convertidor de torque.

GRAFICO N° 65



CONVERTIDOR DANA SOH, C 273.1

4.7.4.4.2 Válvula reguladora cargada a resorte (2.).

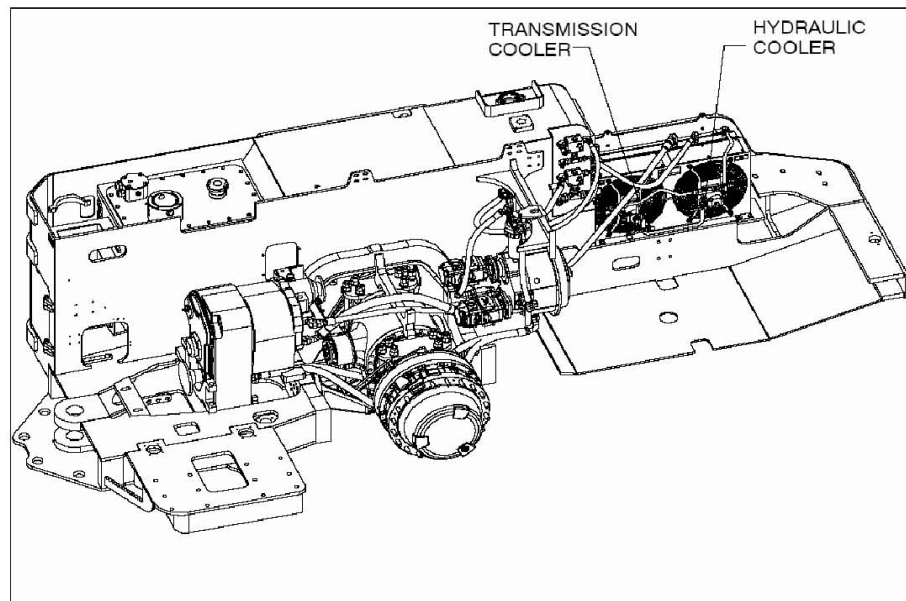
El spool de la válvula se encuentra acoplado a un
resorte para mantener la válvula cerrada. Cuando se
alcanza una presión determinada el spool de la
válvula presiona contra el resorte hasta que se
expone el orificio en un costado del cilindro de la
válvula.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERIA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

Esta válvula se encarga de mantener la presión apropiada en el sistema.

4.7.4.5 Enfriamiento de transmisión

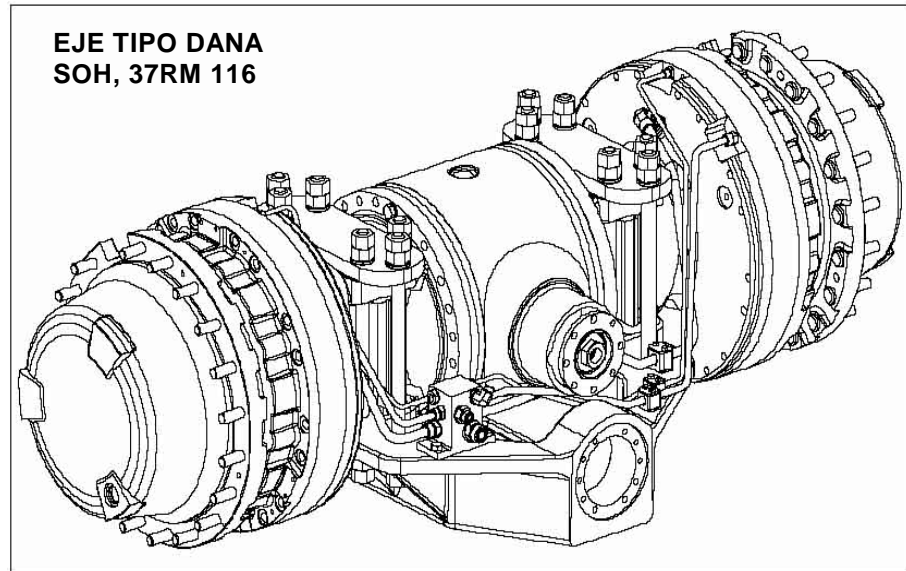
GRAFICO N° 66



El aceite de la transmisión se enfría con un radiador, separado del radiador del aceite hidráulico. Estos radiadores se enfrían por el flujo de aire producido por los ventiladores. La presión hidráulica de los motores hidráulicos que hacen girar los ventiladores se limita mediante la válvula de alivio de presión a un máximo de 210 bares.

4.7.4.6 Ejes

GRAFICO N° 67

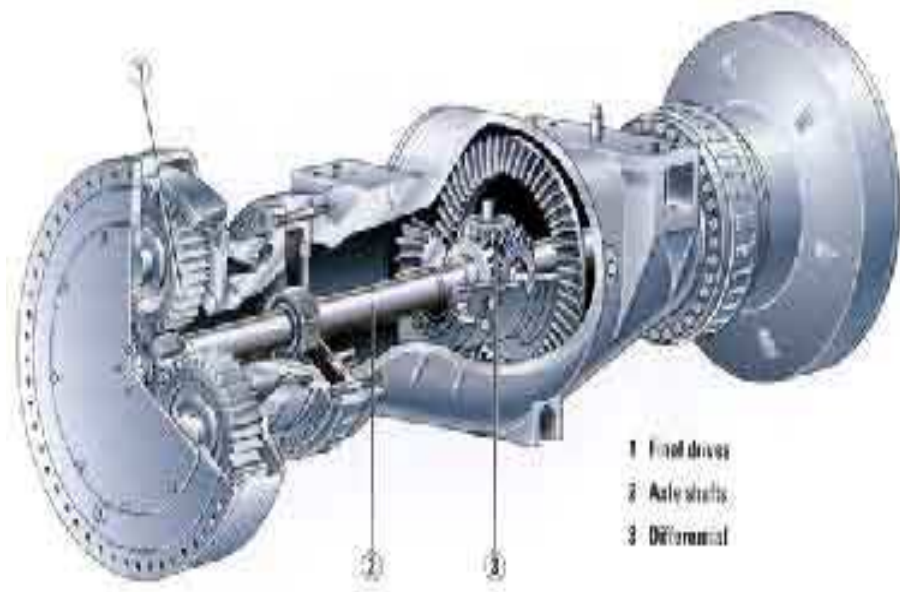


Un eje esta compuesto por:

- Mandos finales.
- Eje de tracción.
- Diferencial

El objetivo del diferencial es el de tener igual potencia en ambas ruedas durante el recorrido normal y permitir que las ruedas giren a distinta velocidad cuando la maquina efectuó un giro.

GRAFICO N° 68



Entre los principales diferenciales tenemos el diferencial NO-SPIN (No patinaje) el cual tiene dos funciones primarias, una es compensar la diferencia en el impulso de una rueda en movimiento, lo cual ocurre cuando gira o se mueve sobre un camino accidentado. La otra función es la de prevenir el patinaje cuando una rueda pierde tracción, cuya condición detendría un vehículo no equipado con un diferencial NO-SPIN. Esto se debe a que el NO-SPIN previene que el impulso de la fuerza-torsión sobre una rueda, la haga girar más rápido que la rueda opuesta.

En los LHD se utiliza el eje oscilante debido a que los equipos no poseen sistemas de amortiguación.

Este diseño de eje absorbe las desigualdades de la vía por el cual transita el equipo.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

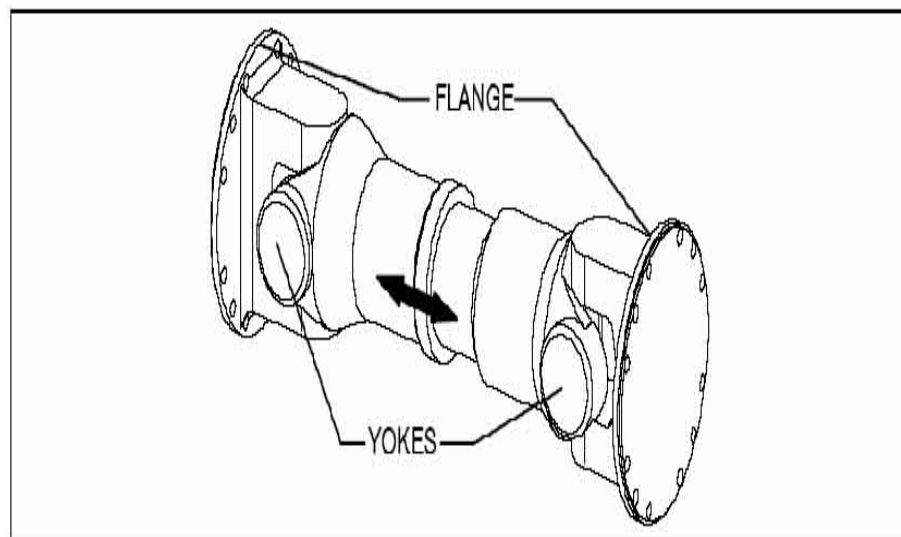
El lubricante recomendado para la lubricación es el aceite SAE 80W90.

4.7.4.7 CARDANES

Los cardanes permite unir dos ejes que giran en ángulo uno respecto al otro.

El objetivo principal es transmitir el movimiento de rotación de un eje al otro a pesar de ese ángulo.

GRAFICO N° 69



Los siguientes procedimientos son exigibles para todos los cardanes:

- Al limpiar ejes cardanes, no utilizar detergentes químicamente agresivos o agua a alta presión ya que pueden dañar los sellos y puede penetrar suciedad o agua.
- Las caras de contacto y los resaltes de centrado de los flanges (rebordes) de los cardanes deben

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

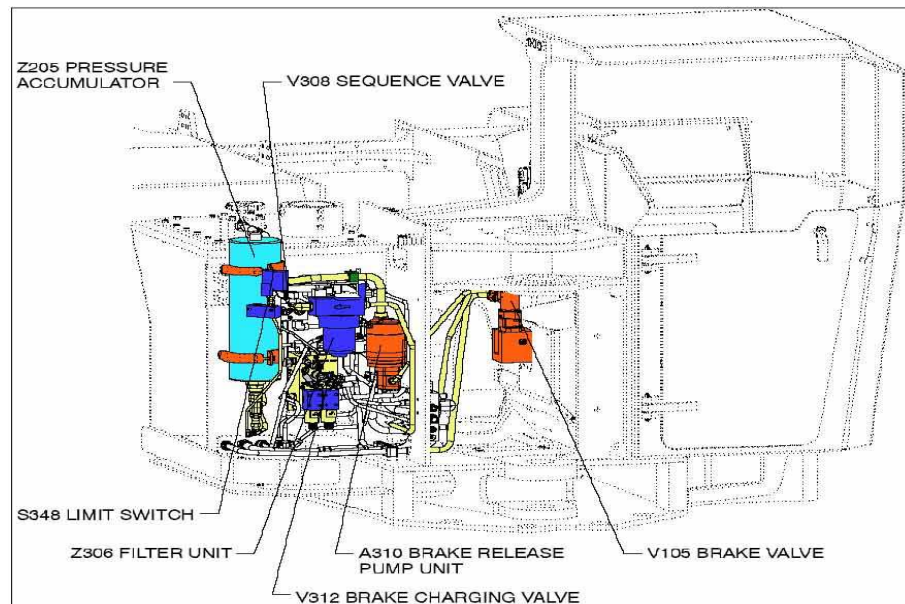
estar libres de grasas, suciedad o pintura de cualquier clase para garantizar una conexión segura entre ellos.

- Verificar la posición de los yugos de las crucetas. Se tiene que ver que las marcas de flechas se encuentren alineadas. Las estrías se acoplan una con la otra y no deben ser intercambiadas.
- Utilizar tuercas y pernos de alta calidad.
- Verificar que los pernos de los flanges tenga el apriete adecuado de no ser así se debe de apretar con el torque apropiado.
- Limpiar las graseras antes de prelubricar.

4.7.5 Sistema de frenos

La presión desde la bomba doble montada en el convertidor, entrega a través del filtro de alta presión Z306 a la válvula de carga de frenos V312 donde se regula la presión de frenos al rango apropiado de trabajo. Cuando la presión de carga de frenos esta sobre cierto limite, el exceso de flujo de la válvula de secuencia es enviado directamente al circuito de barrido de frenos.

GRAFICO N° 70



4.7.5.1 Sistema de frenos de servicio

La máquina está equipada con un sistema doble de frenos. Estos circuitos son controlados por una válvula de pedal V105. Cuando es presionado el pedal de frenos, la válvula previene que la presión de aceite se dirija a los frenos de las ruedas. Desde los frenos de las ruedas el flujo de aceite pasa a través de la válvula de pedal de vuelta al tanque y los frenos son activados. Los ejes delantero y trasero tienen circuitos separados. Cuando el pedal es liberado, la válvula de pedal envía flujo de aceite a los frenos de las ruedas, liberando los frenos.

4.7.5.2 Freno de estacionamiento

Para liberar el freno de estacionamiento el operador tiene que tirar el botón hacia arriba. El operador puede enganchar el freno de estacionamiento empujando el botón hacia abajo. El sistema controla

el voltaje que va desde el relé de seguridad. Si las condiciones para liberar los frenos se cumplen, estos pueden ser liberados. El freno de estacionamiento es controlado por válvulas solenoides que trabajan con la válvula de carga de frenos. Cuando la válvula solenoide es desenergizada, el flujo de aceite es enviado directamente al tanque a través de la válvula de pedal de frenos y el freno de estacionamiento es aplicado.

Si la válvula solenoide es energizada, el flujo de aceite desde el acumulador de frenos pasa directamente a través de la válvula de pedal, liberando los frenos. Si el freno de estacionamiento es aplicado a causa de un malfuncionamiento (por ejemplo, baja presión de aceite de transmisión, ABA), el botón ya podría estar en la posición de liberado, en este caso será necesario liberar el freno nuevamente.

4.7.5.3 Sistema de frenos de emergencia

La función del freno de emergencia usa las mismas válvulas que el freno de servicio y estacionamiento.

Activando la parada de emergencia desconecta la señal de control que controla el motor, dirección y frenos.

4.7.5.4 Acumulador de presión de carga

La carga del acumulador de frenos es posible solamente en modo operacional (la llave de ignición

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

S004 esta en la posición 1 y el motor debe estar corriendo).

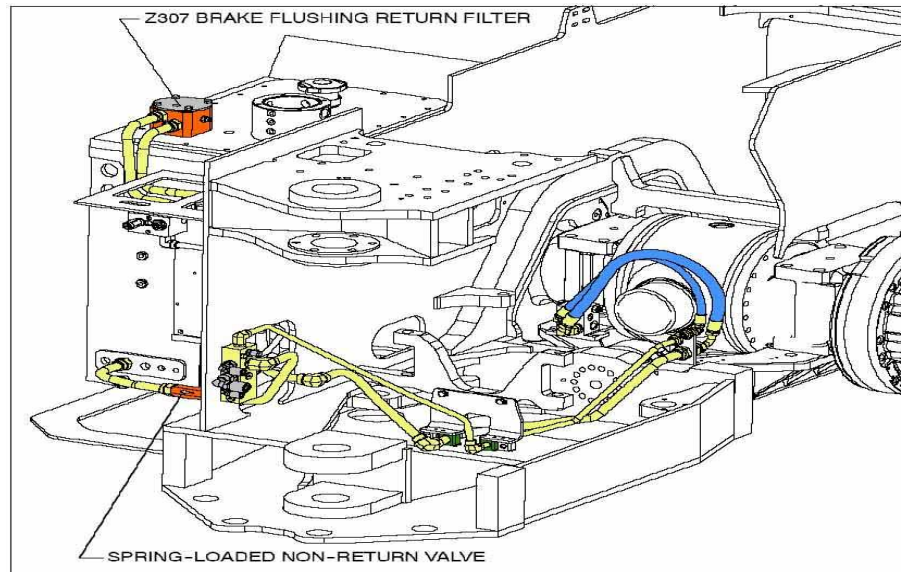
La presión de los acumuladores de freno es descargada cuando la llave de ignición S004 es movida a la posición 0, en otras palabras cuando el motor es detenido.

La válvula Y352 no esta energizada cuando la llave de ignición S004 es movida a la posición 0 y abre la línea de drenaje.

4.7.5.5 Sistema de barrido de frenos

Cuando la presión del acumulador Z205 es adecuada, el flujo excesivo desde la válvula de secuencia V308 es enviado directamente al circuito de barrido de frenos y después al tanque a través de una válvula anti-retorno. Esta válvula abre a una presión de 1,0 bares (100 kPa) y el flujo es forzado el sistema de refrigeración de frenos. La cantidad de flujo de aceite es igual en los frenos del eje delantero y trasero.

GRAFICO N°71



El flujo de aceite es controlado principalmente por el tamaño de las mangueras y conectores.

El flujo de retorno de las cámaras de freno retorna al tanque hidráulico a través de el filtro de retorno Z307. El filtro de retorno tiene una válvula de by-pass en caso de que el filtro este bloqueado. La presión de apertura de la válvula by-pass es 0,4 bar.

4.7.5.6 Sistema de frenos posi-stop

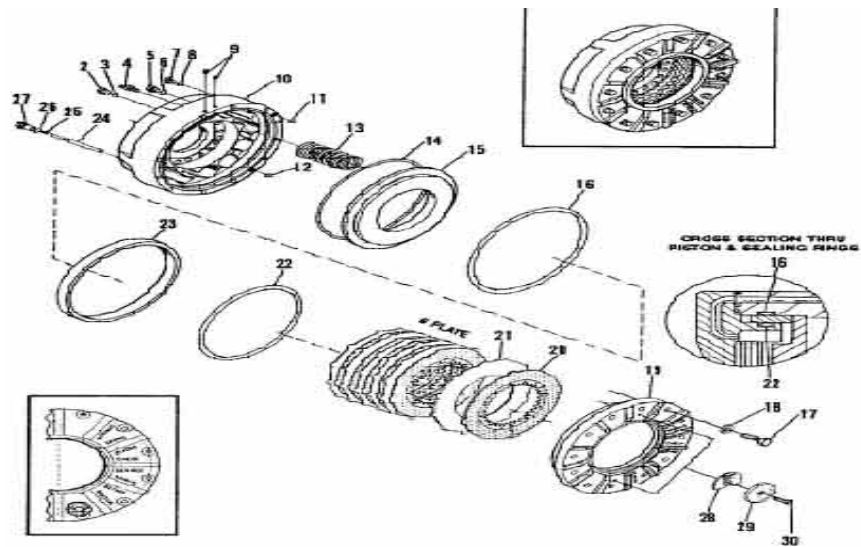
Este tipo de frenos es el que actualmente utilizan los equipo LHD su diseño es simple lo que facilita la realización de mantenimientos y una menor ocurrencia de fallas.

El diseño es mas seguro pues al disminuir la presión hidráulica debido a cualquier causa (rotura de mangueras, falla de bomba, etc.) y se liberan los resortes y los frenos se activan sin intervención del operador en el caso de un sistema de tradicional de

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

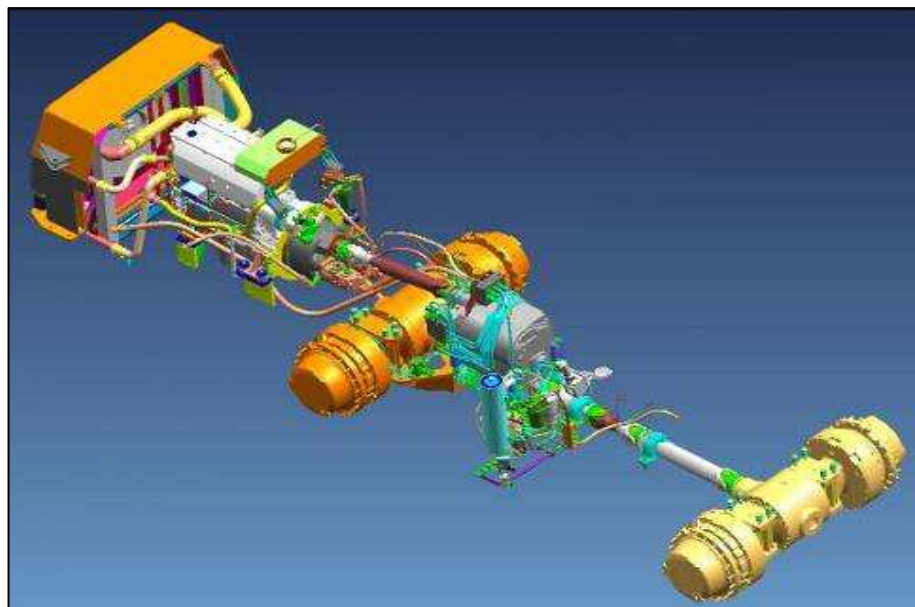
frenos, el tiempo de frenado es mucho mayor, pues depende de la capacidad de reacción del operador para activar el freno de emergencia, además de la ineficiencia propia del sistema.

GRAFICO N° 72



El desarrollo del sistema de frenos POSI-STOP ha permitido realizar un trabajo más seguro en la minería subterránea.

GRAFICO N° 73



CAPITULO V

5.1 ORGANIZACIÓN Y CONTROL DE MANTENIMIENTO

5.1.1 Organización

En lo que se refiere al contrato de servicios de SANDVIK VOLCAN-ANDAYCHAGUA me desempeñe como residente del contrato por cuatro años y puedo afirmar que cada personal responsable del mantenimiento conoce sus respectivos deberes dentro de la organización. Para lograr el objetivo de una adecuada disponibilidad se cuenta con personal para trabajar 02 turnos o dos guardias tanto de día como de noche, quienes atienden las emergencias e imprevistos que son productos propios de la operación. La adecuada implementación de un programa de mantenimiento preventivo reducirá en muchos casos el personal de turno.

En los dos turnos se tiene apoyo de un especialista soldador y un personal para cambio de llantas, este personal es proporcionado por la empresa minera, en este caso VOLCAN, así como también llantas en stand by; lo que nos permitía lograr disponibilidades en muchos casos por encima del 90%.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

Las reparaciones menores son realizadas en nuestros talleres tales como válvulas y cilindros hidráulicos en cuanto a las reparaciones de componentes mayores como motores, cajas de transmisión, convertidores (etc.) son realizados en nuestros talleres en Lima, al fallar cualquiera de los componentes mayores Sandvik Lima envía a mina el componente a reemplazar, de tal manera que el equipo no permanezca parado por reparación demasiadas horas, lo que significaría una baja disponibilidad y menor producción para el cliente.

5.1.2 Organigrama

5.1.2.1 Organigrama – Resumen

Cargo	Cantidad	Especialidad
• Residente	01	Ing. Mecánico
• Asistente de residente	01	Ing. Mecánico
• Instructor	01	Encargado de seguridad
• Mecánico de 1ra	04	Mecánico Especialista
• Mecánico de 2da	02	Mecánico en formación
• Electricista 1ra	04	Electricista especialista
• Electricista 2da	02	Electricista en formación
• Almacenero	01	Encargado de almacén

5.1.2.2 Funciones del personal en mina

A continuación se detalla las principales funciones de los integrantes del contrato de Servicio.

5.1.2.2.1 Residente de Contrato de Servicio

Dirigir la aplicación del mantenimiento de los equipos a su cargo y lograr una disponibilidad de acuerdo al contrato de servicios es decir mayor al 87 %.

- Verificar el stock máximo y mínimo de repuestos.
- Plantear las necesidades de capacitación del personal en operaciones así como efectuar entrenamientos durante las inspecciones rutinarias.
- Coordinar con el departamento de seguridad las normas establecidas de políticas de seguridad establecidas por la compañía minera.
- Optimizar las condiciones de trabajo a fin de lograr una alta disponibilidad de los equipos.
- Cumplir con un control de presupuesto anual de mantenimiento de los equipos y personal a su cargo.

5.1.2.2.2 Asistente de residente

- Coordinar y ejecutar las actividades con el residente del contrato y programar las actividades a realizar en coordinación con el personal de la compañía minera durante el reparto de guardia.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

- Mantener en perfecto estado los equipos, herramientas e instalaciones donde se realiza el mantenimiento.
- Reportar por escrito todas las incidencias ocurridas durante la guardia de día y de noche.
- Realizar un informe mensual completo detallando las principales reparaciones y mantenimientos realizados en las operaciones.
- Llevar el control de consumo de aceites, combustibles, repuestos, llantas y el control de valor total acumulado por hora de operación.
- Lleva el archivo del historial de cada equipo que forma parte de la flota del contrato de Servicios con las características precisas de reparaciones y mantenimientos más relevantes.
- Responsable de realizar la facturación mensual y performance de los equipos en coordinación con el residente del contrato de Servicios.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

5.1.2.2.3 Instructor

- Encargado de brindar la capacitación correspondiente al personal de la obra.
- Coordinar con el personal de seguridad de la unidad Minera, para la realización de charlas a inicios de guardia.
- Determinar los factores que afectan el bienestar del personal durante las operaciones en superficie como en interior mina.
- Detallar mediante evaluaciones los resultados de los distintos rendimientos del personal de la obra tanto en la parte mecánica como eléctrica.
- Coordinar con el área de medio ambiente de la compañía minera los procedimientos y actividades para el cumplimiento de las normas referentes al ISO 14001.

5.1.2.2.4 Mecánico de primera

- Efectuar los trabajos que requieren mayor precisión y experiencia para reparar los equipos durante cada guardia.
- Realizar los mantenimientos preventivos de acuerdo a programa

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

- Reparar componentes menores.
- Conservar y mantener según las especificaciones de fábrica los componentes de los equipos.

5.1.2.2.5 **Mecánico de segunda**

- Efectuar los mantenimientos preventivos principalmente los diarios y menores.
- Reparar las averías menores que suceden durante su guardia, como rotura de mangueras, cambio y reparación de llantas, reemplazo de componentes.
- Reparar con el mecánico de primera cualquier avería que afecte a los componentes.
- Abastecer de combustible y aceite a cada equipo en el inicio de guardia.
- Efectuar regulaciones a cualquier sistema con la supervisión del asistente, instructor o del residente.

5.1.2.2.6 **Electricista de primera**

- Ejecutar el mantenimiento preventivo y reparaciones de los componentes eléctricos e iluminación de los equipos.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

- Controlar según las especificaciones técnicas los arrancadores alternadores y baterías, mantenimiento en todo momento componentes listos en calidad de espera.
- Revisa y controla las líneas eléctricas para los diferentes equipos eléctricos tales como jumbos, loaders, motores (etc.).
- Interpreta planos eléctricos y es responsable de modificaciones y sistemas de protección de motores y sistema de arranque eléctricos.

5.1.2.2.7 **Electricista de Segunda**

- Es el apoyo del electricista de primera, de formación de técnica superior.
- La principal característica es la actitud que posee el personal participando muchas veces de reparaciones mayores y problemas eléctricos presentados en interior mina.
- Realiza check list ó mantenimiento rutinario al inicio de guardia de los principales componentes eléctricos

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

5.1.2.2.8 Almacenero

- Es encargado de proporcionar información del stock de repuestos a los integrantes del contrato de servicios.
- Mantiene informado al residente de toda la comunicación oficial de la compañía, responder la correspondencia y el archivo de la misma.
- Controla el reporte diario de las diferentes actividades o movimiento de repuestos mensualmente verifica el envío y traslado de repuestos de distintos almacenes
- Controla la existencia de manuales de los equipos y su correcta mantención de los mismos, también se encarga de actualizar los mismos de acuerdo a las mejoras en el diseño de la maquinaria realizadas por fábrica.
- Controla el despacho y el uso de las herramientas del personal.
- Recepciona los repuestos y todo material para uso del taller principal más los talleres de nivel.

5.1.2.2.9 Otras labores adjuntas

➤ Encargado del despacho del petróleo

La empresa minera proporciona combustible a las unidades al inicio de cada guardia. El control del despacho es de suma importancia para calcular el consumo de combustible Galones/Hora y el costo Dólares/Hora de nuestros equipos.

➤ Tornero

Es la persona encargada del manejo del torno y demás maquinas herramientas ubicadas en el taller de maestranza; en muchas ocasiones cuando no se disponen de piezas de acero en stock estas son fabricadas y diseñadas de acuerdo al plano elaborado por el asistente de residente; su labor era fundamental para disminuir el tiempo de parada del equipo y en consecuencia una mejor disponibilidad de los equipos.

➤ Llantero

Es la persona encargada de realizar el mantenimiento y reparación de las llantas verificando la exacta presión y efectuando el reemplazo a tiempo a fin de evitar cualquier parada imprevista.

De acuerdo a las condiciones de operación realiza la medición de altura de cocada de las llantas y la inversión de neumáticos

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

(cambio de posición interna a externa) con el propósito de que las llantas sobrepasen su tiempo de vida útil estimado.

➤ Soldador

Realiza trabajos de suma importancia en los mantenimientos programados de la estructura del equipo y componentes del equipo; su responsabilidad es mantener eficientemente el equipo de soldadura eléctrica y autógena, verifica y controla el stock mínimo de soldadura para trabajos de emergencia, así como de las personas de apoyo para complementar sus tareas.

5.1.3 Talleres

Para realizar el mantenimiento de los equipos se necesita ambientes adecuados y estandarizados; más aún si un equipo no está operativo perjudicando la producción, el taller desempeña un rol importante por lo que es necesario definir las ubicaciones estratégicas para obtener una mayor productividad, seguridad de los equipos y del personal.

El contrato de servicios dispuso trabajar con dos tipos de talleres uno principal y otro de nivel o en interior mina.

Existe un compromiso de los talleres de no contaminar el medio ambiente con residuos de aceites, combustibles, llantas en mal estado, etc.

De acuerdo a las normas establecidas del ISO 14001

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

A continuación se detallan las características principales de cada uno de ellos.

5.1.3.1 Taller principal

El taller principal esta ubicado en superficie en las instalaciones destinadas para este fin.

El taller brinda los siguientes servicios:

- Reparaciones mayores en coordinación con las oficinas de Lima
- Reparación de componentes.
- Servicio de llantas
- Mantenimiento de componentes eléctricos.
- Soldadura de estructura y principales componentes de equipos pertenecientes a la flota.
- Servicio de mantenimiento preventivo de los equipos que laboran en los niveles superiores
- Servicios de mantenimiento preventivo mayores que requieren más de dos turnos de trabajo.

5.1.3.2 Talleres de nivel o de interior mina

Los talleres se encuentran ubicados dentro de la mina, la finalidad de la ubicación es aproximar los servicios de mantenimiento del equipo.

Los talleres están constituidos por una plataforma de concreto que dispone de zanjas de inspección, equipos de lubricación, tanques de petróleo o grifos surtidos desde el exterior, también se cuenta con una ventilación adecuada para la seguridad del personal que labora y para una mejor combustión de los motores. Mayormente se construye los talleres de nivel con una chimenea de ventilación cercana.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

En los talleres de interior mina se brindan los siguientes servicios:

- Servicio diario en cada guardia
- Lubricación
- Abastecimiento de petróleo
- Servicio de Mantenimiento de 125 Horas.
- Estacionamiento de los equipos.

5.1.3.3 Ventaja de localización de los talleres

- Mayor utilización de equipo evitando mayor tiempo de reparación debido a traslado del equipo
- Mayor uso del equipo evitando una baja disponibilidad en la facturación mensual
- Menor costo de reparación
- Mejor coordinación entre personal de mina y mantenimiento mecánico.

5.1.3.4 Equipos y herramientas

Contar con buenos instrumentos y herramientas para cada taller es importante para lograr brindar un buen servicio especializado al cliente a continuación se detalla el tipo de herramientas e instrumentos para cada tipo de labor:

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

5.1.3.4.1 Taller principal

- 01 taladro MOD. NHP1320S, 220V 2A 43W S/N 47469E
- 01 Esmeril : 1HP piedra de 8" diámetro
- 01 Juego de brocas de 1/16" a 1/2"
- 01 prensador de mangueras con bomba hidráulica Mod. No. 82C-080 motor westinghouse serie 314P278, AD73, 3/4HP, 3450 RPM, 115/230 Volts, 11.2/5.6 Amp y 07 de juegos de molde para el prensado.
- 01 Trasegador Manguera y conectores PARKER Mod: 1445950000 Serial No: 1445950000039.
- 01 Esmeril : 1HP piedra de 8" diámetro
- 01 vernier de 12" SAE/DIN

5.1.3.4.2 Taller de soldadura

- Máquina de soldar R-440 Marca: SOLANDINAS rango de soldadura 70Amp - 450Amp
- Equipo de soldar, máscara, pinzas, anteojos y llaves.
- Martillo mecánico de 4Lbs
- Combo de 8lbs
- Equipo de soldadura y corte autógena.

5.1.3.4.3 Taller de llantas

- 01 desenllantador hidráulico proporcionado por la empresa minera.
- 01 pistola neumática de impacto con encastre de 3/4" y dados de 3/4" hasta 2".

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

- Tomas de aire comprimido, con mangueras de 10 mts. Conexiones rápidas y pitones universales para inflado de llantas
- 01 vulcanizador de plancha térmica de 12" y 6".
- 01 gata 20 ton tipo bottle-jack marca: BLUE-POINT
- 01 juego de medidores de presión de llanta para uso de equipo pesado.
- 01 medidor de profundidad de cocada o remanente de llantas

5.1.3.4.4 Taller eléctrico de equipo pesado

- 01 cargador de batería para una capacidad de 2u x 12v
- multímetros
- 01 probadoras de baterías con carga para celdas.
- 02 tacómetros digitales
- 01 pinza amperimétrica
- Caja de herramientas para electricista

5.1.3.4.5 Taller de componentes

- 01 torquimetro 100-400 N-m e 3/4" s/n 195072024
- 01 probador de inyectores Bosh $250 \text{ Kg} / \text{Cm}^2$
- 01 Tecele mecánico de cadena de 5 toneladas.
- 01 Juego de láminas para calibrar válvulas de admisión y escape

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

- Manómetros de alta y baja presión de 100 bar y 10 bar respectivamente.
- 01 Flujómetro Power Team mod. b no. Ht75 s/n 1809

5.1.3.4.6 Taller de lubricación

- 01 engrasadora neumática bomba 9911-a s/n z082345
- 01 pistola para engrase neumático Mod. 210501, 0-100 bar, 70 lt/min
- 01 compresor de 80 cfm y 150 psi
- 01 bomba de engrase manual con su respectiva pistola.

5.1.3.4.7 Herramientas y materiales en general

- Tornillos de banco N°8
- estrobos de ½" x 2 Mts acero
- estrobos de 5/8" x 2 Mts.
- Llaves francesas con las siguientes medidas de 10", 12", 15" 24" marca Bahco
- 15 Mts. de sogá de ½"
- 20 mts. de sogá de ¾"
- Cadena 3/8" x 4.20m c/ganchos a ambos extremos
- Llave Stilson 14", 18" y 24" Heavy Duty
- Cadenas para extraer filtros
- Quadrigage mod. 02740016 s/n 99C215
- Loctite 271 para sellos
- Loctite 277 para pernos
- Trapo
- Conectores JIC Recto y conectores ORS
- Arco de sierra y martillos de golpe

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

- Caja portaherramientas para mecánicos
- 02 cajas portaherramientas para electricistas.

5.1.4 Reparaciones

Las reparaciones las dividimos en dos tipos en nuestro contrato de servicios estas son:

- Reparación no planificada
- Reparación planificada

La reparación no planificada resulta necesaria cuando se produce una falla repentina que no se había previsto. La causa de este tipo de fallas puede radicar por ejemplo, en fallas de material ó de operación. Antes que se realice la reparación es necesario examinar el tipo y la causa de la falla. Esto es lo que suele llamarse comprobación de daños.

Esta constatación permite ver cuales son las reparaciones que hay que efectuar y la información brindada por el operador, es la parte más importante en este tipo de reparaciones.

La reparación planificada es realizada de acuerdo al estado real del equipo que permita suponer que pronto va a producirse una falla. En tales casos se dispone de tiempo suficiente para planificar y preparar las medidas necesarias de mantenimiento, con la ventaja de que la reparación se puede ejecutar en forma rápida y racional. El objetivo es reducir los costos y disminuir los tiempos de parada por reparación lo cual significa una mayor disponibilidad; estos resultados se logran a través del cumplimiento de un estricto programa de mantenimiento.

5.1.5 Servicio de terceros

El principal servicio de terceros que se realiza en el contrato de Servicios Volcan-Andaychagua es la evaluación y reparación de los motores Diesel tanto para motores DEUTZ como DETROIT.

La evaluación mas frecuente por terceros es la calibración de válvulas de admisión y escape como la puesta a punto de motor en los modelos Deutz, este servicio es realizado obligatoriamente a las 500 horas de trabajo; en cuanto a los motores Detroit el servicio mayormente realizado es el cambio de la programación del ECM (Electronic Control Module) de acuerdo a las condiciones de operación en interior mina.

Por otra parte empresas como MOBIL S.A. nos brindan soporte en mantenimiento predictivo, el cual consiste en análisis de muestras de aceite tomadas en cada mantenimiento de 125, 500 y 1000 horas respectivamente.

De acuerdo a los resultados (partes por millón de silicio, fierro, cobre, agua, etc.) se toma la decisión de cambiar componentes como diferenciales, mandos finales, cajas de transmisión y motores antes de que estos pudiesen fallar, evitando una parada mayor que pueda perjudicar la disponibilidad de los equipos y la producción de la empresa minera.

Así también empresas distribuidoras de llantas realizan una evaluación de los neumáticos cada fin de mes para verificar el remanente de las llantas y determinar el cambio de posición o rotación dependiendo del estado actual en que se

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

encuentren. De esta manera se incrementa la vida útil de las mismas.

GRAFICO N°74



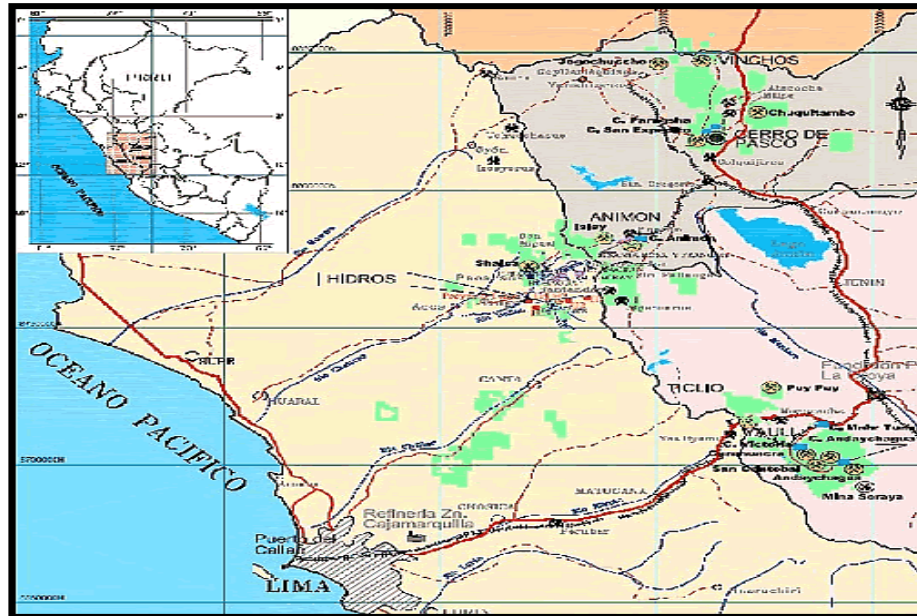
GRAFICO N°75



OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

GRAFICO N°76

VOLCAN COMPAÑÍA MINERA



CAPITULO VI

6.1 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO

La tendencia creciente de la capacidad de la maquinaria que ésta represente un elevado costo de capital por su adquisición a la vez que aumenta la responsabilidad de cada unidad en la obtención de la producción. Por todo ello, se ha pasado a sustituir el criterio anterior de disponer de unidades de reserva por el de lograr un aumento de la disponibilidad mecánica de los equipos y por lo tanto de una utilización mas saturada de ellos. Además el criterio de reserva de unidades era bastante falso, ya que en cuanto se disponía de todos los equipos se empleaban todos y por tanto como reserva no quedaba ninguna maquina. Para aumentar el índice de disponibilidad mecánica que viene definido por la formula.

$$D.M.= \frac{\text{Horas posibles de trabajo}-\text{Horas de parada por reparación}}{\text{Horas posibles de trabajo}}$$

No existe otra solución, para un trabajo planificado como es el minero que disminuir las horas de parada en el taller o en el campo y para conseguirlo la mejor solución es prevenir las averías mediante un sistema lo mas perfecto de mantenimiento preventivo

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

(MP), esto es, sacrificando unas horas programadas para evitar unas paradas incontroladas.

Un avanzado programa de mantenimiento de los equipos mineros para obtener la producción con las menores paradas y costos, así como para reducir los inmovilizados en el almacén, rentabilizar la gran inversión y alargar la vida útil de la maquinaria debe considerar los siguientes aspectos:

- Una selección adecuada de los equipos para obtener la producción programada.
- Un buen entrenamiento y motivación del personal.
- Una disponibilidad de talleres adecuados.
- Un buen programa de mantenimiento preventivo.
- Un gran apoyo y respaldo de un buen almacén y de la logística correspondiente.
- Una razonable cooperación entre los departamentos de operación y mantenimiento.
- Un sistema de comunicaciones efectivo.
- El apoyo del centro de documentación y recopilación de datos (computadoras, etc.).

El mantenimiento forma parte de la operación lo que conlleva a un costo que en la actualidad representa entre el 15% y el 40% de los costos totales de la producción.

Tenemos que recordar la siguiente ecuación:

PRODUCCION	+	MANTENIMIENTO	=	OPERACION
-------------------	----------	----------------------	----------	------------------

Podemos notar que los costos operativos provienen de producción y mantenimiento. Los esfuerzos por optimizar los costos de

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

producción han alcanzado un alto nivel de sofisticación reduciendo al mínimo los tiempos muertos. Es así como al no alcanzarse ya ahorros significativos con los procesos productivos, las empresas mineras miran al mantenimiento como un potencial de ahorro importante.

Dentro del mantenimiento programado cabe resaltar actualmente dos criterios de organización de acuerdo a la acción de corregir una falla inevitable antes o después que se produzca:

1. Mantenimiento preventivo planificado.
2. Mantenimiento correctivo mediante intercambio de conjuntos completos en:
 - Horas calculadas como límites de vida del conjunto
 - Averías y/o reparaciones. Sustitución por falla completa del conjunto o pieza.

6.1.1 Mantenimiento preventivo (MP)

Es definido como un programa sistemático de revisiones al que cada unidad o cada parte de ella se someten periódicamente antes de fallar por ejemplo:

- Mantenimiento diario a horas fijas
- Mantenimiento semanal en días fijos
- Mantenimiento Mensual en un día fijo coincidiendo con los anteriores.
- Mantenimiento anual en una semana fija.

Los programas del mantenimiento preventivo están basados en las recomendaciones de los fabricantes y ajustados en base a los rendimientos reales de los equipos en operación, a la propia organización del trabajo en la empresa minera.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

Para llevar a cabo un correcto MP es necesario tener una información precisa del operador de tal manera que además de los controles; la propia sensibilidad del operador adecuadamente formada nos indique las anomalías, por pequeñas que sean, que sin lugar a duda son la mejor base de las posibles averías o futuras causas de paradas. El informe del operador tomado diariamente por el encargado de guardia es de suma importancia para evitar una parada imprevista.

Un programa de mantenimiento preventivo debe incluir básicamente los siguientes partes o informes:

- Parte diario del operador.
- Orden de reparación
- Inspección de mantenimiento preventivo.
- Registro e historial de reparación y mantenimiento.
- Parte mensual progresivo
- Parte anual acumulado.

Otra información complementaria esta constituida por las órdenes de reparación que deben reflejar parcialmente en el pedido (contenido en el parte diario) pero siempre con la supervisión del jefe mecánico o eléctrico.

Las inspecciones del mantenimiento preventivo se pueden realizar periódicamente (cada 125, 500, 1000, etc. Horas de trabajo) y conforme los intervalos sean mas largos y aumente el numero de las horas de funcionamiento, se van abarcando mas puntos de inspección o control, hasta que al haber cumplido un cierto numero de horas establecidas es necesario llevar los equipos al taller y realizar una gran revisión general denominado OVERHAUL el cual consiste

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

en desmontar para examinar detenidamente todas aquellas partes que no son visibles desde el exterior.

El registro de reparaciones y mantenimiento, brinda una explicación de los trabajos realizados al equipo, el costo aproximado de cualquier pieza sustituida, y el tiempo real necesitado para completar la reparación.

A partir de los partes diarios y de los registros de reparaciones y mantenimientos se confeccionan otros partes o resúmenes mensuales en los que se pueden deducir la eficiencia del programa de mantenimiento y los costos relacionados con el mismo. Toda esta información sirve para calcular la disponibilidad real y final de las distintas unidades y el adecuado funcionamiento del almacén en lo que se refiere a los suministros, todo ello complementado con los costos de la reparación por cada máquina o equipo.

El parte anual debe de ser una recopilación o acumulación de toda la información contenida en los partes diarios, mensuales y obtener un completo historial de la unidad desde su origen hasta la fecha.

Una buena norma del mantenimiento preventivo es reducir al mínimo el plazo entre las observaciones realizadas en el reporte por el operador y su corrección por el taller, tan solo el tiempo preciso para que el mecánico disponga del material necesario para efectuar la reparación.

El control propiamente técnico que se realiza en el servicio de MP se lleva a cabo mediante las siguientes acciones:

1. La utilización de aparatos indicadores y de relojes de comprobación tales como manómetros, termómetros, etc.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

2. Análisis periódico de aceites, midiendo su grado de contaminación, dispersión, viscosidad, color.
3. El estudio y análisis de los consumos de grasas, líquidos etc. Mediante el empleo adecuado de un sistema de cuadros de control y memoria de datos históricos.
4. Análisis de los gases de escape mediante el uso de rápidas técnicas de determinación de elementos. El color de los humos es un buen indicador de la combustión, un color azulado denota presencia de aceite, mientras el color negro revela una deficiencia en el aire.
5. El control de los resultados de los ensayos con nuevos tipos de aceites o aditivos, así como de cualquier otra modificación efectuada al equipo sobre las originales establecidas.
6. La limpieza periódica, mediante el apropiado lavado a temperatura y presión, que permita observar cualquier pérdida, grieta o fuga que pueda ocultar el barro o el polvo, así como lograr medir o comparar los desgastes de ciertos elementos, como cables, chapas deformaciones o puntas, etc.
7. Las pruebas o ensayos de la capacidad de frenado o aceleración para deducir el estado de motores y transmisiones.
8. Comprobación de la adecuada flecha de los trenes de rodaje y de la presión de inflado de neumáticos antes de empezar a trabajar el equipo por medio de calibradores, manómetros, sensores u otros medidores.
9. Cualquier otro método o aparato que las propias características electromecánicas de la máquina lo requiera como medida de vibraciones o deformaciones.

Una de las características principales del mantenimiento preventivo esta constituido por la sustitución, modificación

ó la conservación de elementos o partes importantes del equipo que deban ser sustituidos o mejorados, por no ser adecuados a las diversas características de la explotación ó bien por aquellos avances tecnológicos que desde la adquisición del equipo se han presentado y que pueden llegar a incorporarse al equipo.

6.1.2 Mantenimiento correctivo y predictivo

Los modernos programas de mantenimiento correctivo se basan en el criterio de intercambios de “**conjuntos completos**” que supone la sustitución de un componente o parte del equipo por otro debidamente arreglado y comprobado que se lleva a cabo.

- Cuando se alcanzan las horas estimadas como límites de vida del conjunto o parte del equipo. **PREDICTIVO**.
- Cuando se produce alguna avería. En este caso estamos en el clásico mantenimiento **CORRECTIVO** o por avería.

Por “**conjuntos completos**” se deben de entender entre otros los siguientes componentes o partes de una máquina:

- Motores Diesel
- Motores eléctricos
- Cajas de transmisión
- Transformadores eléctricos
- Convertidores o reducciones
- Mandos finales
- Bombas Hidráulicas
- Motores Hidráulicas
- Compresores
- Perforadoras, barras, brocas de perforación, etc.
- Paneles de control eléctrico y electrónico
- Sub. estaciones de transformación.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

- Cables eléctricos en longitudes estándar.

Esta forma de proceder permite reducir al máximo el tiempo invertido en los diagnósticos y reparaciones, y la posibilidad de enviar a los talleres especiales o de la casa fabricante consiguiendo de esta manera reducir los costos de reparación.

Un moderno avance, dentro de las técnicas actuales de mantenimiento correctivo, es el llamado mantenimiento predictivo, que supone un elevado y preciso conocimiento de las duraciones de cada parte o conjunto de la máquina para lograr una programación de las sustituciones, justamente poco antes de que fueran a fallar por desgaste o rotura.

El empleo de la memoria histórica disponible en el ordenador, permite llegar a establecer en cada operación cual es la probabilidad de vida de cada elemento en función de conjuntos o piezas similares que anteriormente han fallado.

6.2 CLASES DE MANTENIMIENTO

Los conceptos que se utilizan para definir los distintos procedimientos de mantenimiento resultan confusos por la ambigüedad de los términos. A continuación se detallan las definiciones mayormente utilizadas, describiendo al mismo tiempo las diversas clases y las partes de control habituales en el mantenimiento minero más frecuentes e importantes.

6.2.1 Mantenimiento por corrección de avería o correctivo

El equipo se encuentra en servicio hasta que no pueda lograr su trabajo normal. Una vez corregida la avería que

produjo su parada no se le brindará atención hasta que no se produzca otra falla; por lo general resulta caro y comprometido al no poder garantizarse a mediano plazo.

6.2.2 Mantenimiento programado

Consiste en la supervisión e inspección de los puntos más débiles en unos periodos de tiempo predefinidos y que si no son realizados pueden dar lugar a una avería. Entre los diferentes tipos de mantenimiento destacan el preventivo y el predictivo.

6.2.3 Mantenimiento preventivo

A través de inspecciones periódicas se puede conocer el estado del equipo y se programan las correcciones necesarias para ser realizadas en los momentos más oportunos y antes de que se presenten las averías.

6.2.4 Mantenimiento predictivo

Es esencialmente un mantenimiento minucioso y detallado del mantenimiento preventivo. Está basado en unas técnicas de inspección o de reconocimiento no destructivo que miden el progreso de los desgastes a lo largo del tiempo, predice el punto y momento de la falla de una forma más precisa y correcta que una fijación estadística del momento de sustitución, como ocurre en los programas normales de mantenimiento preventivo. Básicamente se realizan por el control realizado que no solo prevén los momentos y los elementos necesarios, sino que también coordinan con los almacenes y suministradores de piezas para lograr una perfecta coincidencia en tiempo de las operaciones de sustitución de conjuntos.

6.2.5 Mantenimiento con proyecto o ingeniería preventiva

También llamado D.O.M (Designing out Maintenance). Consiste en trabajar y estudiar sobre aquellos puntos o zonas de las máquinas o sistemas que originan las fallas mas frecuentes con objeto de diseñarlos de una nueva forma o con un material que reducen estas y por tanto el tiempo y volumen del mantenimiento y su costo. Es el proceso más ingenieril y empieza por realizar el croquis de todas las piezas del equipo y su posible nacionalización o construcción de las partes en el país de la operación minera o en el propio taller. Por lo general en las minas es siempre necesario reforzar el diseño de algunas de las partes de los equipos con mayor uso o desgaste, de acuerdo con las especiales características de la roca que tiene cada mina.

6.2.6 Mantenimiento de reacondicionamiento sistemático

Es la clase de mantenimiento que se ocupa de acondicionar o recomponer aquellas máquinas o componentes que por su elevada utilización u horas de trabajo están en tales condiciones que resulta muy difícil poder lograr un correcto funcionamiento de los mismos.

Es también denominado mantenimiento general, reconstrucción hiperanual o “rebumping” para volver a reacondicionar las máquinas de muy larga vida.

6.3 SERVICIO DIARIO

El Servicio diario es realizado por el mecánico más un electricista con la colaboración del operador en cada inicio de guardia. El mantenimiento periódico correctamente realizado y programado es uno de los más importantes, efectuando con cuidado las rutinas

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

diarias de servicio. Cualquier posible avería debe de ser reparada inmediata o comunicada a las personas responsables;

El trabajo es de suma importancia para la realización del programa de mantenimiento semanal y el tiempo máximo de duración es de treinta minutos.

El servicio consiste principalmente en:

- Revisión de niveles de aceite
- Verificación de nivel de combustible
- Lubricación general
- Ajuste de partes sueltas
- Limpieza de filtros de aire
- Abastecimiento de combustible
- Prueba de frenos
- Chequeo de fugas en depósitos y sistemas
- Verificación de cables eléctricos de alternador y arrancador
- Revisión de panel de control
- Lectura y registro de horómetros.

6.3.1 Servicio menor

El servicio de mantenimiento menor es el servicio programado a las 125 horas de operación para los equipos loaders y semanal para los equipos jumbos puesto que este equipo posee tres tipos de horómetros: motor diesel, perforadora y motor eléctrico principal. A diferencia del mantenimiento periódico el servicio menor es realizado por el mecánico y electricista especialista con la supervisión del asistente de residente.

El servicio menor consiste en las siguientes tareas asignadas:

- Lavado y engrase en general
- Cambio de aceite de motor y filtros

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

- Cambio de filtros y de combustible
- Chequeo de baterías y de carga
- Chequeo de cables de alternador y arrancador
- Limpieza de sistema de admisión y escape
- Chequeo de frenos de parqueo y freno de servicio
- Cambio de componentes y reacondicionamiento a través de trabajos de soldadura y torno.

6.3.2 Servicio mayor

Este tipo de servicio es uno de los más importantes y completos; sin embargo no es solo factor de cumplimiento sino de calidad del servicio. Para el servicio mayor se compromete al mecánico y electricista de primera con la participación de personal de apoyo siempre bajo la supervisión del residente más el asistente.

Hay que tener en cuenta que un mantenimiento de 1000 Horas o servicio mayor de equipo de perforación (JUMBO) y loaders compromete realizar distintos tipos de tareas los cuales se detallan a continuación:

- Realización de tareas para servicios diarios más cumplimiento de mantenimiento de 125 horas de operación para los equipos loaders y en el caso de los jumbos, mantenimiento semanal.
- **Loaders:**
 - Motor diesel:
 1. Calibración de válvulas de admisión y escape
 2. Comprobación de funcionamiento de sensores de presión y temperatura de motor

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

3. Verificación de ajuste de pernos de múltiple de admisión y escape
4. Medir presión de Cáster a full Stall.
5. Limpieza de tanque de combustible mas cambio de refrigerante de motor.
6. Verificación de estado de los álabes del turbocompresor.

➤ **Transmisión:**

1. Cambio del aceite de la corona. SAE 80W-90 - 2
2. Cambio de aceite de mandos finales. SAE 80W-90 - 4
3. Verificar condición de todos los cardanes y crucetas
4. Verificar funcionamiento de sensor de temperatura de convertidor
5. Limpieza de cables y conectores eléctricos de sistema de cambios
6. Verificación de estado de los álabes del turbocompresor

➤ **Sistema hidráulico:**

1. Cambio de aceite hidráulico. ISO/VG 68
2. Limpieza del respirador de tanque hidráulico
3. Limpieza de filtro de succión.
4. Verificar correctas presiones del sistema(dirección, levante y volteo, carga y pilotaje)

➤ **Estructura:**

1. Evaluación de condición de pines y bocinas en cuchara

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

2. Evaluación de condición de articulación central.
3. Evaluación de la condición del eje oscilante.
4. Evaluación de la condición general del equipo.

➤ **Sistema Eléctrico:**

1. Evaluación y mantenimiento del alternador
2. Evaluación y mantenimiento del arrancador.
3. Evaluación del estado de los harness de la transmisión.
4. Evaluación del estado de los harness del tablero de control.
5. Verificar funcionamiento de switch de presión de frenos.

➤ **Jumbos:**

1. Mantenimiento de 1000 horas según motor diesel.

➤ **Motor diesel:**

1. Limpieza del enfriador de aceite de motor.
2. Comprobación de funcionamiento de sensores de presión y temperatura de motor escape
3. Medir presión de Carter.
4. Limpieza de tanque de combustible mas cambio de refrigerante de motor.
5. Verificación de estado de los álabes del turbocompresor.

➤ **Transmisión:**

1. Cambio del aceite de la corona. SAE 80W-90 - 2
2. Verificar condición de todos los cardanes y crucetas
3. Cambio de aceite de caja de transferencia.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

4. Cambio de aceite de sistema hidrostático.
5. Limpieza del enfriador de aceite de sistema hidrostático.
6. Ajustar pernos soporte de bomba y motores hidrostáticos.

➤ **Sistema hidráulico:**

1. Chequeo del accionamiento de frenos de servicio.
2. Revisión de las mangueras en articulación central.
3. Verificar presión del ciclo de carga de acumuladores.
4. Cambio de aceite de tanque hidráulico.

➤ **Estructura:**

1. Revisar rajaduras en el chasis o por soldaduras
2. Comprobar engrase de pines de articulación central.
3. Engrase general (Art.central, crucetas, cardan, boom, viga, etc.)
4. Revisar gatas y sus válvulas
5. Revisión del techo o canopy de la cabina del operador.
6. Revisar condición de brazo y viga.

➤ **Sistema Eléctrico:**

1. Evaluación y mantenimiento del alternador
2. Evaluación y mantenimiento del arrancador.
3. Chequeo del Selector de marchas y velocidades
4. Revisar estado de conectores en electro-válvulas del sistema hidráulico.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

5. Verificar funcionamiento de switch de presión de frenos.
6. Evaluación del estado de los harness de la transmisión.
7. Evaluación del estado de los harness del tablero de control.
8. Mantenimiento de 1000 horas según Power Pack o motor eléctrico principal

➤ **Estructura:**

1. Limpieza y engrase general del equipo
2. Revisar rajaduras en el chasis o por soldaduras.
3. Limpieza de la grasa sobresaliente en los puntos de engrase.
4. Revisar gatas y válvulas de entrada y salida

➤ **Sistema hidráulico**

1. Cambio de aceite hidráulico
2. Limpieza del tanque hidráulico.
3. Cambio de filtros
4. Verificar funcionamiento de sensor de nivel de aceite.

➤ **Sistema Eléctrico**

1. Revisar la iluminación de tránsito, perforación y emergencia
2. Limpieza del tablero eléctrico en cabina de operador
3. Revisión del funcionamiento de horómetros
4. Revisión del cable de alimentación de voltaje
5. Revisar condiciones de los anillos del colector
6. Revisar la batería, líquido y bornes

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

7. Revisar humedad en el interior del enrollador de cable.

➤ **Sistema de Perforación**

- 1 Ajuste de los pernos de la perforadora
- 2 Revisar presión de Nitrógeno en acumuladores
- 3 Ajustar pernos de acumuladores y motor de rotación
- 4 Revisión del cable de alimentación de voltaje
- 5 Revisar la guía de bronce (Coupling)
- 6 Evaluar condición de sellos de agua.
- 7 Revisión de la perforadora en General

➤ **Brazo**

1. Chequeo de los pines y bocinas del brazo
2. Ajuste de los pernos del brazo
3. Revisar funcionamiento de paralelismo automático
4. Revisar el estado de las mangueras y conectores
5. Revisar protección plástica de mangueras del brazo
6. Lubricar, revisar juego del tubo del telescópico
7. Engrase de todos los puntos del brazo.

➤ **Viga de avance de la perforadora**

1. Tensado de los cables de avance y retorno
2. Revisar y/o cambiar los rieles y los patines
3. Revisar estado de los centralizadores de barra
4. Revisar buen funcionamiento de topes hidráulicos
5. Tensado de mangueras hidráulicas en viga.

➤ **Compresor**

1. Revisar las presiones y temperatura de operación

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

2. Cambio de filtros
3. Tensado de fajas de transmisión
4. Drenar el agua del tanque de aceite de lubricación
5. Drenar el agua del tanque de aceite de lubricación
6. Limpieza del motor eléctrico en sistema de compresor

➤ **Sistema de barrido y refrigeración por agua**

1. Limpieza del strainer (filtro separador) de ingreso de agua
2. Revisar switch de presión de entrada de agua.
3. Evaluar condición de sellos de agua en perforadora.
4. Revisar controlador de flujo de agua
5. Verificar funcionamiento de la válvula relief o de alivio.
6. Limpieza exterior de motor eléctrico en bomba de agua.

6.3.3 Controles

Para llevar un control correcto y verificar el resultado mensual de nuestro contrato de servicios se utilizan diversos cuadros de control.

Al realizar cada uno de ellos es necesario cumplir los objetivos para lo cual han sido creados, pues con la información brindada por los operadores y una lectura correcta de los respectivos horómetros tanto diesel, percusión y eléctrico mejoraríamos el servicio de

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

mantenimiento en consecuencia la disponibilidad de nuestro contrato incrementaría.

Se han elaborado los siguientes formatos para un control detallado:

- Cartilla de inspección diaria
- Cartilla de control de servicio menor o de 125 Horas
- Cartilla de control de servicio mayor o de 1000 Horas
- Cuadro de mantenimiento predictivo (Control de análisis de aceite)
- Cuadro de performance mensual de equipos
- Cuadro de desgaste de labio de cucharas para equipos loaders
- Cuadro de control de consumo de repuestos
- Historial de equipos

6.3.3.1 Cartilla de inspección diaria

Esta cartilla es fundamental para controlar el mantenimiento diario y es elaborado al inicio de cada guardia es conocido como el check list de mantenimiento.

En el formato se apunta el número de serie de la máquina, el horómetro y fecha en el que se realiza el servicio si la tarea es efectuada se coloca un check.

También es importante realizar las observaciones y recomendaciones datos importantes para el próximo mantenimiento.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

6.3.3.2 Cartilla de servicio menor o de 125 horas

En esta cartilla se realiza de acuerdo a lo recomendado por fabrica normalmente lo mas importante en este servicio es el cambio de aceites y filtros sin olvidar la limpieza del equipo y el engrase lo común es que este servicio sea realizado semanalmente.

Por lo general la cartilla es llenada por el mecánico y electricista de turno con la firma de aprobación del asistente de residente o el residente.

Si existiese algún daño en el equipo tiene que ser reportado en la cartilla, por otra parte esta cartilla sirve para la realización de seis servicios más.

GRAFICO N°77

Programación del Mantenimiento Semanal.

HORO. ULT. MANTTO.	ULTIMO MAN	HORO. PROX. MAN	HOROM. ACTUAL AL 05-09-04	DIFER.	HORAS ULT. MANTTO.	PROMEDIO DE HORAS X DIA	FECHA PROG.	MANTTO	HOROM. A LA F. PROGRAM.
12460.8	8	12,610.8	12553.9	56.9	93.1	10	10-09-04	1	150.00
11689.8	3	11,839.8	11738.8	101.0	49.0	4	30-09-04	1	150.00
10810.7	3	10,910.7	10952.3	(41.6)	141.6	5	28-08-04	4	105.00
4666.3	8	4,766.3	4719.4	46.9	53.1	18	07-09-04	1	100.00
4171.3	3	4,271.3	4254.2	17.1	82.9	18	05-09-04	4	100.00
17,282.8	8	17,382.8	17412.1	(29.3)	129.3	18	03-09-04	1	100.00
15732	1	15,832.0	15790	42.0	58.0	18	07-09-04	2	100.00
2816	4	2,966.0	2825	141.0	9.0	4	10-10-04	5	150.00
17,989.0	8	18,139.0	18053	86.0	64.0	5	22-09-04	1	150.00
721.1	4	732.0	750	(18.0)	28.9	4	31-08-04	5	10.90

6.3.3.3 Cartilla de servicio mayor o de 1000 horas.

En este formato se realiza un servicio completo lo recomendable es realizarlo en 16 horas pero debido a las necesidades de producción se ha visto por conveniente hacerlo en 12 horas.

En este servicio mayor es fundamental conocer las fuentes de información (catalogo de servicios y partes) que permitan cumplir con las actividades que se van a realizar, cuanto tiempo toma cada una de ellas, que habilidades y conocimiento se requieren, que materiales y repuestos son necesarios a fin de lograr un correcto servicio de 1000 horas. Como se puede apreciar el control de mantenimiento preventivo es sencillo pero se tiene que contar con el personal especializado y los medios necesarios para lograr la disponibilidad prometida.

**6.3.3.4 Cuadro de mantenimiento predictivo
(Análisis de aceite)**

El cuadro de análisis de aceite es muy importante para determinar el estado real de los principales componentes y definir si estos ya necesitan ser reparados. Los análisis de aceite son realizados por terceros en este caso Mobil del Perú analiza cuantas partes por millón de metales y porcentaje de agua que contienen los componentes tales como motor diesel, corona, mandos finales etc.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

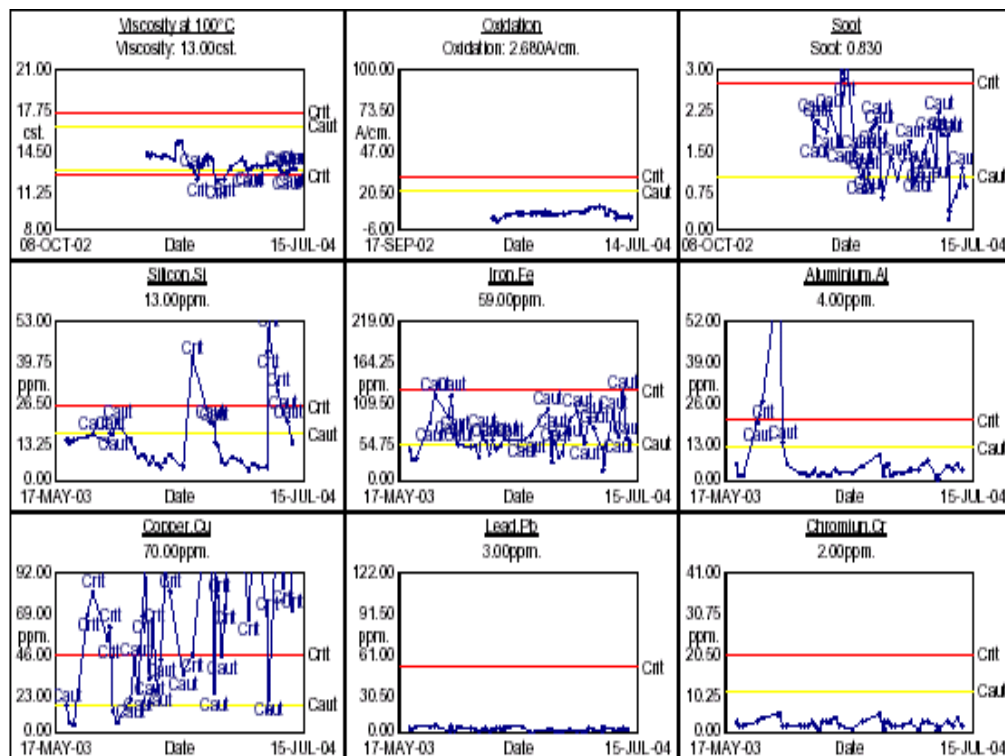
GRAFICO N° 78

METALES DE DESGASTE

ITEM	FECHA		N° mem	TIPO ACEIT	CODIGO EQUIP	COMP	FILE	HORO EQUIP	HORAS		FLOTA	Viscosidad 40 °C	ppm						
	RECEI	MUESTREO							ACEIT	EQUIP			COMP	S	FI	A	C	PI	C
254		11-03-04	054/04	15W-40	CN-56	Motor	7125	8635	15.2	396.3	Loader	15.2	13.2	8	28	4	15	5	2
255		11-03-04	054/04	85w140	CN-56	Corona D.	7126	8635	778	8635	Loader	26.8	3	88	5				
256		11-03-04	034/04	85w140	CN-56	Corona P.	7127	8635	778	8635	Loader	26.7	2	52		4			
257		11-03-04	054/04	85W-140	CN-56	MFDD	7129	8635	778	8635	Loader	26.8	4	70					
258		11-03-04	054/04	85W-140	CN-56	MFDI	7130	8635	778	8635	Loader	26.7	3	88		0			
259		11-03-04	054/04	85W-140	CN-56	MFPD	7131	8635	778	8635	Loader	27	3	51					
260		11-03-04	054/04	85W-140	CN-56	MFPI	7132	8635	778	8635	Loader	26.9	3	48					
261		11-03-04	054/04	15W-40	CN-56	Transm.	7128	8635	345.5	8635	Loader	12	1	10		13			
262		16-03-04	056/04	15W-40	CN-58	Motor	5952	10137.1	143.1	10137.1	Loader	13.3	8	84	3	205	3	2	0
263		13-03-04	056/04	15W-40	CN-55	Motor		1604	156	1604	Loader								
264		13-03-04	056/04	15W-40	CN-55	Transm.		1604	568.1	1604	Loader								
265		14-03-04	056/04	15W-40	CN-57	Motor	7134	8086.8	129.8	8086.8	Truck								
266		14-03-04	056/04	15W-40	CN-57	Transm.	7136	8086.8	615.8	8086.8	Truck								

GRAFICO N° 79

Sample ID	Sampled	Hours	On Oil	Visc. (100°C)	Si	Fe	Al	Cu	Pb	Cr	Sn	Water Content	Oxidation	Soot
0200403521	26-JUN-04	11622.0	92.8	*13.00	13.0	*59.0	4.0	**70.0	3.0	2.0	2.0	0.000	2.680	0.830
0200403462	19-JUN-04	11529.2	140.9	*13.00	*20.0	*122.0	6.0	**142.0	4.0	4.0	0.0	0.000	3.650	*1.170
0200403461	11-JUN-04	11389.0	136.5	*12.90	*23.0	*62.0	4.0	**84.0	3.0	2.0	2.0	0.000	3.400	0.820
0200403460	02-JUN-04	11252.1	125.0	*12.70	**30.0	*95.0	5.0	**135.0	3.0	3.0	3.0	0.000	3.150	0.630
0200402745	17-MAY-04	10967.8	27.8	*12.90	**50.0	25.0	1.0	*20.0	4.0	1.0	7.0	0.000	2.960	0.370



OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERIA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

6.3.3.5 Cuadro de performance mensual

En este cuadro se detalla las condiciones en que se encuentra diariamente el equipo se detallan los horómetros de inicio y final de guardia. Se realiza las observaciones principales como mantenimientos y principales reparaciones.

GRAFICO N° 80

(del 26 de Enero al 25 de Febrero del 2004)

CLIENTE	CN SAC	MODELO	TORO 007	CODIGO	CN-56
MARCA	TAMROCK	N°SERIE	29007020		

FECHA	HT	MANTTO		REPARACION		HSB	TOTAL	D.M.	DESCRIPCION
		PRG	PRV.	ACC/OTR.	CTVO.				
26-01-04	3.70	6.50	-		12.00	1.80	24.00	22.92%	MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE 125 HORAS. FALLA EN EL SISTEMA DE ARRANQUE
27-01-04	16.00		0.50			7.50	24.00	97.92%	
28-01-04	16.20		0.50			7.30	24.00	97.92%	
29-01-04	15.30		0.50			8.20	24.00	97.92%	
30-01-04	5.80		-		1.50	16.70	24.00	93.75%	PROBLEMA DE PERNOS DE CARDAN
31-01-04	13.80		0.50		2.00	7.70	24.00	89.58%	PROBLEMA DE VALVULA HIDRAULICA DEL SISTEMA DE DIRECCION Y CUCHAREO
01-02-04	-		0.50			23.50	24.00	97.92%	
02-02-04	13.80		0.50		3.50	6.20	24.00	83.33%	PROBLEMA DE VALVULA HIDRAULICA DEL SISTEMA DE DIRECCION Y CUCHAREO
03-02-04	12.00		0.50		5.00	6.50	24.00	77.08%	PROBLEMA DE MANGUERA
04-02-04	11.00		0.50		4.50	8.00	24.00	79.17%	PROBLEMA DE MANGUERA DE 1"x1.80Mis
05-02-04	14.50		0.50		1.50	7.50	24.00	91.67%	PROBLEMA DE MANGUERA
06-02-04	14.20		0.50			9.30	24.00	97.92%	
07-02-04	14.10		0.50			9.40	24.00	97.92%	
08-02-04	0.40	9.00				14.60	24.00	62.50%	MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE 500 HORAS.
09-02-04	14.30		0.50			9.20	24.00	97.92%	
10-02-04	12.60		0.50			10.90	24.00	97.92%	
11-02-04	14.60		0.50		1.00	7.90	24.00	93.75%	FUGA DE ACEITE POR CAÑERIA
12-02-04	16.50		0.50			7.00	24.00	97.92%	
13-02-04	12.20		0.50			11.30	24.00	97.92%	
14-02-04	14.10		0.50			9.40	24.00	97.92%	
15-02-04	9.20		0.50			14.30	24.00	97.92%	
16-02-04	14.40		0.50			9.10	24.00	97.92%	
17-02-04	7.10				13.50	3.40	24.00	43.75%	REPARACION POR FUGA DE ACEITE POR EL SPINDLE POSTERIOR IZQUIERDO, SE CAMBIARON 16 STUD Y EL SELLO DEL HUB
18-02-04	15.10		0.50			8.40	24.00	97.92%	
19-02-04	13.80		0.50			9.70	24.00	97.92%	
20-02-04	10.00	7.00				7.00	24.00	70.83%	MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE 125 HORAS.
21-02-04	16.20		0.50			7.30	24.00	97.92%	
22-02-04	10.60		0.50		2.50	10.40	24.00	87.50%	SE REVENTO MANGUERA DE CILINDRO DE DIRECCION
23-02-04	14.00					10.00	24.00	100.00%	
24-02-04	12.30					11.70	24.00	100.00%	
25-02-04	11.80		0.50			11.70	24.00	97.92%	
TOTALES	369.60	22.50	12.00	0.00	47.00	292.90	744.00	89.05%	

DMP	Disponibilidad Mecanica prog.
DMR	Disponibilidad Mecanica real

Total Horas Mes	744.00	100.0%	DMR = TH-(HM+H.M.PRIV+HR)
Hras Mantto.	22.50	3.0%	
Hras Mantto/Prv.	12.00	1.6%	HT
Hras Disponibles	721.50	97.0%	Factor= DMR/DMP
Hras de Rep./Acci.	0.00	0.0%	
Hras de Rep.	47.00	6.3%	DMP
Hras Stanby	292.90	39.4%	DMR
Hras. Trabj. Real	369.60	49.7%	Factor

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERIA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

6.3.3.6 Cuadro de desgaste de cucharas

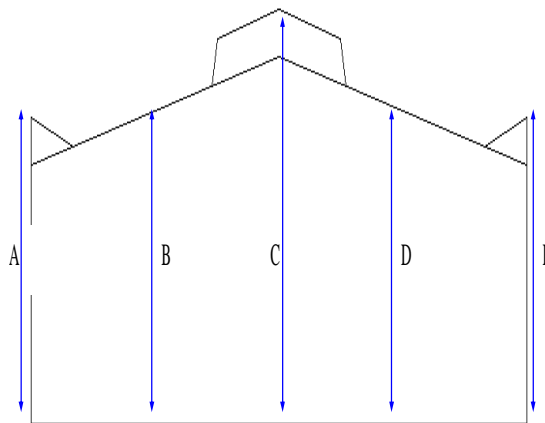
En este cuadro se detalla las condiciones de la cuchara en lo que respecta al desgaste; las dimensiones son medidas al inicio de cada guardia.

GRAFICO N° 81



CTRL DE DESGASTE DE LABIO DE CUCHARA

DATOS												
EQUIPO		FECHA	HOROMETRO	A	B	C	D	E	RESULTADOS	A	B	C
CN-56	NUEVO	15/06/2004	3262.1	20	25	30	25	20	% Desgaste Periodico	3.75%	1.00%	0.83%
CN-56	1ER REPORTE	24/07/2004	4000.3	17	18.25	28.25	18.25	17	% Promedio desgaste Periodico	1.69%		
CN-56	2DO REPORTE	01/08/2004	4093.8	15.25	18.25	28.0125	18.25	15.75	% Desgaste Acumulado	6.00%	3.00%	15.00%
CN-56	3ER REPORTE	08/08/2004	4238.8	14.5	18	27.75	18	15.75	% Promedio desgaste Acumulado	6.58%		
CN-56	4ER REPORTE	15/08/2004	4382.7	14.2	18.5	31.25	18.5	15.75	SE REFORZO CUCHARA DE CN-56			
CN-56	5TO REPORTE	22/08/2004	4502.8	13.75	18	27	18.25	14.75				
CN-56	6TO REPORTE	29/08/2004	4597.0	13	17.75	26.75	18	14.375				



OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

6.3.3.7 Cuadro de consumo de repuestos

En este cuadro se detalla los repuestos utilizados por el equipo este control es importante para determinar la frecuencia y el horómetro de cambio.

El cuadro es realizado de acuerdo a los repuestos utilizados por sistema (hidráulico, transmisión, chasis, eléctrico, etc.).

Con el consumo detallado se puede controlar a detalle la vida útil de componentes y estimar la vida útil de los mismos.

GRAFICO N° 82

ITEM	NRO PARTE	DESCRIPCION	CANT	FECHA	VALE	GRUPO	HOR. D
1	64101552	BEARING	1.00	27/06/04		SISTEMA HIDRAULICO	9695.4
2	64201655	TANK CAP	1.00	13/07/04		SISTEMA HIDRAULICO	9985.3
3	64544447	VALVE, BRAKE (64119283)	1.00	19/07/04		SISTEMA HIDRAULICO	10091.1
4	69038176	SEAL KIT (64549066)(69038200)	1.00	27/06/04		SISTEMA HIDRAULICO	9695.4
						TOTAL SISTEMA HIDRAULICO	
5	64103967	ORING	1.00	10/07/04		SISTEMA CHASIS	9926.5
6	69017168	STUD - WHEEL RI	2.00	15/07/04		SISTEMA CHASIS	10021.8
7	69017168	STUD - WHEEL RI	16.00	19/07/04		SISTEMA CHASIS	10091.1
						TOTAL SISTEMA CHASIS	
8	64113616	NUT	2.00	15/07/04	S--002798	SISTEMA DE TRANSMISION	10021.8
9	64113616	NUT	16.00	19/07/04	S--002798	SISTEMA DE TRANSMISION	10091.1
10	69008788	O-RING	1.00	19/07/04	S--002798	SISTEMA DE TRANSMISION	10091.1
						TOTAL SISTEMA DE TRANSMISION	
11	64106586	FIBRAMOUNT	4.00	01/07/04		MOTOR DIESEL	9728.4
12	64107552	RUBBER ELBOW	1.00	13/07/04		MOTOR DIESEL	9985.3
13	64211302	CINCH WASHER	4.00	01/07/04		MOTOR DIESEL	9728.4
						TOTAL MOTOR DIESEL	
14	04791646	L.E.D.	1.00	19/07/04		INSTALACIONES ELECTRICAS	10091.1
15	64109567	HEAD LIGHT WAGNER 28V	1.00	05/07/04		INSTALACIONES ELECTRICAS	9840.3
16	64109567	HEAD LIGHT WAGNER 28V	1.00	09/07/04		INSTALACIONES ELECTRICAS	9917.0
17	64109567	HEAD LIGHT WAGNER 28V	1.00	10/07/04		INSTALACIONES ELECTRICAS	9926.5
18	64109567	HEAD LIGHT WAGNER 28V	1.00	17/07/04		INSTALACIONES ELECTRICAS	10060.2
19	64118516	LIGHT BULB 2W 2 (349618)	2.00	19/07/04		INSTALACIONES ELECTRICAS	10091.1
20	64120194	WATER TEMP. GAU	1.00	10/07/04		INSTALACIONES ELECTRICAS	9926.5
21	64802737	BREAKER	1.00	26/06/04		INSTALACIONES ELECTRICAS	9693.6
22	69008969	REGULATOR	1.00	03/07/04		INSTALACIONES ELECTRICAS	9797.6
23	W-28V	FARO 28V	1.00	06/07/04		INSTALACIONES ELECTRICAS	9866.8
24	W-28V	FARO 28V	2.00	21/07/04		INSTALACIONES ELECTRICAS	10119.6
						TOTAL INSTALACIONES ELECTRICAS	
25	2024-12-12	F/A ADAPTER-9 # 12	1.00	01/07/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9728.4
26	2-219V	ORING VITON PARA BRIDA 16	1.00	27/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9695.4
27	2-219V	ORING VITON PARA BRIDA 16	5.00	27/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9695.4
28	2-222V	ORING VITON PARA BRIDA 20	2.00	27/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9695.4
29	2-222V	ORING VITON PARA BRIDA 20	1.00	27/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9695.4
30	2-225V	ORING VITON PARA BRIDA 24	1.00	27/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9695.4
31	HE16-16	CONEX. HEMBRA JIC DE 1	1.00	27/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9695.4
32	HE16-16	CONEX. HEMBRA JIC DE 1	1.00	27/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9695.4
33	HE20-24FL	CON.BRIDA RECTA EX.PRESION 1 1/4	1.00	27/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9695.4
34	MR2SN-04	MANGUERA DE AP/ALTO RENDIMIENTO	4.00	30/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9748.5
35	202702-06-06	ADAPTER	3.00	27/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9695.4
36	2027-08-08	ADAPTADOR UNION DE 1/2	2.00	27/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9695.4
37	HE20-20FL	CONEX RECTA BRIDA 1 1/4	1.00	27/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9695.4
38	HP04-04	CONEX.RECTA TERM. HEMBRA JIC	1.00	30/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9748.5
39	JJ16-16PA90	CONEXION 90 BRIDA # 16	1.00	27/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9695.4
40	JJ16-16PA90	CONEXION 90 BRIDA # 16	1.00	27/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9695.4
41	MR12-16	MANGUERA DE EXTREMA PRESION	1.00	27/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9695.4
42	MR12-16	MANGUERA DE EXTREMA PRESION	1.00	27/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9695.4
43	MR12-20	MANGUERA DE EXTREMA #20	2.70	27/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9695.4
44	R45-04	CONEXION 45 HEMBRA JIC 1/4	1.00	30/06/04		MANGUERAS Y CONECTORES	9748.5
						TOTAL MANGUERAS Y CONECTORES	

6.3.3.8 Historial de equipos

Es de suma importancia contar con un completo historial de equipo de carguío o perforación pues los datos históricos de los archivos con información genérica de los equipos son de gran utilidad para cumplir las metas en futuros mantenimientos de tal manera que tendremos una mejor selección mas determinación de las tareas que serán necesarios implementar y permitirán definir las frecuencias con la que se realizan las reparaciones en consecuencia se evitará trabajos repetitivos que afectarían nuestros costos de mantenimiento y la disponibilidad prometida.

Este historial normalmente es impreso en papelógrafos de tal manera que el personal tanto eléctrico como mecánico podrá observar que fallas se han presentado durante las horas de operación del equipo y cuanto tiempo se tomó en realizar la reparación.

Los cuadros estadísticos impresos en los papelógrafos son una forma más didáctica de mostrar el comportamiento en el tiempo de los sistemas hidráulicos, eléctricos en relación con el tiempo (Horas de operación de los equipos).

6.3.3.9 Programa del mantenimiento preventivo de loaders

Los equipos de bajo perfil o loaders trabajan en condiciones severas en interior mina y están expuestos a vías en mal estado por lo que la realización de los mantenimientos es de carácter obligatorio.

El seguimiento del equipo mas una correcta inspección por parte del personal de mantenimiento, evita un desgaste prematuro de llantas y falla prematura de componentes lo que significaría paradas imprevistas que se reflejarían en los costos de operación.

Acerca de la cuchara, los equipos Sandvik poseen un reforzamiento de labios denominados shark estos llegan alcanzar una vida útil por mas de 4,000 horas de operación a la vez las cantoneras se encuentran lo suficientemente reforzadas tan es así que nuestros costos de mantenimiento se reducen en alrededor de 30%.

La lubricación y engrase son de suma importancia para que los pines y bocinas puedan rendir adecuadamente por ejemplo los pines de la articulación central sino fuesen lubricados diariamente, los alojamientos se deformarían ocasionando fallas prematuras en la línea de transmisión (cardanes, chumaceras, diferenciales etc.) también

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

afectaría la correcta operación durante el carguío pues los cilindros de levante y volteo no estarían correctamente alineados.

En cuanto al cambio de filtros de aire si la zona de trabajo es poco ventilada se recomienda limpiar los filtros de aire diariamente o de lo contrario cambiarlos por nuevos a fin de evitar daños prematuros que pueda perjudicar el buen funcionamiento del motor.

En cuanto a la parte eléctrica el mantenimiento programado para cada uno de los componentes tales como panel de control, alternador, arrancador, baterías etc. es de suma importancia pues muchas veces existen problemas debido a cables o terminales en mal estado produciendo cortocircuitos que perjudican la operatividad de los equipos y disminuyen nuestra disponibilidad.

6.3.3.10 Programa del mantenimiento preventivo de camiones

Los camiones de bajo perfil están diseñados para operar en labores subterráneas su diseño se privilegia por su poca altura. Las dimensiones que deberán compensar esta restricción son el largo y el ancho, la incorporación de una articulación (entre la unidad de mando - potencia y la unidad de

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

carga), que permite disminuir los radios de curvatura.

Los mantenimientos preventivos son divididos en servicio diario, menor y mayor. Las tareas asignadas a las cartillas de mantenimiento son similares a las de los equipos loaders.

Entre las características básicas de estos modelos de equipos están:

- Menor relación potencia/peso.
- Menor inversión inicial
- Menor consumo específico de combustible
- Menor distribución del peso de la carga sobre los neumáticos.
- Recomendado para transporte de largas distancias

Con el cumplimiento de las cartillas de mantenimiento esta comprobado el aumento de la disponibilidad de la máquina además de disminuir los costos de mantención.

6.3.3.11 Programa del mantenimiento preventivo de Jumbos

El jumbo hidráulico es un equipo fundamental en las operaciones mineras una de las características fundamentales es el brazo electro hidráulico con sistema de rotación de

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

360° y paralelismo automático para una rápida y precisa perforación.

El elevado rendimiento del sistema de perforación permite un excelente resultado de producción, disminución de los costos de aceros de perforación y una excelente confiabilidad de la máquina.

Las tareas de mantenimiento periódico establecen los intervalos de servicio de acuerdo con las horas de percusión del martillo y las horas de funcionamiento del motor diesel.

Los intervalos de mantenimiento difieren según las condiciones de operación es decir el mantenimiento en una mina por ejemplo en Andaychagua es muy diferente a la de Chungar por condiciones de terreno, iluminación, limpieza de vías, abastecimiento de energía etc. Al determinar el intervalo de mantenimiento correcto es recomendable empezar siguiendo los intervalos especificados y alargar el tiempo entre mantenimientos hasta encontrar el intervalo ideal correspondiente a las condiciones de operación de la mina.

El programa de mantenimiento esta dividido en servicio diario, semanal y mensual.

CAPITULO VII

7.1 REEMPLAZO DE LOS EQUIPOS DE MINERÍA SUBTERRANEA EN BASE A LOS COSTOS DE OPERACIÓN

La vida económica útil de una máquina puede definirse como el periodo durante el cual dicha máquina trabaja con un rendimiento económicamente justificable. Así también se sabe que a medida que aumenta la vida y el uso del equipo, la productividad de la misma tiende a disminuir y en consecuencia sus costos de operación van en constante aumento como consecuencia de los gastos cada vez mayores de mantenimiento y reparación.

Por otra parte se produce con mucha mayor frecuencia averías en las maquinas que aumentan los tiempos muertos o improductivos reduciendo por tanto su disponibilidad llegando incluso a afectar la productividad de otras máquinas que se encuentran trabajando conjuntamente con ella.

Una de las principales actividades en cualquier compañía minera, de ingeniería y en general de cualquier empresa es la “estimación de costos”, mediante la cual se determina anticipadamente el costo de una actividad o proyecto. La toma de decisiones se basa

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

mayormente en presupuestos preparados sobre la base de estimación de costos.

En minería, la estimación de costos tiene mucho que ver con el planeamiento de la operación, esta indicará el grado de utilización de los equipos y la cantidad de mano de obra requerida. En el caso de la maquinaria es necesario tener un buen conocimiento del mercado local, precios de equipos nuevos y usados, tarifas de alquiler, vida esperada, tasas de interés, patrones de consumo de repuestos y sus costos, así como infraestructura de mantenimiento y apoyo requerido.

En la mano de obra se debe de conocer la forma como funciona el mercado laboral, las obligaciones del empleador y niveles salariales, es necesario considerar el nivel de capacitación promedio del personal, su eficiencia, motivación, solo así se estará en condiciones de determinar adecuadamente los rendimientos. No deja de tener importancia para los cálculos a largo plazo, la eficiencia de la organización, la cual está influenciada por factores tanto internos como externos.

7.1.1 Factores que determinan el reemplazo de los equipos

El reemplazo de los equipos de perforación y carguío esta determinado por los costos y condiciones de la operación tales como:

- Incremento o disminución de volumen de producción.
- Características del mineral a producir: Distintas leyes y contaminantes.
- Características del equipo y su respectivo consumo.
- No cumplir con las normas de seguridad y medio ambiente.

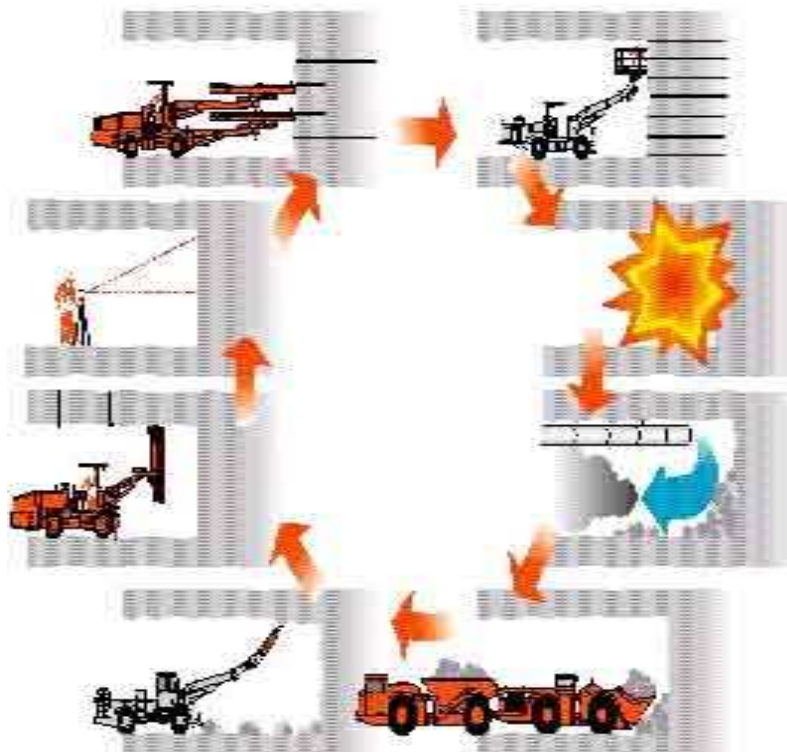
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

- Cambio de las condiciones de trabajo principalmente los diseños de las secciones de la minas pudiendo ser mas anchas y altas o mas pequeñas y angostas.

Desde el punto de vista del área de mantenimiento el reemplazo de los equipos esta dado por:

- **Deterioro.-** El desgaste de la estructura principalmente de los componentes que forman parte de los equipos de perforación y carguío reflejan un descenso en el rendimiento y un incremento en los costos de producción. Generalmente se realizan reparaciones para incrementar el tiempo de vida del equipo; reparaciones que en muchas veces generan condiciones inseguras.

GRAFICO N° 83



- **Obsolescencia.-** El resultado del avance tecnológico e innovaciones de nuevas maquinarias dan como

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

resultado que equipos de perforación y carguío con muchas horas ó años de trabajo deben de ser reemplazados pues para adquirir repuestos o componentes será difícil y más caro.

A través de programas de actualización de equipos tales como el St feedback permiten que personal de mantenimiento ingrese sugerencias o mejoras en los diseños de los equipos a fin de lograr una mejora en el rendimiento y facilidad en el mantenimiento de los equipos.

- **Inadecuado e insuficiente.-** Los equipos de reciente fabricación son mas versátiles y son de mayor potencia que equipos de antiguas versiones.

En muchos casos los cambios de secciones en las minas y las distintas condiciones de operación hacen cambiar las decisiones a los responsables en lo referente a la maquinaria a emplear en la producción.

7.2 MODELOS DE SUSTITUCION

- Estudio estadístico de los costos de operación.
- Estudio de mercado según valor residual del equipo
- Variación del costo de propiedad en el tiempo

7.2.1 Estudio estadístico de los costos del equipo (COP)

Se define “costos de operación” de una maquinaria a la cantidad de dinero en adquirirla, hacerla funcionar, realizar trabajo y mantenerla en buen estado de

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

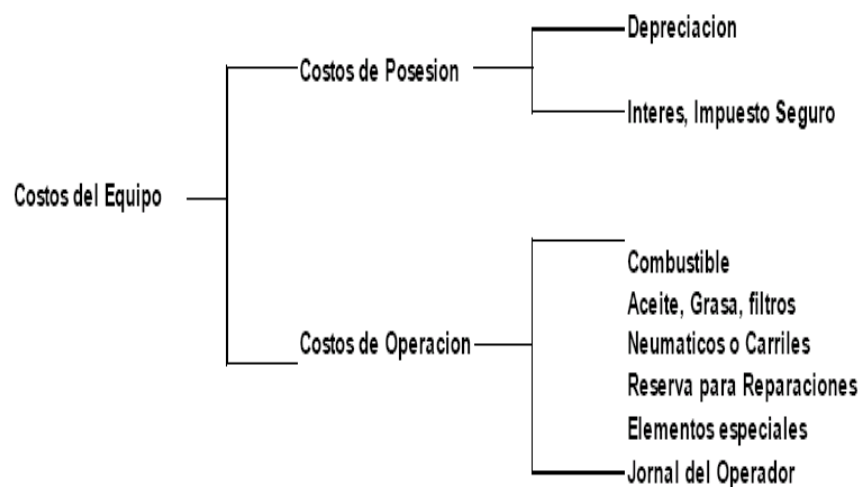
conservación, es decir que en este costo debe incluirse los gastos fijos como son: El interés de capital invertido, seguros, impuestos, almacenaje, mantenimiento, reparación y depreciación y los gastos variables representados por los combustibles, lubricantes, filtros y mano de obra.

En resumen el COP puede definirse de la siguiente manera:

$$\text{COP} = \text{Costo de Operación} + \text{Costo de Posesión del Equipo}$$

De esta manera:

Estructura de Costos



7.2.2 Costos de operación

Los costos de operación son los gastos originados por el funcionamiento de los equipos y por los requerimientos necesarios para mantenerlos operativos. Estos varían en función al grado de utilización de los equipos (Condiciones de trabajo) así como los precios locales de combustible, lubricantes, repuestos y mano de obra.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

La finalidad fundamental es realizar un completo análisis de inversión en los equipos.

- **Combustible.-** Valor Dado por el consumo propio de la maquina esta información es muy importante para determinar mediante calculo dos valores uno el costo de combustible por hora y el otro el consumo de la maquina en galones por hora.

$$CH = PGO \times CM$$

$$CM = Pe \times FC$$

CH = Costo de combustible por hora

PGO = Precio del galon de combustible en obra (\$/galon)

CM = Consumo de la maquina en galones por hora (galon/h)

CM = Consumo de la maquina en galones por hora (galon/h)

Pe = Potencia Efectiva (HP)

FC = Factor de Consumo

- **Lubricantes.-** No se debe asumir este costo como un % del costo de combustible. Siguiendo el manual del fabricante se debe estimar el consumo de lubricantes, así también se debe de considerar el precio de estos datos para calcular el costo por hora.

$$L = CL \times PL$$

L = Costo del Lubricante (\$/h)

CL = Consumo de Lubricantes (galones/h)

PL = Precio de Lubricantes (\$/galon)

- **Grasa y filtros.-** Siguiendo el manual de servicio se determina la frecuencia de cambio de filtros según horas de operación. En cuanto al consumo de grasa es importante determinar la frecuencia no solo por el manual de servicio, sino también de acuerdo a las condiciones de operación.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

Grasa

$$G = \frac{\# \text{ puntos} \times 0.05 \text{ kg/punto}}{2000 \text{ h}} \times PG$$

G = Costo de la Grasa
PG = Precio de la grasa

Filtros

$$F = 50 \% G \text{ (opcional)}$$

F = Costo de los filtros.

- **Neumáticos.-** El rubro de las llantas es el más difícil de estimar al analizar el costo por hora por diversos factores como son: El mantenimiento, curvatura de la vía, curvatura de la vía, pendiente, carga velocidad máxima posición de las llantas, superficie de la vía, presión de inflado etc.

Un operador bien capacitado estará en condiciones de verificar al comienzo de la guardia si los neumáticos están correctamente inflados y en buen estado, reportando cualquier anomalía. Por lo que es fundamental tener las vías en buen estado para prolongar la vida útil de los neumáticos y rotar los mismos periódicamente.

La vida útil de un neumático en mina fluctúa entre las 1000 y 3000 horas de operación se puede obtener ahorros de 2.00 U\$/Hora a 3.00 U\$/Hora.

- **Reparaciones Mayores.-** Son las reparaciones que se realizan en los talleres y son comúnmente denominados over haul, estas se tiene que programar de acuerdo a la disponibilidad de personal y repuestos. Es una buena práctica usar repuestos originales, para tal efecto es de suma importancia presentar las órdenes de trabajo con debida anticipación; planificar,

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

ordenar y revisar el material en los almacenes; así luego de varias reuniones se determina la fecha de la reparación. Estas reparaciones permiten luego de concluidos los trabajos aumentar la productividad del equipo (ton/mes), aumentar el uso anual y reducir el costo horario.

- **Reparaciones Menores.-** Se refiere a las reparaciones menores a realizarse tanto en interior mina como en superficie muchas veces, la falta de un repuesto de bajo precio paraliza un equipo de alto valor causando perdidas mayores a la del valor de repuestos, aún por tratarse de reparaciones menores se tiene que planificar por lo que antes se tiene que generar una orden de trabajo revisando las herramientas, repuestos y personal que se necesita para la realización de los trabajos.
- **Mano de obra.-** La dimensión de la flota de equipos influye en este costo. Por lo general se consideran los costos por los mecánicos encargados del servicio y los operadores, un error común es dividir el costo de la mano de obra (incluido el factor prestacional) entre el numero total de horas que el trabajador esta a disposición de la empresa sin considerar los tiempos ociosos. La reducción del costo de mano de obra se consigue reduciendo los tiempos improductivos (planeamiento). Si el trabajador desempeña más de una función debe utilizarse una llave de distribución de costos.

7.2.3 Costos de posesión

El análisis de inversión de los equipos se inicia con los costos de posesión de la maquina, los cuales son necesarios para proteger la inversión en el equipo y tener opción a poder reemplazarlo.

El propietario debe recuperar durante el periodo de posesión de la maquina una cantidad igual a la perdida de valor en el mercado de su equipo. Los objetivos fundamentales son:

Calcular los costos de propiedad de las máquinas y realizar el análisis de inversión de los equipos.

- **Depreciación.-** Es el costo que resulta de la disminución en el valor original de la maquinaria como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica. Existen varios métodos para determinar el costo de depreciación, entre los cuales podemos mencionar:
 - a. Método de la función lineal
 - b. Método del porcentaje sobre el saldo
 - c. Método de la suma de los dígitos de los años
 - d. Método del fondo de amortización

De estos métodos, el que más se utiliza, en la práctica es el correspondiente al de la función lineal; que se basa en la suposición de que la depreciación se produce a ritmo uniforme a lo largo del tiempo de vida útil del equipo.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

La fórmula a emplearse para el cálculo de la depreciación es la siguiente:

$$D = \frac{V a - V r}{V e}$$

Donde:

D= Depreciación por hora de trabajo

Va = Valor de adquisición

Vr = Valor de salvataje o de rescate

Ve = Vida económica de la maquinaria expresada en horas de trabajo

- **Interés de capital invertido.-** Para la compra de un equipo se adquiere los fondos necesarios en los bancos o mercado de capitales, pagando por ello los intereses correspondientes; o como sucede frecuentemente si la empresa minera dispone de los fondos suficientes de capital propio, realiza la inversión esperando que la máquina rinda o produzca utilidad periódicamente en proporción con la inversión efectuada. Por tanto, este rubro será equivalente a los intereses correspondientes al capital invertido en el equipo o maquinaria.

A pesar de que la empresa minera pague su equipo al contado, debe cargársele los intereses de esa inversión; ya que ese dinero pudo haberse invertido en otro negocio que produzca dividendos a su propietario.

$$I = \frac{\frac{(N + 1)}{2N} \times V \times i \times N}{V e h r s}$$

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

Donde:

I = Interés Horario de inversión de capital invertido

N= Vida económica útil en años

V= Valor de adquisición para aplicar el interés correspondiente

i = Tasa de interés anual vigente para el tipo de moneda a utilizar

Vehrs = Vida económica útil en horas.

- **Seguros, almacenaje.-** Las primas de seguro varían de acuerdo al tipo de maquinaria y a los riesgos que deben cubrir durante su vida económica. Este cargo existe tanto en el caso de que la maquinaria se asegure con una compañía de seguros, como en el caso de que la empresa minera decida hacer frente, con sus propios recursos, a los posibles riesgos de la maquinaria (autoseguramiento).

El tipo de seguros a considerar, en este estudio, es el TREC (todo riesgo equipo contratista) que como promedio se ha asumido en un 3.5 %, de acuerdo a un estudio realizado en empresas de seguros.

En cuanto se refiere al almacenaje, debe incluirse en este costo ocasionado por concepto de permanencia del equipo en talleres centrales cuando esta inactiva o a espera de la autorización respectiva para su envío a mina. Este costo se estima que es del orden de 1.5 %.

Para el cálculo del gasto por seguros y almacenaje se aplica la siguiente formula:

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

$$S, A = \frac{(N + 1) \times N}{2N} \times Va \times (Ps + Alm)$$

Donde:

S,A = Costo por seguro, almacenaje por hora de trabajo

Ps = Prima Anual promedio (TREC)

Alm = Porcentaje estimado por concepto de almacenaje

N = Vida económica útil en años

Vehrs= Vida económica útil en horas.

Va = Valor de adquisición

7.2.4 Financiación y amortización

Técnicamente, el acto de financiación es la obtención del dinero para desarrollar un proyecto o compra de un equipo. Esta captación de capital puede ser con fondos propios o ajenos. Generalmente dicha financiación debe de tener un beneficio en el tiempo, gracias al pago de una renta.

El término de financiación también se refiere a la posibilidad de abonar una suma de dinero a lo largo del tiempo, a cambio de abonar una tasa activa hasta cancelar el total de la deuda.

Por otra parte la amortización financiera es independiente de la amortización técnica o de inmovilizados. Considerando costo de inmovilizados el préstamo para realizar la compra de un equipo.

Para la devolución de este dinero se considera el método de amortización de la anualidad constante (**A**).

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

La formula es la siguiente:

$$A = \frac{C \times i \times (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

Donde:

A = Anualidad

C = Capital para comprar el equipo

i = Tasa de interés anual vigente para el tipo de moneda a utilizar

N = Numero de años que dura el préstamo.

7.2.5 Valor residual

En realidades como la nuestra es difícil conocer el valor residual exacto de cualquier equipo, el valor residual esta en función inversa a los años de servicio y a las horas totales de trabajo, sin embargo de acuerdo a la experiencia en campamentos de minas subterráneas se considera una perdida del valor inicial de los equipos entre 25 y 30% los factores que influyen en esta pérdida son los siguientes:

- Horas acumuladas
- Tipo de trabajo
- Operación
- Mantenimiento
- Condiciones físicas de la máquina

Debido a las condiciones difíciles en mina tales como: Insuficiente ventilación, vías en mal estado etc.

Obtenemos:

$$Vr = K \times (b) \times N$$

Luego:

$$Vr = K \times (e^{\ln 0.75}) \times N$$

$$Vr = K \times (e^{-0.29}) \times N$$

Donde:

Vr = Valor residual

N = Numero de años

b = e elevado a Ln del porcentaje residual

e = Base del logaritmo neperiano.

7.3 TCO Y ROI

El costo total de propiedad (Total cost of ownership o TCO) es un método de calculo diseñado para ayudar a los responsables del área de finanzas de la compañía minera a determinar los costos directos e indirectos, relacionados con la compra de equipos.

El TCO ofrece un resumen que refleja no solo el costo de la compra sino aspectos del uso y mantenimiento.

El TCO esta expresado en la siguiente formula:

$$TCO = (\text{Costos directos} + \text{Costos indirectos})$$

El retorno sobre la inversión (Return of investment o ROI) es el beneficio que obtenemos por cada unidad monetaria invertida durante un periodo de tiempo se utiliza para analizar la viabilidad del equipo y medir su éxito.

El cálculo del ROI depende lo que incluyan como retorno y costo; esta dado por la siguiente formula:

$$ROI = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costo}}$$

7.4 VIDA UTIL DE UN EQUIPO

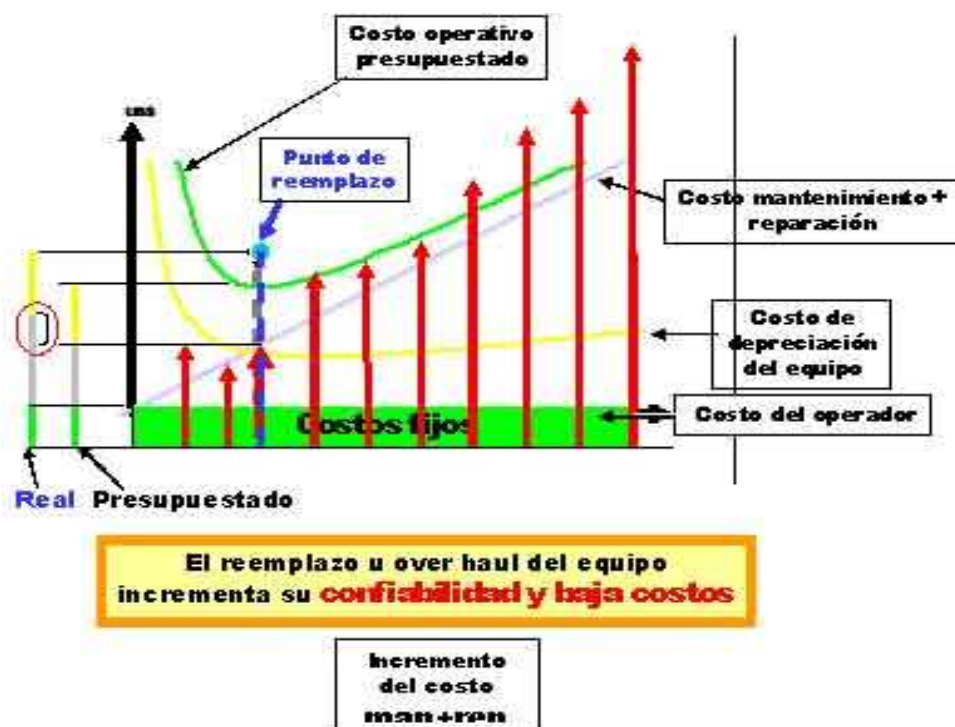
Se estima como vida útil de un equipo a la duración en horas de su sustitución, que es función del grado de calidad del mantenimiento que ha sufrido durante toda la etapa operativa.

La manera práctica es determinar la vida útil a través de un modelo de cálculo en el cual intervenga un modelo comparativo, la rentabilidad de un equipo nuevo respecto a un usado.

El costo de propiedad va disminuyendo con los años de servicio del equipo, debido a la depreciación debido al desgaste físico; mientras los costos de mantenimiento originan pérdida de disponibilidad, etc.

La vida óptima de utilización de un equipo se obtiene graficando la curva de costos

GRAFICO N°84



7.5 COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE UN EQUIPO NUEVO Y UN USADO

La comparación entre un equipo nuevo y usado se realiza cuando los equipos han alcanzado su costo mínimo de producción de tal manera que se pueda determinar la mayor rentabilidad respecto de un equipo a otro. La decisión de adquirir un equipo usado debe de basarse en criterios técnicos, se debe de tener en cuenta los costos, cambios tecnológicos y rendimientos.

En diversas situaciones un equipo puede ser adquirido tal como está o bien puede ser repotenciado, la rápida disponibilidad y menor inversión inicial favorecen la decisión de comprar uno usado; sin embargo el riesgo como por ejemplo mayores costos de operación, menor rendimiento/disponibilidad y obsolescencia son factores en contra.

Puntos a tomar en cuenta en la adquisición de un equipo usado:

- Marca y año de fabricación
- Anteriores propietarios y lugares de trabajo
- Horas trabajadas
- Tipo de reparación ó repotenciación y los responsables de la misma
- Actualización y grado de obsolescencia (Insuficiente desempeño en comparación de un equipo nuevo)
- Repuestos utilizados en su repotenciación
- Periodos de garantías

CAPITULO VIII

8.1 SISTEMA DE GESTION DE MEDIO AMBIENTE ISO 14001 Y GESTION DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL OHSAS 18001

INTRODUCCIÓN:

Toda organización es un sistema complejo e integral formado por un grupo humano y una variedad de recursos físicos coordinada para la obtención de una finalidad establecida en el tiempo. Se diferencia de este modo de los sistemas naturales en que es un sistema cultural creado, con todas las implicancias que esta conlleva.

Un sistema se encuentra delineado por los límites relativos que lo separan de los restantes con los que interactúa y tiene una serie de principios que lo rigen. Toda organización esta constituida por sistemas o subsistemas que interactúan entre sí pero que deben de estar vinculados adecuadamente e interrelacionarse activamente.

Tomamos el concepto de sistema como un todo unitario o conjunto de elementos mutuamente relacionados que actúen entre sí. Cada sistema se encuentra delineado por limites que lo separan o lo interrelacionan con los restantes. A su vez toda organización esta

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

constituida por varios sistemas individuales mutuamente interactuantes. La adecuada interrelación de los diversos sistemas hará que cada organización particular cumpla eficazmente con la misión para lo cual se concibió.

En el caso de los sistemas integrados de gestión la meta fundamental es lograr eficiencia en todos los aspectos relacionados con la organización es decir ajustarlo y adaptarlo constantemente como son los modelos de gestión aplicables en el marco de las normas ISO de la familia 9000, de la familia 14000 y de las normas OSHAS 18000.

8.1.1 Aspectos comunes a los diferentes sistemas

Todos los sistemas poseen una serie de aspectos en común que son aquellos que permiten estudiarlos en forma uniforme y que permite integrarlos a los efectos de su gestión.

Estos aspectos son, entre otros:

- Establecer una política
- Fijar objetivos definir responsabilidades y autoridades
- Efectuar la documentación de los procesos, actividades ó tareas a realizar y mantener dicha documentación controlada.
- Planificar las actividades y tareas a llevar a cabo para lograr los objetivos establecer procesos clave
- Efectuar mediciones y seguimiento de procesos, actividades, tareas y llevar registros como evidencia de las actividades ejecutadas como controlar la gestión de los mismos.
- Tomar precauciones para controlar aquellos resultados o procesos que no satisfacen las especificaciones.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

- Tener prevista la toma de acciones correctivas y preventivas cuando alguna situación no funciona de acuerdo a lo planificado.
- Efectuar la evaluación del desempeño del sistema a través de auditorías.
- Revisar el sistema en forma periódica por parte de la dirección.

8.2 ISO 14001 Y OHSAS 18001

Las normas que forman parte del ISO 14000 son normas internacionales de carácter voluntario que se orientan hacia la gestión adecuada del ambiente en el marco de la mejora continua.

Definiremos el ambiente como el entorno en que opera una organización, incluyendo aire, agua, suelo, flora, seres humanos como la interrelación entre ellos y la gestión ambiental como la administración adecuada del ambiente.

La única norma certificable es la ISO 14001: 2004 SGA esta norma internacional la puede aplicar cualquier organización que desee establecer, documentar, implantar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión ambiental.

En cuanto a las normas internacionales orientadas hacia implementar un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional OHSAS 18000 de carácter voluntario en el marco de la mejora continua.

La única norma certificable es la OHSAS 18001:2007 la cual fija los requisitos del sistema de gestión que permite a una organización controlar y mejorar su comportamiento respecto a la seguridad y salud ocupacional.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

La norma OHSAS 18001 permite:

- Eliminar o minimizar los riesgos
- Implementar mantener y mejorar continuamente la gestión
- Asegurar el cumplimiento de la política establecida.
- Demostrar el cumplimiento a las personas involucradas.
- El registro y certificación del sistema.

8.2.1 Requisitos de las normas ISO 14001: 2004 – OHSAS 18001: 2007

La organización debe definir y documentar el alcance de su sistema de seguridad ocupacional y medio ambiente SSMA definiendo el compromiso que la empresa esta dispuesta a asumir en materia de SSMA teniendo como política: “Declaración autorizada por la alta dirección de la organización, de sus intenciones y principios en relación con la prevención de riesgos laborales y cuidado del medio ambiente, que establece los objetivos globales y el compromiso de mejora de los resultados de SSMA.

8.2.2 Identificación de peligros y evaluación de control de riesgos (IPER)

La organización deberá establecer procedimientos para la continua identificación de peligros, valoración de riesgos y la determinación de medidas de control necesarias la reducción de riesgos contempla:

- Eliminación
- Sustitución
- Controles de ingeniería
- Señalización
- Equipo de protección

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

El peligro es todo aquello que tiene potencial de causar daño o lesión y el riesgo es la posibilidad o probabilidad de que haya pérdida y viene expresada por la siguiente formula:

$$R = F \times S$$

Donde:

R: Riesgo

F: Frecuencia

S: Severidad

Ejemplo didáctico:

Identificar: Cortocircuito.

Estándar de desempeño:

- Cableado según estándar internacional
- Mantenimiento de instalaciones una por mes
- Inspecciones mensuales
- Capacitación de estándares internacionales
- Sistema de Seguridad

Estándar de responsabilidades:

- Técnico electricista
- Técnico de taller eléctrico

Medición:

- Contar con estándares internacionales
- Inspección del cumplimiento
- Reporte de mantenimiento
- Revisión de reporte de capacitación

Evaluación:

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

- Porcentaje de cumplimiento

Corrección:

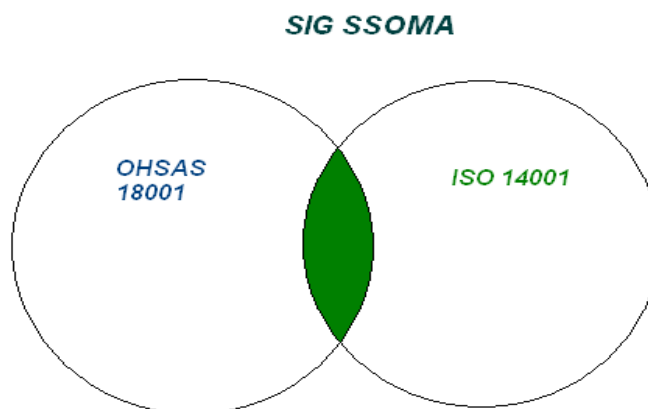
- Medidas correctivas.

8.3 SISTEMA INTEGRADO DE GESTION

Un sistema integrado de gestión (SIG) agrupa dos o más sistemas de gestión, aprovecha las similitudes entre ellos con la finalidad de tener una administración más ágil para la organización.

En el caso de empresas como Sandvik del Perú se integra el sistema de seguridad y salud ocupacional (SSO) y el sistema de medio ambiente (MA), por lo que dicho sistema se denomina **SSOMA**

GRAFICO N° 85



El SIG SSOMA sirve para establecer políticas y objetivos usando:

- Una estructura organizacional con roles, responsabilidades y autoridad
- Procesos sistemáticos y recursos asociados
- Metodología de medición y evaluación para medir el desempeño

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

- Un proceso de revisión para asegurar que los problemas son corregidos y las oportunidades reconocidas e implementadas cuando corresponda.

La Política de seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y calidad de acuerdo al compromiso asumido por la empresa Sandvik del Perú es el siguiente:

- Resguardar la integridad física, la salud ocupacional y la aptitud laboral de sus trabajadores
- Cuidar y respetar el medio ambiente como garantía de un desarrollo sustentable a largo plazo
- Identificar y evaluar los riesgos en nuestras actividades para disminuir los accidentes laborales e impactos adversos al medio ambiente.
- Respetar y cumplir con las leyes y reglamentación en materia de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, de nuestro país.
- Involucrar a todos los colaboradores en el cumplimiento de estos compromisos.
- Promover un clima de trabajo constructivo y relaciones de colaboración y respeto con autoridades y comunidad.

8.3.1 Generalidades de los sistemas de gestión y seguridad ocupacional

En la seguridad y salud ocupacional Sandvik del Perú ha venido trabajando con riesgos o factores de riesgos que originan un efecto negativo, principalmente, sobre la salud de las personas; considerando aspectos del ambiente laboral que van a generar un impacto de salud o riesgo para la salud.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

En cuanto a la metodología, la identificación de los impactos ambientales de salud en los sistemas de seguridad y salud ocupacional, pasa por la identificación de los aspectos ambientales relacionados con el estado relativo de salud-enfermedad.

No es equivalente al reconocimiento sistemático y priorizado de los riesgos de salud y calidad de vida, pero si los contiene.

Paralelamente la definición de OSHAS 18001 de un sistema de gestión de prevención de riesgos laborales nos dice que: "El sistema de gestión es la parte del sistema de gestión medioambiental global que facilita la gestión de riesgos laborales asociados con el negocio.

Esto incluye la definición de responsabilidades y estructura de la organización, actividades de planificación, responsabilidades, prácticas, procedimientos y recursos para desarrollar, implantar, alcanzar, revisar y mantener la política de prevención de riesgos laborales de la organización".

El modelo de gestión propuesto en la norma OHSAS 18001 ("Gestión de Riesgos Laborales") propone ayudar a la organización a:

- Comprender y mejorar las actividades y resultados de la prevención de riesgos laborales.
- Establecer una política de prevención de riesgos laborales que se desarrollaron en objetivos y metas de actuación.
- Implantar la estructura necesaria para desarrollar esa política y objetivos.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

Se exigen dos compromisos mínimos que han de estar fijados en la política de la organización:

1. Compromiso de cumplimiento de la legislación y otros requisitos que la organización suscriba.
2. Compromiso de mejora continua que será reflejado en objetivos y metas.

GRAFICO N° 86



Figura 1 - Elementos de una gestión SSO exitosa

8.3.2 Generalidades de los sistemas de gestión ambiental

Los riesgos ambientales constituyen una nueva preocupación que debe estar presente en las decisiones de las grandes empresas no solo mineras sino de toda índole y en los programas de imagen institucional de las mismas.

La legislación ambiental se orienta como, ocurrió en otros lugares, a sancionar severamente a las empresas que transgredan los padrones de calidad en sus descargas o que introduzcan modificaciones indeseadas en el medioambiente.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

GRAFICO N° 87



Para Sandvik del Perú entretanto, no se trata de solo de absorber las multas con valores muchas veces desactualizados, se trata también de los riesgos, que el personal, quienes forman parte de distintos contratos de servicios en todo el Perú enfrenta cada día.

Los riesgos ambientales constituyen una nueva preocupación que debe estar presente en las decisiones diarias de cada uno de los responsables de dirigir las grandes empresas que conforman nuestro país.

Las grandes organizaciones tales como Sandvik del Perú tienen el reto de enfrentar una serie de desafíos relacionados con los cambios en los estilos de gestión, la satisfacción de los clientes y asimismo, la preservación del medio ambiente y el uso correcto de los recursos ambientales.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

De ahí la implantación de sistemas de gestión ambiental eficaces, que contribuyan a mejorar su competitividad en el marco de la regionalización y globalización económica actuales.











































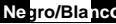




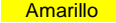

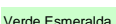

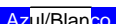

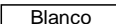







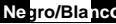




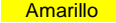

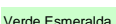

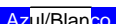

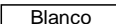























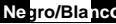




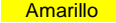

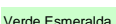

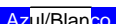

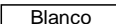














Para ello, se requiere contar además del compromiso de la dirección y de personal calificado y motivado para montar esquemas de gestión y desempeño ambientales, que les permita a aquellas, poder acceder a certificaciones y reconocimientos externos de dichos sistemas.

En contratos de servicios como el perteneciente a la unidad minera Volcan – Andaychagua, Sandvik del Perú tienen que cumplir las normas mínimas para la prevención de riesgos laborales ya que los accidentes no son partes del trabajo, son previsibles.

El área de seguridad de la empresa minera Volcan dispuso un código de colores de tal manera que cada trabajador podía identificar cualquier zona de riesgo tanto en superficie como en interior mina.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ







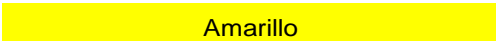



GRAFICO N° 88

<p align="center">SISTEMA CONTRA INCENDIOS</p>  <p align="center">Colores de pared sobre el cual se colocará la caja porta extintor</p>  <p align="center">Tubería - Rojo / Contra incendios</p> <p align="center">DEMARCAION DE PISOS</p>  <p align="center">ZONA RESTRINGIDA Demarcar zonas de riesgo, escaleras, estacionamiento, muros de contención barreras, etc.</p>  <p align="center">BLANCO Demarcación de Pasillos (ancho 10 a 12 cm)</p> <p align="center">Fotocheck Visitantes</p>  <p align="center">ROSADO</p>	<p align="center">CODIGO DE INSPECCIONES</p> <table border="0"> <tr><td></td><td>Celeste-Enero/Marzo</td></tr> <tr><td></td><td>Blanco-Abril/Junio</td></tr> <tr><td></td><td>Verde-Julio/Setiembre</td></tr> <tr><td></td><td>Azul-Octubre/Diciembre</td></tr> </table> <p align="center">CODIGO PARA SEÑALES</p> <table border="0"> <tr><td></td><td>Prohibitivas</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Advertencia</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Obligatorias</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Informativas</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Tránsito</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Contraincendio</td><td></td></tr> </table>		Celeste-Enero/Marzo		Blanco-Abril/Junio		Verde-Julio/Setiembre		Azul-Octubre/Diciembre		Prohibitivas			Advertencia			Obligatorias			Informativas			Tránsito			Contraincendio		<p align="center">CODIGO PARA TUBERIAS Y TANQUES</p> <table border="0"> <tr><td>Electricidad</td><td></td><td>Naranja</td></tr> <tr><td>Agua industrial</td><td></td><td>Verde</td></tr> <tr><td>Agua impregnada de cobre</td><td></td><td>Verde Oscuro</td></tr> <tr><td>Agua de uso doméstico</td><td></td><td>Celeste</td></tr> <tr><td>Aire comprimido</td><td></td><td>Azul</td></tr> <tr><td>Relaves</td><td></td><td>Negro/Blanco</td></tr> <tr><td>Contra incendio</td><td></td><td>Rojo</td></tr> <tr><td>Aceites</td><td></td><td>Granate</td></tr> <tr><td>Vapor de agua</td><td></td><td>Gris</td></tr> <tr><td>Acidos</td><td></td><td>Violeta</td></tr> <tr><td>Vacio</td><td></td><td>Amarillo</td></tr> <tr><td>Floculantes</td><td></td><td>Negro/Blanco</td></tr> <tr><td>Pulpa de Concentrado</td><td></td><td>Verde Esmeralda</td></tr> <tr><td>Reactivo orgánico</td><td></td><td>Marron</td></tr> <tr><td>Solución electrolito</td><td></td><td>Azul/Blanco</td></tr> <tr><td>Petroleo y Derivados</td><td></td><td>Plateado</td></tr> <tr><td>Gas Licuado de Petróleo</td><td></td><td>Blanco</td></tr> <tr><td>Linea de Gunk</td><td></td><td>Rosado</td></tr> <tr><td>Aguas Sépticas</td><td></td><td>Negro</td></tr> </table>	Electricidad		Naranja	Agua industrial		Verde	Agua impregnada de cobre		Verde Oscuro	Agua de uso doméstico		Celeste	Aire comprimido		Azul	Relaves		Negro/Blanco	Contra incendio		Rojo	Aceites		Granate	Vapor de agua		Gris	Acidos		Violeta	Vacio		Amarillo	Floculantes		Negro/Blanco	Pulpa de Concentrado		Verde Esmeralda	Reactivo orgánico		Marron	Solución electrolito		Azul/Blanco	Petroleo y Derivados		Plateado	Gas Licuado de Petróleo		Blanco	Linea de Gunk		Rosado	Aguas Sépticas		Negro
	Celeste-Enero/Marzo																																																																																				
	Blanco-Abril/Junio																																																																																				
	Verde-Julio/Setiembre																																																																																				
	Azul-Octubre/Diciembre																																																																																				
	Prohibitivas																																																																																				
	Advertencia																																																																																				
	Obligatorias																																																																																				
	Informativas																																																																																				
	Tránsito																																																																																				
	Contraincendio																																																																																				
Electricidad		Naranja																																																																																			
Agua industrial		Verde																																																																																			
Agua impregnada de cobre		Verde Oscuro																																																																																			
Agua de uso doméstico		Celeste																																																																																			
Aire comprimido		Azul																																																																																			
Relaves		Negro/Blanco																																																																																			
Contra incendio		Rojo																																																																																			
Aceites		Granate																																																																																			
Vapor de agua		Gris																																																																																			
Acidos		Violeta																																																																																			
Vacio		Amarillo																																																																																			
Floculantes		Negro/Blanco																																																																																			
Pulpa de Concentrado		Verde Esmeralda																																																																																			
Reactivo orgánico		Marron																																																																																			
Solución electrolito		Azul/Blanco																																																																																			
Petroleo y Derivados		Plateado																																																																																			
Gas Licuado de Petróleo		Blanco																																																																																			
Linea de Gunk		Rosado																																																																																			
Aguas Sépticas		Negro																																																																																			
<p align="center">SISTEMA DE ELIMINACION DE DESECHOS</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td align="center">Desechos Domésticos Orgánicos</td> <td align="center">Desechos Industriales Contaminados</td> <td align="center">Desechos Tóxicos</td> <td align="center">Desechos Industriales No Contaminados</td> </tr> <tr> <td align="center">Desechos Domésticos Orgánicos</td> <td align="center">Desechos Industriales Contaminados</td> <td align="center">Desechos Tóxicos</td> <td align="center">Desechos Industriales No Contaminados</td> </tr> </table>							Desechos Domésticos Orgánicos	Desechos Industriales Contaminados	Desechos Tóxicos	Desechos Industriales No Contaminados	Desechos Domésticos Orgánicos	Desechos Industriales Contaminados	Desechos Tóxicos	Desechos Industriales No Contaminados																																																																							
																																																																																					
Desechos Domésticos Orgánicos	Desechos Industriales Contaminados	Desechos Tóxicos	Desechos Industriales No Contaminados																																																																																		
Desechos Domésticos Orgánicos	Desechos Industriales Contaminados	Desechos Tóxicos	Desechos Industriales No Contaminados																																																																																		

Por otra parte personal de Sandvik del Perú esta conciente de asumir y practicar los procedimientos de trabajo de acuerdo a las normas establecidas antes del inicio de cada trabajo ya que ellos forman parte de sistema de seguridad y medio ambiente.

GRAFICO N° 89

CODIGO DE COLORES SISTEMA ELECTRICO

<p style="text-align: center;">TUBERIAS CONDUIT</p> <p style="text-align: center;">NARANJA</p>  <p style="text-align: center;">TUBERIAS CONDUIT</p> <p style="text-align: center;">NARANJA / ROJO</p>  <p style="text-align: center;">CIRCUITOS ALTA TENSION 2300/12600 VOLTIOS</p> <p style="text-align: center;">NARANJA / BLANCO HUMO</p>  <p style="text-align: center;">CIRCUITOS DE BAJA TENSION</p> <p style="text-align: center;">NARANJA / VERDE</p>  <p style="text-align: center;">CIRCUITOS DE 220 VOLTIOS</p> <p style="text-align: center;">NARANJA / AMARILLO</p>  <p style="text-align: center;">CIRCUITOS DE 110 VOLTIOS</p> <p style="text-align: center;">NARANJA / AZUL</p>  <p style="text-align: center;">Sistemas de Comunicaciones</p> <p>NOTA: Las marcas de colores deben hacerse a 20 cm de los puntos de entrada y salida de los alimentadores.</p>	<p style="text-align: center;">CABLES PORTATILES DE ENERGIA</p> <p style="text-align: center;">MINA SUBTERRANEA</p> <p style="text-align: center;">Amarillo</p>  <p style="text-align: center;">Cables Portatiles SHD-GC Scoop y Jumbos hasta 2 kV</p> <p style="text-align: center;">Naranja</p>  <p style="text-align: center;">Cables flexibles de energia, Instalaciones de distribución hasta 2 kV</p> <p style="text-align: center;">OPERACIONES TAJO</p> <p style="text-align: center;">Amarillo</p>  <p style="text-align: center;">Cables Portatiles de energia para SHD/SWHD-GC Para Palas y Perforadoras hasta 6 kV</p> <p style="text-align: center;">CABLES DE USO GENERAL</p> <p style="text-align: center;">Naranja</p>  <p style="text-align: center;">Cables de energia para media tensión Mayores de 2.3 kV hasta 12.6 kV</p>
<p>EQUIPOS DE CONTROL</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>GRIS CLARO</p> <p>Interruptores, Tableros, etc. Eléctricos (Exteriores)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Naranja</p> <p>Denota presencia de peligro. Interiores de los Tableros</p> </div> </div>	

Nuestro personal contribuye con la política y objetivos de seguridad y medio ambiente cumpliendo con lo siguiente:

- Utilizando y cuidando sus implementos de seguridad
- Comunicando los incidentes y accidentes
- Colocando residuos y desechos contaminantes en los recipientes correspondientes.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

- Reportando los actos y condiciones sub estándar en las cartillas
- Utilizando adecuadamente los recursos: papel, energía eléctrica, agua, combustibles, productos químicos (etc.)
- Sugiriendo mejora para las condiciones del lugar de trabajo para evitar accidentes que afecten a la salud de los trabajadores o al medio ambiente.
- Asistiendo y participando en las capacitaciones brindadas por el departamento de seguridad y medio ambiente.

8.3.3 Auditoria para el sistema integrado de gestión de medio ambiente, seguridad y salud ocupacional

Las organizaciones necesitan lograr sus fines haciendo uso eficaz y eficiente de los recursos o medios estos incluyen:

- Estructuras organizacionales
- Planificación
- Procedimientos
- Responsabilidades
- Procesos
- Recursos

Para alcanzar la política y los objetivos que ha fijado la dirección la organización tiene que aplicar un sistema formado por una red de procesos interrelacionados que actúan armónicamente.

La auditoria es el proceso de verificación sistemático, independiente y documentado; para evaluar objetivamente las evidencias de auditoria con el fin de

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

determinar la extensión con que se cumplen los criterios propiamente establecidos.

Uno de los principales propósitos de la auditoria es determinar si el sistema de gestión es conforme con las disposiciones planificadas, también si los estándares y los requisitos de las normas aplicables están funcionando o implementando y si es efectivo de acuerdo a los resultados previstos.

La auditoria es realizada según el programa establecido de las auditorias, cuando existen desviaciones al desempeño esperado, cuando se producen cambios en el SIG o cuando se buscan oportunidades de mejora.

Los tipos de auditoria se clasifican según el propósito, según la organización involucrada y los de certificación, siendo esta última una de los más importantes objetivos que toda empresa quiere alcanzar.

CAPITULO IX

CONCLUSIONES

Con el trabajo desarrollado en el informe de experiencia profesional se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. La operación y mantenimiento de equipos para perforación y carguío en las distintas unidades mineras del Perú debe de ser realizado por personal altamente calificado y con el conocimiento básico de los equipos.
2. La implementación de programas de mantenimiento de acuerdo a las condiciones de operación es fundamental y requiere de compromiso por parte del personal que brinda servicio en los distintos contratos
3. La experiencia nos demuestra que los equipos pueden tener la mas alta tecnología e innovaciones, pero los principios y conceptos siguen siendo los mismos, sin embargo es importante brindar una adecuada capacitación al personal técnico en la solución de problemas referente a los equipos

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

presentado en las operaciones, a través del diagnóstico y análisis de falla.

4. El optimizar la vida útil de los equipos y lograr una alta disponibilidad mecánica requiere de un buen programa de mantenimiento utilizando al máximo las herramientas de gestión y del personal necesario para cumplir los objetivos.
5. Es fundamental tener el criterio y la experiencia suficiente, para determinar cuando realizar el overhaul a cualquier equipo tanto de perforación como de carguío, pues no solo basta las horas de operación sino las condiciones en las que la maquina se encuentra, de acuerdo al mantenimiento y servicio realizado.
6. Considerando que los trabajos en minería son de alto riesgo y producen contaminación al medio ambiente es necesario que se cumplan los procedimientos para la identificación de peligros, evaluación y control de riesgos los cuales forman parte del sistema de gestión OHSAS 18001 y del ISO 14001.

RECOMENDACIONES

GENERALES:

1. Es recomendable promover el desarrollo de programas de capacitación para operadores de equipos en perforación y carguío, con la finalidad de brindar experiencias y ejecutar acciones conjuntas en base a objetivos comunes.
2. Proponer al personal involucrado en el área de mantenimiento a mejorar la calidad de servicio respetando procedimientos de trabajo teniendo en cuenta las normas de seguridad y medio ambiente.
3. Promover la participación de las universidades de una manera más activa en el área de mantenimiento, implementando sus laboratorios con un carácter más científico y de ingeniería, para que complementen un mejor servicio a las distintas unidades mineras.

ESPECIFICAS:

1. Promover un mejor rol del área logística en el manejo de información referente a stocks máximos y mínimos de repuestos más componentes, tanto de alta como de baja rotación; consecuentemente el área de mantenimiento podrá mejorar la programación de reparaciones y disminuir los tiempos de parada de los equipos en las distintas unidades mineras del país.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

2. Buscar una nueva forma de relación mas profesional entre el área de mantenimiento y operaciones mina, concentrando las relaciones y esfuerzos bajo un mismo liderazgo y objetivo.
3. Proponer una participación de los operadores en la realización de los mantenimientos diarios, menores y mayores a fin de que puedan identificar los componentes, posibles fallas y correcto funcionamiento del equipo; de esta forma se evitará paradas imprevistas y se incrementará la disponibilidad del mismo.
4. Impulsar la mejora de los programas de mantenimiento en las distintas unidades mineras, tomando como punto de soporte el servicio de terceros, elaborando una estrategia conjunta para la generación de nuevas ideas y poder adelantarse a una falla, donde el análisis y diagnóstico formará parte importante de la gestión de mantenimiento.

BIBLIOGRAFIA

1. MANUAL DE EXCAVACION DE ROCAS PARA INGENIERIA-TAMPERE FINLANDIA. SANDVIK TAMROCK CORP 1999
EDITOR: MATTI HEINIO
2. CURSO SOBRE PRODUCTIVIDAD EN PERFORACIÓN Y ACARREO PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ ORGANIZADO POR LA FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS. 2006
3. CAMARA PERUANA DE LA CONSTRUCCIÓN “EL EQUIPO Y SUS COSTOS DE OPERACIÓN” AUTOR: ING JESUS RAMOS SALAZAR FONDO EDITORIAL CAPECO.
4. LOURIVAL AUGUSTO TAVARES “ADMINISTRACIÓN MODERNA DE MANTENIMIENTO” PUBLICACIONES NOVO POLO-BRASIL. 1997
5. TATON ROBERT, “MINERIA TOPOGRAFIA SUBTERRANEA. GALERIA. TUNELES. SUBSUELO” TERCERA EDICION PUBLICACIONES PARANINFO. MADRID-ESPAÑA.
6. TECSUP “PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO” LIMA-PERÚ 1998
7. FREIRE ENRIQUE “LA LOGISTICA APLICADA A LA MINERÍA” SEMINARIO ORGANIZADO POR LA ASOCIACIÓN PERUANA DE PROFESIONALES EN LOGISTICA APPROLOG SAN ISIDRO, LIMA-PERÚ

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

8. "INTERPRETACION DE LAS NORMAS ISO 14001:2004 Y OHSAS 18001:2007". CURSO TALLER ORGANIZADO POR SANDVIK DEL PERÚ S.A. LIMA-PERÚ ABRIL 2008

9. "SELECCIÓN Y PRODUCCION DE UN LOADER Y CAMION" CURSO TALLER ORGANIZADO POR SANDVIK DEL PERÚ S.A. LIMA-PERÚ NOVIEMBRE 2003

10. CATALOGOS DE LOS MÁS IMPORTANTES EQUIPOS PARA MINERÍA SUBTERRANEA. EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ S.A.

ANEXOS

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

ANEXOS

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

ANEXO I

**SISTEMA DE CALCULOS PARA LOS INDICES DE DISPONIBILIDAD Y
UTILIZACION DE LOS EQUIPOS DE PERFORACION Y CARGUIO**

SISTEMA DE CALCULOS PARA LOS INDICES DE DISPONIBILIDAD Y UTILIZACION DE LOS EQUIPOS DE PERFORACION Y CARGUIO

Las empresas invierten demasiado dinero en activos pero solo el 1% invierte en el control de su rendimiento. El objetivo de los índices operacionales tiene relación con el uso, operación y funcionamiento de equipos mineros, su mantención electromecánica, al reemplazo oportuno y adecuado de estos, los índices son deducidos matemáticamente de las medidas de tiempo en horas con la finalidad de estimar la producción de los equipos mineros.

El mantenimiento debe de estar orientado a lograr la máxima disponibilidad y productividad del equipo al costo mas bajo posible. Lo que se espera de un equipo es lo siguiente:

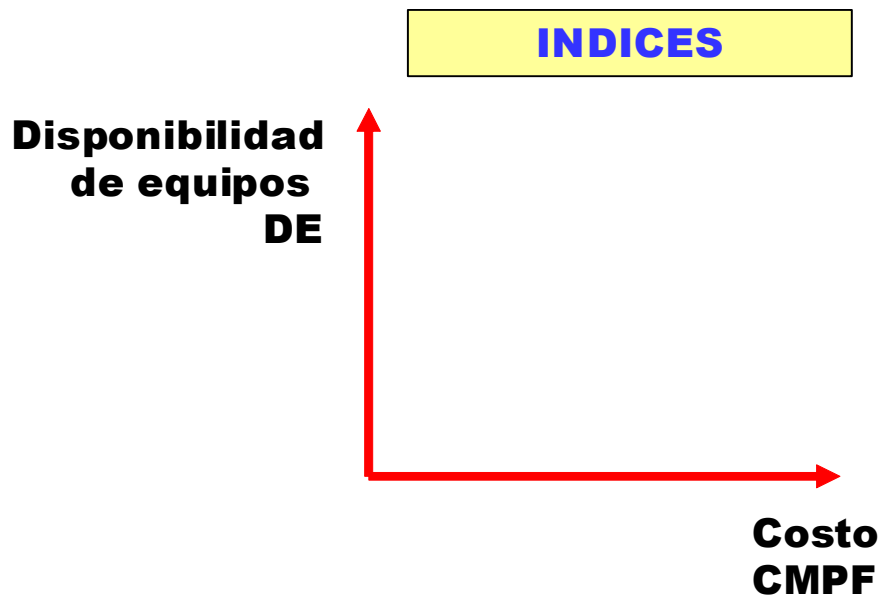
- Productividad
- Disponibilidad
- Durabilidad
- Calidad

$$\text{Productividad} = \text{Produccion} \times \% \text{ de Disponibilidad}$$

- **Disponibilidad del equipo**

En la minería subterránea peruana la mayoría de las minas controlan la gestión del servicio de mantenimiento mediante la disponibilidad del equipo y el control de costos.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERIA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ



- **Disponibilidad Física**

$$DF = \frac{\text{HORAS DISPONIBLES} - (\text{REPARACION} + \text{MANTENIMIENTO})}{\text{HORAS DISPONIBLES}} \times 100\%$$

- HORAS DISPONIBLES = 720 horas (24x30).
- Permite maximizar la **UTILIZACION** de los equipos.

- **Disponibilidad Mecánica**

$$DM = \frac{\text{HORAS OPERATIVAS}}{\text{HORAS OPERATIVAS} + (\text{REPARACION} + \text{MANTENIMIENTO})} \times 100\%$$

- Se ajusta a las horas reales operadas
- Es lo mas recomendable para maximizar la **UTILIZACION**

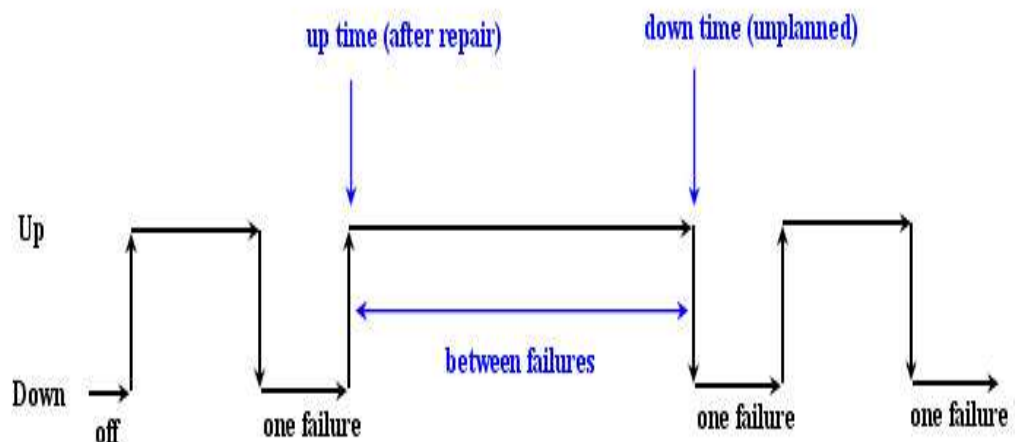
1.- Tiempo promedio entre fallas

Este indicador (Mean time between failure) ayuda a incrementar el ciclo de operación continua del equipo, conocida como **CONFIABILIDAD**. Es empleado en sistemas en los que el tiempo de reparación es significativo con respecto al tiempo de operación (sistemas reparables)

$$TPEF = \frac{(N^{\circ} \text{ de horas de operación})}{(N^{\circ} \text{ de paradas correctivas})}$$

- Indica la: CONFIABILIDAD del equipo y la EFECTIVIDAD del mantenimiento
- Las paradas pueden ser programadas o imprevistas
- No incluye atrasos operativos, cambio de guardia, refrigerio, inspección, llenado de petróleo, etc.
- Seguimiento, mediante reporte mensual, anual.

Lo ideal es un TPEF menor de 60 para equipos con más de 10,000 horas de operación y de 60 a 80 para los equipos nuevos.



2.- Tiempo promedio para reparación

Este indicador (Mean time to repair) es empleado para controlar la EFICACIA del mantenimiento. El Tiempo Promedio para reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir a la ejecución del mantenimiento. Para un diseño dado, si las reparaciones se realizan con personal calificado y con herramientas, documentación y procedimientos escritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza de la falla y de las mencionadas características de diseño.

$$TPPR = \frac{(\text{tiempo total de reparaciones correctivas})}{(N^{\circ} \text{ de reparaciones correctivas})}$$

3.- Confiabilidad

Es la probabilidad de funcionar sin fallas durante un determinado tiempo bajo condiciones de operación definidas es una medida que nos indica el nivel de servicio u operación sin fallas. Es un indicador que permite observar en que medida esta siendo afectada la producción por la frecuencia de paradas en un tiempo determinado

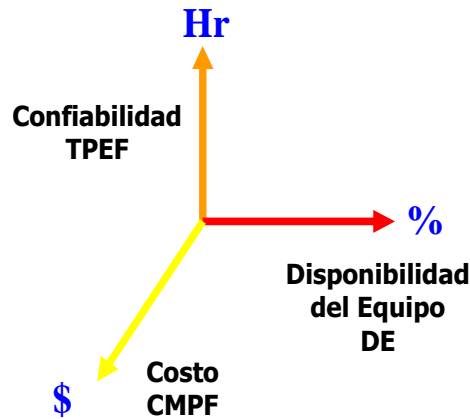
$$C = e^{-t/TPEF}$$

Donde: **t**: *Intervalo de tiempo*

Con ciclos prolongados obtenemos:

- Mayor productividad (Ton/Hora)
- Menos paralizaciones
- Mayor vida útil del equipo y sus componentes
- Mayor disponibilidad y menor TPPR
- Menor costo directo

El TERCER EJE, es la CONFIABILIDAD



“ MEDICION TRIDIMENSIONAL ”

4.- Utilización del equipo

Es el índice que muestra la eficiencia con que se usan los equipos, es decir el porcentaje del tiempo programado, por el cual el equipo logra satisfacer los requerimientos de las operaciones.

$$UE = \frac{HP - (MP + RME + DF + DO + OD)}{HP} \times 100$$

4.1 Definición de parámetros

• Horas programadas (HP)

Son las horas totales del equipo requeridas en las operaciones durante un periodo determinado, las horas programadas está en función a los planes de producción y al número de guardias en la que opera el equipo.

Estas horas son expresadas mediante la siguiente forma:

$$HP = \frac{\text{Días calendarios de trabajo}}{\text{mes}} \times \frac{\text{N}^\circ \text{ de guardias}}{\text{día}} \times \frac{8 \text{ horas}}{\text{guardia}} + \text{Horas Extras}$$

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

Horas Extras= Total de horas previstas para cumplir con la producción

En caso de paralizaciones en las horas programadas no se consideran las horas atribuidas a estas; tales como huelgas, movilizaciones, etc.

- Mantenimiento preventivo (MP)

Son las horas empleadas en realizar el mantenimiento programado de acuerdo al tipo de servicio (menor, mayor) también se incluye las reparaciones mayores programadas.

- Reparaciones mecánicas-eléctricas (HRME)

Son las horas empleadas en realizar el mantenimiento correctivo (no programado) por fallas y/o deficiencias mecánicas-eléctricas del equipo.

Ejemplo:

- 1.- Rotura de mangueras
- 2.- Rotura de fajas
- 3.- Problemas con alternador y arrancador
- 4.- Falla de faros
- 5.- Cambio y/o reparación de llantas

- Demoras Fijas (DF)

Son las horas en las que se dejó de trabajar debido a:

- 1.- Inspección por parte del operador antes de ingresar a su labor
- 2.- Refrigerio.
- 3.- Traslado del personal al lugar de trabajo o viceversa.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

- Demoras en operación (DO)

Estas horas son las que se dejan de trabajar durante las operaciones por las siguientes razones:

- 1.- Ausencia del operador, cambio de guardia
- 2.- Parada o traslado del equipo por voladura, falta de equipo auxiliar.
- 3.- Accidentes, derrumbes, incendios gases y otras demoras debido a las condiciones de operación.

- Otras demoras (OD)

Son las horas que no se realizan por problemas que no son atribuidos al equipo ni a operaciones, ejemplo:

- 1.- Falta de energía eléctrica, neumática, agua, etc.
- 2.- Charla de seguridad, capacitación, etc.
- 3.- Falta de repuestos y/o personal de otros departamentos para efectuar una determinada labor.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

ANEXO II

**LOGISTICA PARA BRINDAR SOPORTE A LOS DISTINTOS
CONTRATOS DE MANTENIMIENTO**

LOGISTICA PARA BRINDAR SOPORTE A LOS DISTINTOS CONTRATOS DE MANTENIMIENTO

La minería es un negocio cíclico y tiene distintas clases de realidades en este contexto la logística toma una particular importancia dada su marcada incidencia en la economía de la empresa.

La logística esta aplicada para distintos rubros, pero en el caso de la minería, esta se caracteriza por su complejidad, diversificación operacional, posición socio económica, geográfica y medioambiental lo cual hace que los procedimientos que se aplica en ellas tenga características igualmente complejas, básicamente se aplican todos los principios que rigen la logística en todos los rubros. Es importante recordar que la logística no solo tiene la función de dar servicio a las operaciones sino brinda servicio a la totalidad de la empresa pues es un nexo entre la parte operativa y financiera.

En el Perú la mayoría de las minas se encuentran en lugares inhóspitos, lejanos y de difícil acceso donde prácticamente el “Just in time” es prácticamente imposible y los niveles de inventario suben, así también la complejidad en las operaciones y sus diversas dificultades hacen que los niveles de obsolescencia se incrementen.

Por estas razones en muchos casos se recurre a la tercerización y a los contratos de consignación, pero sino son debidamente controlados pueden resultar en un aumento considerable de los costos. Sandvik del Perú entiende que el mercado minero ya no solo quiere adquirir productos por el contrario desean comprar soluciones, en definitiva productividad.

A continuación detallamos tres importantes puntos que se deben tener en cuenta para lograr un excelente resultado en la parte de

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

soporte a los contratos de mantenimiento a través de la logística, estas son:

- Control y Administración de inventarios para mantenimiento
- Coordinación respecto a la logística y el mantenimiento
- Logística de mantenimiento

1.- CONTROL Y ADMINISTRACION DE INVENTARIOS PARA MANTENIMIENTO

Se denomina inventario para mantenimiento a la cantidad de artículos que se guarda en la bodega o almacenes y que la empresa requiere para las operaciones. Estos inventarios pueden ser repuestos, accesorios, artículos de consumo etc, a la vez es necesario efectuar su administración y control para lo cual es importante un buen manejo de stocks y sobretodo la eficiencia en el uso de los recursos para no generar sobrecostos, tomando decisiones en función de la variedad de los materiales almacenados y de la cantidad minima que hay que almacenar de cada uno de ellos, de acuerdo a su importancia, valor y demanda.

El objetivo del control y administración de inventarios posee dos aspectos que se contraponen por una parte se requiere minimizar la inversión del inventario puesto que los recursos que no se destinan a ese fin se pueden invertir en otros proyectos aceptables de otro modo no se podrían financiar. Por la otra hay que asegurarse de que la empresa cuente con inventario suficiente para hacer frente a la demanda cuando se presente y para que las operaciones de producción y venta funcionen sin obstáculos, como observamos los dos aspectos del objetivo son conflictivos.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

Para solucionar estos conflictos se podrían proponer innumerables combinaciones e indicadores entre cifras económicas de tal manera que se analicen los ratios de rentabilidad de estructura financiera pero para Sandvik del Perú los ratios denominados de eficacia operativa son de suma importancia y complementan el control y administración de inventarios. Estos son:

- **RATIO DE ROTACIÓN DE ACTIVOS.**- Indica la productividad del activo medida en términos de unidades monetarias generadas en ventas por cada unidad invertida en los activos de la empresa.

$$ROTACION DE ACTIVOS = \frac{VENTAS NETAS}{ACTIVO TOTAL}$$

Para interpretar correctamente el ratio es necesario conocer si los activos han sido renovados y son competitivos o por el contrario son obsoletos, que debido a su bajo valor en balance llevaría a dar un ratio alto, sin embargo podrían poner a la empresa en dificultades futuras por falta de competitividad. Algunas empresas miden el valor añadido generado en lugar de las ventas.

- **RATIO DE ROTACIÓN DE INVENTARIO.**- Mide el número de veces que se hace rotar el inventario por periodo analizado.

$$ROTACION DE INVENTARIO = \frac{COSTO DE LAS VENTAS}{INVENTARIO MEDIO DEL PERIODO}$$

Los ratios de inventario indica la eficiencia de la empresa para manejar el nivel de inventarios. Una rotación baja puede indicar que los inventarios de la empresa son demasiado

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

grandes, representando un uso ineficiente de los activos. Una rotación alta demuestra que los productos se venden rápidamente y el costo de almacenamiento es bajo.

2.- COORDINACION RESPECTO A LA LOGISTICA Y EL MANTENIMIENTO

En las operaciones mineras la toma de decisiones es una constante para poder cumplir con los objetivos del área logística y de mantenimiento. Respecto al planeamiento y la ejecución del programa de servicio tienen que formar parte no solo el área de mantenimiento y logística, sino también las otras áreas de la empresa tales como operaciones, finanzas, contabilidad. Etc., para lo cual es necesario coordinar acciones y definir los factores y dificultades que puedan afectar el desarrollo del programa de mantenimiento, el proceso productivo y el rendimiento de la empresa.

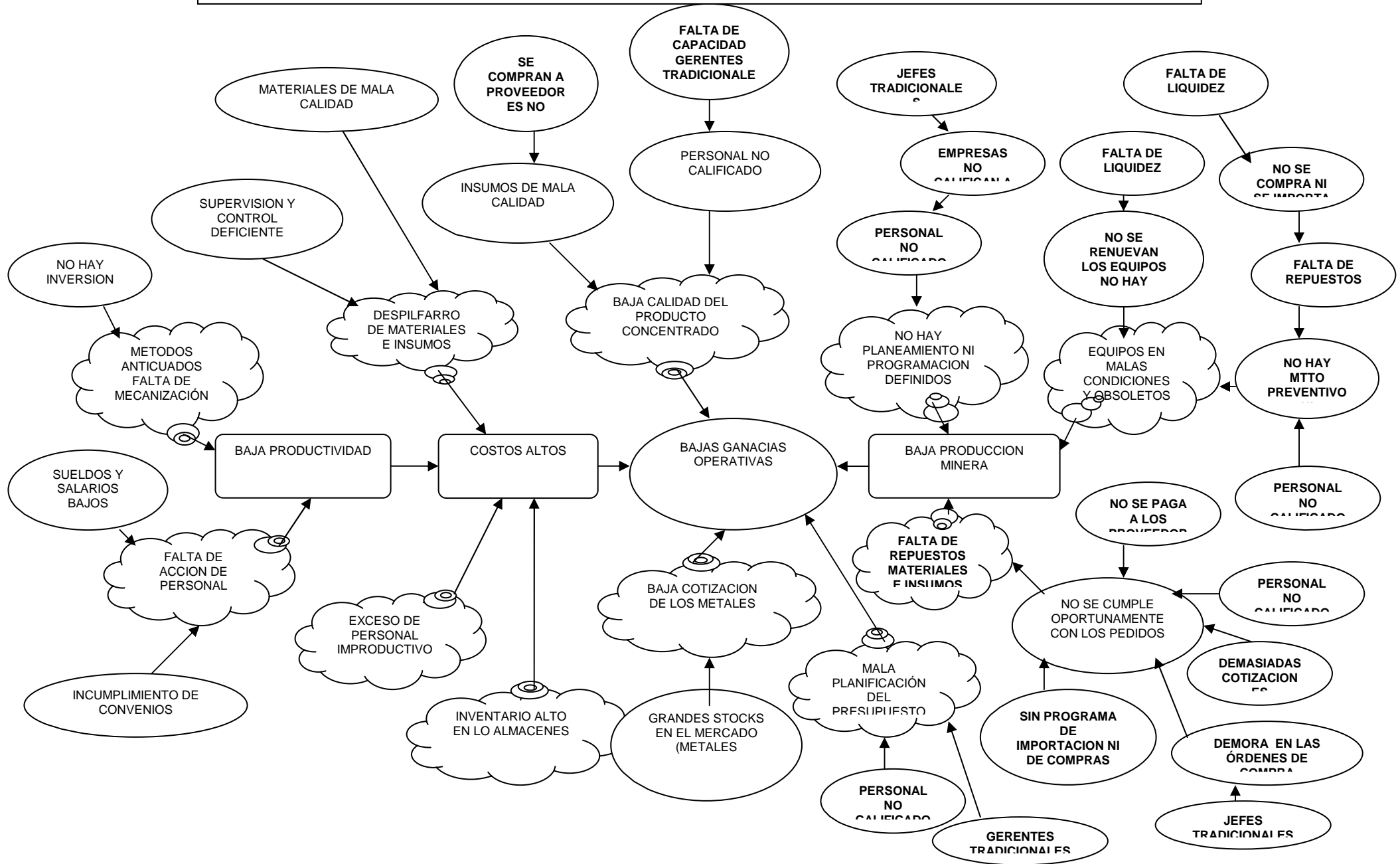
La falta de coordinación ocasiona una baja disponibilidad de los equipos, en lo referente a los repuestos es conveniente realizar un listado de repuestos recomendados los cuales se dividen en:

- Repuestos críticos
- Repuestos de alta rotación
- Repuestos de baja rotación

La coordinación entre el área de mantenimiento y la logística es fundamental a fin de evitar una falta de abastecimiento e incremento en el stock de repuestos. Para analizar los factores que crean estos conflictos se hace uso de la herramienta causa-efecto (Diagrama de Ishikawa), la causa efecto se determina a través del brainstorming (Tormenta de ideas) basadas en la experiencia y la realidad de las distintas empresas mineras.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO



3.- LOGISTICA DE MANTENIMIENTO

3.1 Materiales para el mantenimiento

El control de los materiales o insumos para el mantenimiento es importante para la economía de la empresa debido a que su buena o mala administración producirá efectos positivos o negativos a la rentabilidad de la gestión.

Los costos totales del mantenimiento se dividen en:

- Costos de insumo
- Costos de mano de obra

En el Perú generalmente el costo de los insumos exceden al de la mano de obra en consecuencia es muy importante administrar y controlar la adquisición de insumos.

Desde el punto de vista logístico los programas de mantenimiento, ya sea correctivo o preventivo se emplean tres clases generales de insumos los cuales se detalla a continuación:

3.1.1 Repuestos

- **Críticos**.- Los repuestos y componentes críticos son repuestos que debo de tener en stock a fin de evitar paradas imprevistas en los equipos tales como filtros, arrancador y alternador.
- **De alta rotación ó de uso regular**.- Los repuestos y piezas de la maquinaria pesada en minería subterránea se caracteriza por una vida corta debido a condiciones

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

de operación, errores operacionales o desgaste de las mismas. Como por ejemplo: Crucetas.

- **De baja rotación ó de poco consumo.**- Son repuestos y piezas de la maquinaria pesada en minería subterránea cuya vida útil es similar o en algunos casos mayor al equipo. Ejemplo: Monoblock del motor.

3.1.2 **Suministros**

Son materiales necesarios para el mantenimiento de los equipos y se consumen con frecuencia tales como: lubricantes, refrigerantes, combustibles, etc.

3.1.3 **Materiales Generales**

Son materiales de uso irregular su consumo no es frecuente pero es de gran ayuda para la realización de los mantenimientos correctivos y evitar las paradas de equipo estos son: Soldadura, pernos, fusibles etc.

3.2 **Mantenimiento en operaciones mineras**

La importancia del mantenimiento en las operaciones mineras es fundamental y se complementa a través de las coordinaciones con el área logística, hay ocasiones en que la comunicación vía teléfono, celular, radio ó Internet permiten que una máquina con problemas mecánicos se resuelvan a las pocas horas de reportada la falla, pero en otras ocasiones estos procedimientos no bastan, es así que el personal que forma parte tanto del mantenimiento como de la parte logística tiene que tener la suficiente experiencia y criterio a fin de no

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

demorar en el soporte; el cual influenciará en la disponibilidad del equipo.

Por encontrarse las operaciones a grandes altitudes y lugares inaccesibles muchas veces los problemas son solucionados con distintos materiales rectificando, reparando, diseñando piezas o componentes lo que permite dejar operativo los equipos hasta que llegue el repuesto original.

Controles como control de vida útil de componentes, desgaste de llantas, consumo de repuestos, análisis de aceite etc. son importantes para lograr una excelente performance en las operaciones.

3.3 Sistema Logístico para el mantenimiento en operaciones mineras del Perú

3.3.1 Sistema logístico general:

La mayoría de los equipos que trabajan en las operaciones mineras en nuestro país son importados; en lo que respecta a equipos de minería subterránea pertenecientes a Sandvik, estos provienen de los siguientes países:

- LOADERS equipos de carguío-----Canadá y Finlandia
- JUMBOS Equipos de perforación----- Francia
- TRUCK Camiones de carga----- Canadá y Finlandia

Los fabricantes generalmente diseñan los equipos basados en las necesidades y características de acuerdo a las condiciones de operación optimizando el diseño de acuerdo a los reportes enviados por el personal de distintos contratos de servicios.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

De acuerdo a nuestra realidad podemos dividir el sistema logístico para el mantenimiento en operaciones mineras del Perú en las siguientes etapas:

1. Gestión de exportación en el país del fabricante
2. Transporte a Perú
3. Gestión de importación en Perú
4. Transporte al centro de operaciones

Las etapas mencionadas están referidas y aplicadas de acuerdo a la realidad de la minería peruana entre los que tenemos los problemas sociales con las comunidades, difícil acceso, condiciones meteorológicas, Sindicatos, Etc.

A continuación se detalla los más importantes procedimientos para requerir artículos determinados a través de:

- **ORDENES DE COMPRA REFERIDOS A STOCK-**

LIMA: Se Pueden efectuar en:

1. **Directamente del stock del proveedor en Lima.-**

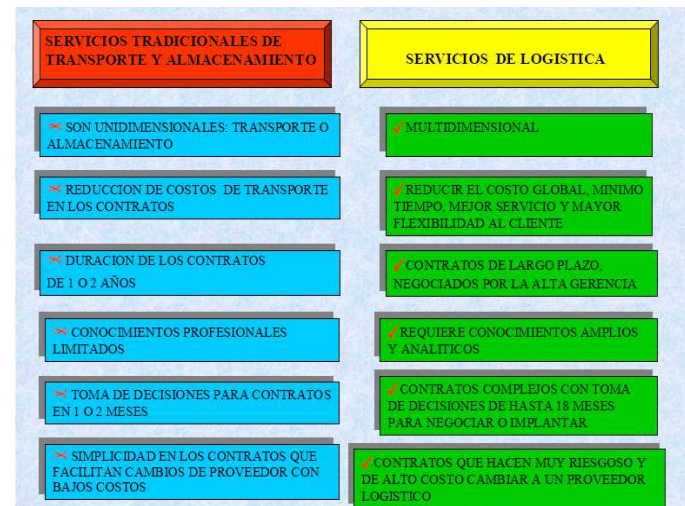
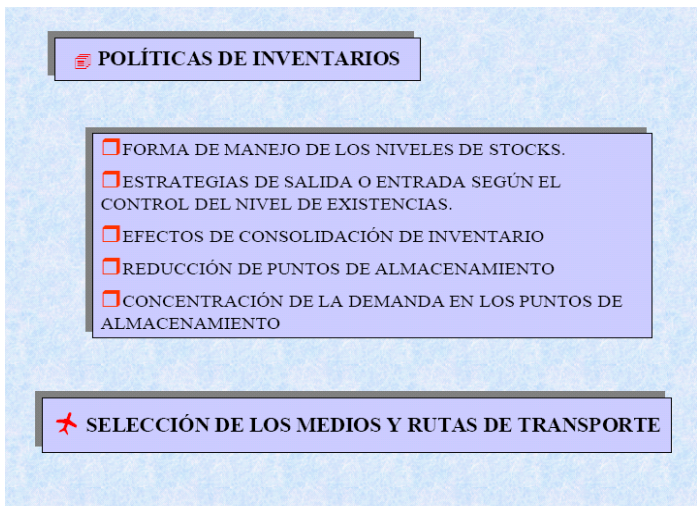
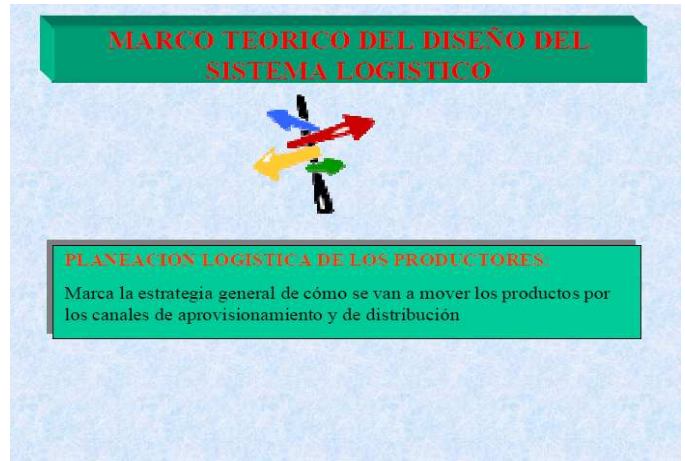
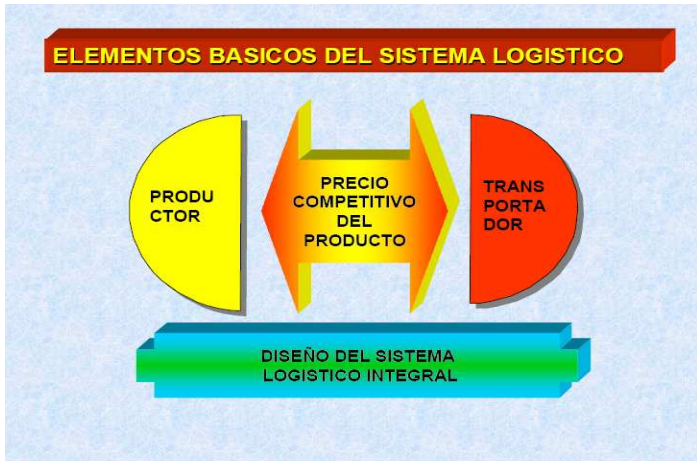
Este tipo de orden de compra es atendida por un proveedor local rápidamente debido a la urgencia presentada en operaciones generalmente los insumos son considerados de alto consumo o de uso principal al igual que los suministros

2. **De stock del proveedor en Lima previa**

importación.- La orden de compra es generada directamente y facturada por el mismo proveedor los pagos son efectuados en efectivo o a 30 días

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

dependiendo de las condiciones de la transacción. En cuanto a la atención depende del tipo de orden de compra generada y de la disponibilidad de insumos del proveedor en el extranjero; Dependiendo de la disponibilidad en fabrica y detalles de la importación.



- **ORDENES DE COMPRA DE IMPORTACION**

DIRECTA: La orden de compra es colocada al proveedor en el extranjero, a través del representante local, es facturada por el proveedor en el extranjero, la cancelación es efectuada vía carta de crédito y presentación de documentos de embarque a través de un banco local, vía transferencia al exterior, o mediante Internet. El proveedor en el extranjero entrega la mercadería en fábrica al agente embarcador del comprador, de esta forma al llegar la mercadería a Lima el cliente realiza los tramites de desaduanamiento correspondientes.

3.3.2 Como mejorar el sistema logístico en la minería

Peruana:

De acuerdo a las distintas dificultades presentadas en el área logística y a fin de lograr un excelente soporte al área de mantenimiento se recomienda y en alguno de los casos ya se viene ejecutando lo siguiente:

- **Almacenes regionales.-** Tal como se realiza en otros países es importante agrupar almacenes por zonas geográficas que atiendan a las empresas mineras ubicadas en cada provincia o distrito, de esta manera se reduciría los niveles de inventario y mejoraría los niveles de servicio, es necesario que las compañías mineras tomen conciencia de que pueden ser competidoras pero no rivales.
- **Sistemas operativos adecuados.-** Existen diversos sistemas operativos modernos para mecanizar el trabajo logístico. Lo importante es que cada sistema se adecue

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ

a la realidad de cada empresa. Un sistema podrá ser muy bueno para una empresa y muy malo para otra.

- **Infraestructura idónea.-** Toda organización logística debe contar con una infraestructura y las herramientas de trabajo que le permita operar con eficiencia.
- **Personal idóneo.-** Anteriormente el personal que iba a los almacenes era el personal sin mucho conocimiento en mantenimiento y parte logística, hoy esta situación esta cambiando, pues el personal es altamente calificado y forma parte del equipo de mantenimiento.
- **Benchmarking.-** Una herramienta de gestión muy útil el cual define los aspectos que hacen que una empresa sea mas rentable que otra, para después adaptar el conocimiento adquirido a las características de nuestra propia compañía.
- **Criterio.-** Existen sistemas mecanizados, altos niveles académicos, planeamiento estratégico el cual considera demás aplicaciones que harán de la logística altamente ágil y eficiente pero el buen criterio base fundamental de la logística, nunca podrá ser reemplazado por máquina alguna.

4.- PROPUESTAS Y LOGROS DE LA LOGISTICA EN EL TEMA DE MANTENIMIENTO

- 4.1** La minería está creciendo considerablemente y es recomendable que los servicios de proveedores y terceros sean aplicados adecuadamente y bien controlados de esta manera existirá rapidez de soluciones, alternativas para situaciones difíciles y garantía de atención a grandes volúmenes de trabajo.
- 4.2** La implementación de nuevos y mejores programas de mantenimiento reducen los costos operativos pues establecen una clara definición en las especificaciones de los servicios, repuestos, periodicidad de intervenciones, calificación del personal de servicio etc. aspectos que deben ser considerados de acuerdo a la realidad de cada unidad minera.
- 4.3** La administración y control de los inventarios para mantenimiento establecen criterios y promueven el uso eficiente, eficaz y transparente de los recursos a través de la racionalidad simplificación y modernización administrativa.
- 4.4** El personal especializado en el área de mantenimiento y logística es de gran importancia, pues con la experiencia y criterio determinarán la mejor solución para cualquier tipo de problema.
- 4.5** El programa de mantenimiento considera la planeación logística de esta manera se indica la estrategia general de cómo se van a mover los productos por los canales de aprovisionamiento y de distribución para tal efecto el proveedor debe de cumplir los requisitos fundamentales para que se integre a la cadena de abastecimiento de la empresa.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

ANEXO III

**REPORTE DEL CONSUMO DE MATERIALES Y REPUESTOS
RESPECTO A UN JOB DE OPERACION**

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA PERFORACIÓN Y CARGUÍO EN
LA MINERÍA PERUANA - EMPRESA SANDVIK DEL PERÚ**

**ANEXO IV
ESQUEMAS Y DIAGRAMAS**