

# Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



## “ Proyecto de Implementación de un Taller en Motores Diesel Deutz, para un Equipo Minero ”

**T E S I S**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO MECANICO**

**JAVIER EDGARDO VIZCARRA TORRES**

PROMOCION: 1986 - 1

**LIMA . PERU . 1992**

## PROLOGO

Considero que la Ingeniería Mecánica es una de las disciplinas de mayor trascendencia en la educación del ingeniero. El proyecto que se realiza en esta obra no pretende tener cambios radicales en lo que respecta al comportamiento específico del profesional frente a la problemática denominada **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**, que por distintos factores lucha para mantenerse a la vanguardia del nivel productivo de una empresa.

En la **minería** el problema principal en lo que respecta a equipos trackless, para extracción y transporte de mineral, es el motor; por lo cual espero que el aporte de este proyecto ayude a disminuir su bajo rendimiento, por la no continuidad y cumplimiento de su mantenimiento preventivo, lo cual el ingeniero mecánico debe ser celoso de su cumplimiento.

Quiero agradecer a toda las personas que contribuyeron al desarrollo de éste proyecto, quienes en forma directa o por intermedio de sus instituciones aportaron con documentación y experiencia.

En especial el agradecimiento al Ingeniero Isacc Cruz Ramirez, Subgerente de Operaciones de Compañía Minera Milpo, por sus orientaciones profesionales y personales; a mis Padres quienes siempre estuvieron motivando la realización de este proyecto.

Quiero dedicar este proyecto a la memoria de mi esposa Catalina Flor, gestora del inicio de este trabajo, quien puso su cuota de profesional y voluntad para lograr objetivos.

## CONTENIDO

Prólogo	I
I Introducción.	2
1.1 Delimitaciones del tema.	3
1.2 Alcances y objetivos.	4
II Estudio de mercado para motores diesel, Deutz.	6
2.1 Minería en el Perú.	6
2.1.1 Empresas mineras de la gran mi- nería.	11
2.1.1.1 Producción y reservas.	11
2.1.2 Empresas mineras de la mediana minería.	11
2.1.1.2 Producción y reservas.	11
2.2 Equipo pesado a utilizar.	12

2.3	Equipos mineros que utilizan motores Deutz.	13
2.3.1	Definición de tipos de equipos.	13
2.3.2	Marcas, modelos.	14
2.3.3	Usos.	14
2.4	Mercados que trabajan con motores Deutz.	15
2.5	Demanda de motores Deutz.	16
2.5.1	A nivel nacional.	17
2.6	Cuadros.	19
III	Estudio técnico de los motores diesel Deutz.	36
3.1	Definición de los motores diesel Deutz.	37
3.1.1	Número del motor.	37
3.1.2	Rótulo de características técnicas del motor.	37
3.2	Tipos de motores.	39
3.2.1	Características de fabricación.	39
3.2.2	Especificaciones técnicas.	43
3.3	Componentes del motor diesel Deutz.	47
3.4	Cuadro comparativo de los motores diesel Deutz respecto a otra marca de motores.	50
3.4.1	Ventajas y desventajas.	50
3.5	Mantenimiento técnico de los motores diesel Deutz a nivel nacional.	56

3.6	Empresas que brindan servicios de reparación y mantenimiento a los motores Deutz en el Perú.	56
3.7	Cuadros, diagramas.	59
IV	Estudio técnico de equipos pesados en minería.	
4.1	Ciclos termodinámicos.	72
4.1.1	Ciclo Diesel.	75
4.1.2	Ciclo Otto.	76
4.1.3	Otros ciclos.	78
4.2	Vida óptima de un equipo pesado.	82
4.2.1	Factores que influyen en la vida óptima del equipo.	83
4.2.2	Costos de inversión del equipo.	85
4.2.3	Costos de mantenimiento del equipo.	85
4.3	Análisis de envejecimiento del equipo durante su utilización.	86
4.3.1	Concepto de utilidad de un equipo.	87
4.3.2	Coeficiente de apreciación de las características constructivas de un equipo mecánico.	88
4.3.2.1	Coeficiente de equiresistencia.	90
4.3.2.2	Coeficiente de estabilidad.	91

4.3.3	Coeficiente de vida útil.	91
4.4	Determinación de fallas mecánicas.	92
4.4.1	Tarjeta de datos sobre fallas mecánicas.	92
4.4.2	Volumen de fallas mecánicas.	93
4.5	Fiabilidad determinada por las propiedades y condiciones de explotación de los equipos.	93
4.5.1	Condiciones de explotación de los equipos.	94
4.5.2	Conceptos fundamentales de la fiabilidad.	95
4.5.3	Tipos de fallas.	97
4.5.4	Análisis estadístico de los datos sobre fallas para la determinación de la fiabilidad.	99
4.6	Compatibilidad del mantenimiento preventivo y predictivo en la vida útil del equipo y su prolongación.	99
4.6.1	Alternativas de aplicación del mantenimiento preventivo y predictivo programado.	100
4.7	Diagramas.	103
V	Empresas de servicios de mantenimiento a motores diesel Deutz.	109

5.1	Infraestructura de la empresa.	109
5.1.1	Equipos y herramientas.	111
5.1.2	Información técnica.	112
5.1.2.1	Archivo de datos.	112
5.1.2.2	Uso de catálogos y manuales.	112
5.2	Diagnóstico de fallas.	113
5.2.1	El motor no arranca.	113
5.2.2	El motor arranca en condiciones no normales.	115
5.2.3	El motor trabaja de forma irregular, con potencia deficiente.	115
5.2.4	El escape muestra gran formación de humo.	116
5.2.5	El motor se calienta demasiado, en el teletermómetro aparece "stop" parar inmediatamente el motor.	117
5.2.6	Presión de aceite demasiado baja en el motor, parar inmediatamente el motor.	118
5.2.7	La lámpara indicadora de carga se enciende, cuando el motor está funcionando.	118
5.3	Reparación de fallas.	119



5.3.1	Revisar el nivel de aceite en el motor.	119
5.3.2	Revisar y limpiar el filtro de aire.	120
5.3.3	Cambio de aceite en el motor.	125
5.3.4	Limpieza de tamíz del filtro primario de combustible.	128
5.3.5	Limpieza exterior del motor.	128
5.3.6	Revisar el nivel de electrólito en batería.	130
5.3.7	Sustitución de los cartuchos de filtro elemento de microfiltro de aceite lubricante.	131
5.3.7.1	Sustitución de los cartuchos de filtro de aceite lubricante.	131
5.3.7.2	Sustitución del elemento del microfiltro de aceite lubricante en corriente secundaria.	133
5.3.8	Revisar la tensión de las correas trapeciales.	134
5.3.8.1	Retensado de la correa en compresoras de aire con accionamiento a correa	

	trapezoidal única.	134
5.3.8.2	Retensado de la correas en compresoras de aire con accionamiento a dos correas trapezoidales.	135
5.3.8.3	Correa trapezoidal para alternador.	135
5.3.9	Limpiar la caja del filtro centrifugador.	136
5.3.10	Revisar el juego de válvulas.	137
5.3.11	Sustituir los cartuchos de filtros de combustible.	139
5.3.12	Revisar los elementos de fijación.	140
5.3.13	Control de funcionamiento del sistema de bujía de incandescencia - llama antes de entrar a la época fría del año o al producirse dificultades en el arranque.	140
5.3.14	Trabajos de mantenimiento en el taller.	141
5.4	Plan de mantenimiento programado recomendado a los usuarios.	144
5.5	Plan de mantenimiento programado con el uso de la computadora.	146
5.6	Sistema de lubricación recomendado.	147

5.6.1	Características técnicas de los lubricantes.	147
5.6.2	Cuadro comparativo de marca de lubricantes.	153
5.6.3	Cuadro de equivalencias de lubricantes.	162
5.6.4	Control de stock y consumo de lubricantes.	162
5.6.5	Manipuleo, utilización y almacenamiento de los lubricantes.	164
5.7	Cuadros, diagramas.	176
VI	Organización y ubicación de la empresa de servicios para motores diesel Deutz.	222
6.1	Organización de la empresa.	223
6.1.1	Estructura organizativa de la empresa.	224
6.1.2	Funciones específicas en cada area.	224
6.2	Ubicación de la planta de servicios.	228
6.3	Disposición y distribución de la planta de servicios.	229
6.4	Análisis económico de la implementación del taller.	229
6.5	Diagramas y cuadros.	231
VII	Sistema logístico para la empresa de ser-	

vicios.	237
7.1 Sistema propuesto para el control de repuestos.	238
7.1.1 Normal.	239
7.1.2 En tránsito.	239
7.1.3 De seguridad.	239
7.1.4 Sobrante.	239
7.1.5 De recuperación.	240
7.2 Sistema o métodos para los pedidos.	241
7.2.1 A nivel nacional.	241
7.2.2 Para importación.	241
7.3 Computación en el sistema logístico.	242
7.4 Caso práctico: Jarco scoop JS-350.	243
7.4.1 Comentarios técnicos sobre el cargador frontal de bajo perfil Jarvis Clark modelo JS-350.	243
7.4.2 Relación de repuestos necesarios para un scoop JS-350.	247
7.5 Cuadros.	248
VIII Análisis comparativo entre el sistema actual y el proyectado.	252
IX Detalle comparativo de costos: caso equipo Jarco scoop de dos yardas cubicas.	258
9.1 Características del camión de bajo perfil en trabajos mineros subterrá -	

neos.	258
9.2 Comparación de costos de posesión, operación y mantenimiento de scoop del orden 2 yd. cu.	260
9.3 Cuadros.	262
Conclusiones y recomendaciones.	266
Anexos.	268
Bibliografía	271

PROYECTO DE IMPLEMENTACION DE UN  
TALLER DE MANTENIMIENTO EN MOTORES DIESEL  
DEUTZ, PARA EQUIPO MINERO.

## INTRODUCCION

Es de conocimiento general, las grandes dificultades que a nivel nacional se presentan en el mantenimiento mecánico que se brinda al equipo minero.

Lo más importante es la falta de repuestos en nuestro país, sobre todo del equipo específico a tratar en este proyecto, cual es el motor Deutz, de procedencia alemana.

No existe en nuestro mercado, sustituirios de los repuestos concernientes a esta marca de motores. Actualmente no contamos con una empresa exclusiva para servicios en nuestro país. que brinden los beneficios a las diferentes empresas mineras que hacen uso de estas maquinarias. Las casas distribuidoras instaladas en el Perú, por una parte brindan servicio técnico a la maquinarias que ellos venden, generando y sugiriendo un mantenimiento previo a la máquina.

Es por ello, que a través de este proyecto, queremos brindar un sistema logístico, comercial y técnico sobre los motores Deutz, abarcando un sistema de comercialización como su sistema de organización en la formación de esta empresa de servicios. Además se encargará de sugerir a los variados departamentos de mantenimiento de minas que operan estas maquinas, cartillas o programas de mantenimiento preventivo y correctivo, como un control de fallas, a través de un laboratorio técnico de detección de fallas.

### 1.1 Delimitaciones del tema

La importancia de un buen sistema de mantenimiento, es que este afecta directamente al porcentaje de disponibilidad de las maquinarias y por lo tanto al potencial de ingresos. Además un inadecuado mantenimiento acrecienta el total de los gastos de operación, como son: mayor consumo de combustible, mayores gastos de reparación, tren de rodaje, neumáticos, etc. Afectando el potencial de ingresos y de los gastos, se reducirá la utilidad esperada o la rentabilidad de la inversión.

Sabemos que las grandes dificultades que en nuestro país se presentan en el mantenimiento mecánico que se brinda al equipo minero, donde las condiciones de trabajo son extremadamente duras, dado lo accidentado



de nuestra geografía.

El equipo minero específicamente el utilizado en galerías subterráneas merecen atención preferencial. El mal uso de la maquinaria, además de traer consigo parte de la energía calorífica liberada se pierda en forma de gases de escape de mala calidad, haciéndose más difícil las funciones de extracción de mineral.

Actualmente en nuestro país, existe una escasez de empresas de servicio y mantenimiento de motores diesel que brindan eficiencia y garantía. Las acciones de la empresa serán de realizar inspecciones de campo, recepción de los motores en sus talleres, reparación total y puesta en funcionamiento de la unidad completa en el lugar de trabajo.

En los talleres de servicio diesel especializado seguirá un programa sistemático de inspecciones, evaluaciones, ajustes y reparaciones, todo bajo un sistema de control adecuado, persiguiendo con esto eliminar retrasos de producción de los usuarios, disminuir el consumo de combustible, mejorar la calidad de los gases de escape, reducir los ruidos y alargar la vida útil del motor.

## 1.2 Alcances y objetivos

Se busca que la empresa de servicio se integre al ciclo de mantenimiento general de la empresa minera; no sólo en casos de reparación de emergencia, sino que

se profundice su accionar en el mantenimiento de las unidades operativas.

Asesorando en los aspectos de lubricación, inspecciones, análisis de inspecciones, reparaciones programadas, en sus lugares de trabajo, control de calidad de reparaciones y entrenamiento al personal en operación.

Los beneficios para las empresas mineras, serán obtener un mínimo de reparaciones, paradas cortas y programadas, por lo tanto mayor rentabilidad.

## CAPITULO 2

### ESTUDIO DE MERCADO PARA MOTORES DIESEL DEUTZ

#### 2.1 Minería en el Perú

La explotación minera en el Perú está orientado al mercado externo, principalmente al desarrollo industrial de los grandes países consumidores. No se ha optimizado el aprovechamiento de la condición polimetálica de nuestros yacimientos.

Las capacidades instaladas de fundiciones y refinerías son deficitarias, por ejemplo en el cobre el 77.5 % ingresa al proceso metalúrgico, en plomo el 40.0 % y en zinc el 26.6 %. Como podemos observar más de 70 % del zinc y el 60 % del plomo se exportan en forma de concentrado.

La comercialización de los concentrados tiene la desventaja de estar sometido a elevados castigos por impurezas y deducciones por concepto de tratamiento.

Además nos hace dependientes de las fundiciones y refinerías del exterior y no se aprovecha los subproductos que se extraen de los concentrados al ser tratados.

Nuestra minería ha estado atravesando un largo período de crisis económico y financiero por los bajos precios de los productos en el mercado mundial de metales, complementada por la política económica del gobierno del 85 al 90 totalmente deficiente. Estas circunstancias han provocado que las empresas mineras, al carecer de una adecuada rentabilidad y al configurarse en el país una escasez de recursos financieros no tengan posibilidad de una perspectiva de crecimiento importante en la gran minería, y se limita la capacidad de expansión de la pequeña y mediana minería aunque a mediados de 1987 se suscitaron mejoras de precios de los metales en el mercado internacional.

Sin embargo dadas las circunstancias se considera que es más factible la implementación de proyectos mineros de mediana y pequeñas escalas debido a que se requiere bajas inversiones y tienen un rápido retorno disponiéndose de una adecuada tecnología, además se cuenta con empresas consultoras peruanas para la elaboración de estos tipos de proyectos, así como para su construcción.

Durante el año 1988, de acuerdo a las cifras preliminares, la producción minera creció en 45 % con respecto al año anterior. Por productos tenemos que el cobre creció en 2.3 %, la Plata en 6.7 % el Plomo en 2.5 % y el Hierro en 1.5 %. productos que se extraen de los concentrados al ser tratados.

La demanda local de los 5 principales productos para la industria es aproximadamente de 6% de la producción total. En el cuadro No 1 se muestra este consumo. Como se puede apreciar nuestro consumo industrial es bajo; aunque se denota un incremento del cobre refinado debido a que de 3,5 mil toneladas en 1985 creció a 6,7 mil TM en 1986 y en 1987 el consumo local fué de 11,3 mil TM. En cuanto a la plata refinada se aprecia un incremento sustancial de 89 mil kilos en 1986 a 219,1 mil kilos en 1987. Esta tendencia también se muestra tanto para el plomo y zinc, principalmente este último cuya demanda se ha incrementado sustancialmente de 34 mil TM en 1986 pasó a 46 mil TM en 1987.

En el cuadro No 2 se aprecia la producción minera; la producción minera de plata se incrementó en 6,9 %, la gran minería en 20.5 %, la mediana minería en 3.2 % y la pequeña minería decreció en 7.8 %.

Con respecto al cobre la tasa negativa para 1988 se

sustentó en una disminución importante de la producción en la mina de Cobriza que viene operando sólo al 50% de su capacidad. La falta de repuestos, materiales e insumos ha afectado a esta unidad muy severamente.

La producción minera de plomo fué del orden de 214,0 miles de TMF creció en 4.9 % con respecto a la producción de 1987, la gran minería se incremento en 2.1 %, la mediana y pequeña minería en 3.5 % y 26.4% respectivamente.

La producción minera de zinc fué de 670.0 miles de TMF, incrementandose en 9.4% con respecto a 1987. La gran minería se incrementó en 9.4 con respecto a 1987, la mediana y pequeña minería en 3.2 % y 67% respectivamente.

La producción de hierro estuvo supeditado a las ventas y embarques, para 1988 programó producir 5.5 millones de TLS.

En el cuadro No 3 se indica el potencial y reserva de los principales productos.

El Perú es uno de los grandes distritos minero del mundo, por que cuenta con gran potencial que se estima entre el 5 % y el 7 % del zinc, cadmio, antimonio, arsenico, indio, molibdeno y fosfatos; entre el 10 % y 20 % del cobre (14.7%), plata (11.5%), selenio, bismuto, germanio, existen importantes concentraciones

de plomo, hierro, tungsteno, carbón, minerales no metálicos y elementos radioactivos.

La actividad minera sólo se realiza en 1,354,000 hectáreas de los 86,000,000 de hectáreas que se consideran prospectivas para la minería, se trabaja solo en 1.6 %.

Las reservas de los principales productos mineros en contenido fino en 1986 fueron los siguientes:

Cobre 31,187 miles de TMF.

Plata 37,267 miles de KF.

Plomo 5,204 miles de TMF.

Zinc 11,956 miles de TMF.

Hierro 811,616 miles de TMF.

Del cuadro podemos inferir que las relaciones de producción vs. reservas son bastantes limitadas, especialmente en hierro y cobre.

Estos indicadores nos muestran que, con las reservas existentes al ritmo de la producción actual, podemos operar en hierro 169 años, en cobre 77 años, en plomo 25 años, en zinc 23 años y en plata 18 años.

Los niveles de reserva son dinámicas, los programas de exploración existentes, tienden a incrementarlas, en consecuencia debemos concluir que nuestros índices de producción vs. reservas son bajos, configurandose una deficiente explotación minera.

### 2.1.1 Empresas mineras de la gran minería

La constituyen tres empresas nacionales estatales: Centromín Perú, Hierro Perú, Tintaya, con 9 minas , 1 fundición y 3 refinerías; 1 extranjera Southern Perú Cooper Corporation que produce el 66% de cobre y el 100% de molibdeno en 2 minas y una fundición.

Estas empresas producen el 93 % de cobre, 40% de plomo, 100 % de molibdeno y fierro, 39 % de zinc y 27 % de plata.

#### 2.1.1.1 Producción y reservas

En el cuadro No 4 se indica la producción en los últimos años.

### 2.1.2 Empresas mineras de la mediana minería

La mediana minería produce el 5% de cobre, 49 % de plomo, 61 % de plata y el 48 % de zinc, trabajan aproximadamente 40 empresas en minería, esencialmente polimetálicas.

Podemos citar entre otras: Atacocha, Buenaventura, Huarón, Milpo, Pativilca, Raura, Santander, etc.

#### 2.1.2.1 Producción y reservas

En el cuadro No 4 se detalla la producción en TM. de los principales metales y de algunas empresas productoras.



Como referencia, la pequeña minería tiene 300 empresas calificadas por ley como pequeños productores mineros y más de 2000 mineros dedicados a la minería artesanal, principalmente aurífera en Madre de Dios.

Producen el 50 % del oro, 11 % del plomo, 12 % de plata y 13 % de zinc.

## 2.2 Equipo pesado a utilizar

El sistema de minado Trackless en el Perú utiliza en general maquinaria diesel LHD, eléctrica LHD, volquetes, etc.

En el cuadro No 5 se indica el equipo diesel LHD, por marcas y capacidades. Cabe anotar que solamente se está indicando los totales existentes.

Es importante mencionar que algunas empresas mineras, caso Compañía Minera Raura y El Brocal S.A., por citar las de mayor incidencia, han autorizado la adquisición de volquetes RANDON con capacidades hasta de 40 a 60 TM. y cargadores frontales de bajo perfil jarco scoop, debido a la riqueza de su potencial minero desarrollado en estos años.

En el cuadro No 6 indicamos la maquinaria eléctrica LHD por marcas, capacidades y a diferencia de los diesel LHD, los de mayor capacidad son los de 3.5 yardas cúbicas, se indica los totales existentes.

A diferencia del equipo trackless diesel LHD, se

afirma que existen menos marcas en los equipos eléctricos.

En el cuadro No 7 nos referimos a los volquetes por marcas y capacidades, donde todos son diesel. Se indica los totales existentes.

En el cuadro No 8 se indica los vehículos que prestan servicios como plataformas, transporte de aceite, explosivos, mezcladores, etc.

## 2.3 Equipos mineros que utilizan motores Deutz

### 2.3.1 Definición de tipos de equipos

El total de equipos mineros que utilizan motores diesel, específicamente la marca Deutz, su mas cercano competidor es el motor Caterpillar, el cual ha sido descartado por razones técnicas. Los pocos que están aun en operación están siendo reemplazados por motores Deutz.

El motor Caterpillar tiene los siguientes inconvenientes:

- Son refrigerados por agua.
- En altitud geográfica dan características inadecuadas para este tipo de refrigeración.
- Problemas de corrosión por uso de agua.
- Excesivo gases de escape.
- Regulación problemática de la bomba de inyección a gran altura.

-Menor vida útil.

-Reparación y mantenimiento costosos.

De acuerdo a estos lineamientos consideramos que las máquinas indicadas en los cuadros No 5, No 6, No 7 y No 8, utilizan motores Deutz que representan un número de 348.

Los equipos diesel LHD representan el 51 % en uso en el sistema de minado trackless.

### 2.3.2 Marcas, modelos

Las marca que prestan servicios de maquinarias se indican en el cuadro No 9.

La marca de la cual requieren en mayor proporción sus servicios son la Wagner con un 44 % y la E.J.C. con 38 %.

### 2.3.3 Usos

Los cargadores frontales o jarco scoop, diesel o eléctrico tiene una función muy importante en el sistema trackless de minado.

Después de efectuado el disparo, estos equipos entran al tajeo a realizar ya sea limpieza de desmonte o el acarreo de mineral, que se realiza por los echaderos que existen en el tajeo y en ciertos casos para abrir mas galerías. Por lo general llevan o cargan mineral a los volquetes.

Los volquetes que pueden ser de diferentes tonelajes tienen como función de transportar el mineral o desmonte al echadero principal donde después irá a su tratamiento a la planta concentradora.

Cabe indicar que existen volquetes de bajo perfil, que actúan con gran eficacia cuando la altura de las galerías son muy bajas.

Además existen vehículos de servicios que sirven para transportar personal a sus zonas de trabajo, transportar explosivos y materiales.

Es importante el tiempo que se ahorra con el uso de estas maquinarias, mejorando la eficiencia laboral del trabajador minero.

#### 2.4 Mercados que trabajan con motores Deutz

El mercado de los equipos que trabajan con motores Deutz, se ha visto incrementado últimamente por las grandes ventajas que representa con respecto al Caterpillar su más cercano competidor.

El motor Deutz acondicionado con precámara de combustión y refrigerado por aire se adecua a situaciones difíciles de trabajo.

Especialistas peruanos optaron por usar motores sobredimensionados y turbocompensados para contrarrestar de potencia. Esta solución es empleada en la actualidad.

La tendencia que presenta el mercado minero es la de emplear en mayor escala los equipos LHD. En los cuadros anteriores se muestra la población actual. Los equipos LHD, camiones o volquetes con motores Deutz se diferencian en la capacidad de carga, dado en yardas cúbicas o en toneladas; los cuales al nivel del mar presentan una potencia nominal. El sobredimensionamiento de potencia para trabajos sobre los 4000 m.s.n.m. se muestran en los cuadros No10 y No 11 respectivamente.

En lo que respecta a los UTILITY VEHICLES, todos al nivel del mar tienen una potencia de 78 H.P. con motores Deutz de serie F6L-912W y a 4000 m.s.n.m. la serie F6L-912FW/B con una potencia de 78 H.P.

Es importante afirmar que el 100 % de los equipos utilizan motores Deutz y en el Perú utilizan motores sobredimensionados y turbocompensados y el mercado minero es el más importante.

## 2.5 Demanda de motores Deutz

Se confirma que el 100 % de los equipos utilizan motores Deutz. En el cuadro No 12 indicamos la población del equipo LHD; en el cual no se diferencia entre horas de funcionamiento y requerimiento de mantenimiento de los equipos. Se muestra solamente un inventario "pasivo" de los equipos existentes en las

minas del Perú, los que están operando y los que pertenecen a los usuarios y no entran en operatividad ya sea por considerar máquinas en stand by o en reparaciones, etc.

De igual forma en el cuadro No 13, informamos sobre los volquetes con las mismas consideraciones que los equipos LHD y los UTILITY VEHICLES.

#### 2.5.1 A nivel nacional

En el país se utilizan motores sobredimensionados y turbocompensados. Nos referimos al equipo utilizado en el campo minero, por considerarlo de mayor problemática, en cuanto equipo pesado se refiere.

Según el cuadro No 13 la tendencia de ir reemplazando los equipos de una yarda cúbica por los de mayor capacidad igual o superior a los de dos yardas cúbicas. Las condiciones de las minas peruanas tienden a requerir en mayor cuantía un +/- 40% nominal del equipo de dos yardas cúbicas y le siguen los equipos de 3 yardas cúbicas. Los equipos de mayor capacidad 5, 8, 13, yardas cúbicas disminuyen en su empleo por razones de costo, tanto de adquisición y de mantenimiento.

También se afirma que los equipos de mayor capacidad no se encuentran en stand by, todos

los que existen en la actualidad están en funcionamiento.

En el cuadro No 14, los LHD eléctricos su tendencia es crecer, pero en la actualidad son más costosos que los diesel. En equipos de dos yardas cúbicas el costo de posición resulta cerca a 10 % más costoso. En costo de operación son más parejas, con la diferencia de 13 % mas bajo que el diesel en combustible/energía.

Su ventaja se refleja en un costo por tonelada menor. También se observa que todos los que se encuentran están en operación, excepto los de una yarda cúbica.

En el cuadro No 15, no existen volquetes eléctricos no se encuentran volquetes en stand by, todos los que se encuentran en el Perú están en operación, de igual forma en el cuadro No 16, en los diversos servicios se usa el 100 %.

En el cuadro No 17 se hace un resumen total existente y de operación en los diversos equipos trackless.

De los 425 equipos trackless que se encuentran en el Perú, 314 se encuentran en funcionamiento, lo que representa un 74 % del total.

CUADRO # 1

CONSUMO LOCAL  
(miles de unidades)

PRODUCTOS	1985	1986	1987
Cobre refinado TM.	3.5	6.7	11.3
Alambrón de cobre TM.	29.9	28.5	29.7
Plata refinada KG.	58.2	89.9	219.1
Plomo refinado TM.	11.7	19.4	22.0
Zinc refinado TM.	31.4	34.8	46.0

=====

Anuario Minero Comercial (La minería en el Perú 87-88)



CUADRO # 2

PRODUCCION MINERA  
(miles de unidades)

PRODUCTOS EXTRAIDOS	1986	1987	1988	VARIACION
COBRE				
Gran mineria	367.3	375.5	357.1	-4.9
Mediana mineria	20.3	21.1	23.0	9.0
Pequeña mineria	9.7	9.8	5.0	-49.0
Total TMF	397.3	406.4	385.1	-5.2
PLATA				
Gran mineria	541.4	608.0	732.8	20.5
Mediana Minería	1134.3	1182.0	1219.7	3.2
Pequeña Minería	250.1	264.4	243.8	-7.8
TOTAL RF	1925.8	2054.4	2196.3	6.9
PLOMO				
Gran mineria	73.3	84.2	86.0	2.1
Mediana mineria	104.9	102.4	106.0	3.5
Pequeña mineria	15.9	17.4	22.0	26.4
TOTAL TMF	194.1	204.0	214.0	4.9
ZINC				
Gran mineria	220.3	246.4	264.0	7.1
Mediana mineria	336.8	321.8	332.0	3.2
Pequeña mineria	40.5	44.3	74.0	67.0
TOTAL TMF	597.6	612.5	670.0	9.4
HIERRO				
TOTAL TLS	4846.0	5019.4	5500.0	9.6

Oficina General de Estadística  
Elaboración : Oficina de Planificación Minera

CUADRO # 3

COMPARATIVO DE RESERVAS Y PRODUCCION  
(Millones de TMF.)

PRODUCTOS	RESERVA NACIONAL	PRODUCCION NACIONAL 1987	AÑOS EXPLOTACION	RELACION PRD/RESV. (%)
Cobre	31.187	0.403	77.000	1.292
Plata	0.037	0.002	18.000	5.405
Plomo	5.204	0.204	25.000	3.920
Zinc	11.956	0.612	23.000	5.119
Hierro	811.616	3.384	239.000	0.417

Dirección General de Minería

Elaboración : Oficina de Planificación Minera

CUADRO # 4

PRINCIPALES EMPRESAS PRODUCTORAS  
1987 ENERO/MAYO 1988 (TMF.)

EMPRESAS	COBRE		PLOMO		ZINC		PLATA	
	1987	1988	1987	1988	1987	1988	1987	1988
<b>GRAN MINERIA</b>								
Centromin Perú	39301	11836	76696	33060	234897	92830	14846529	177119
Hierro Perú	886	426	0	0	0	0	0	0
Minero Perú	2101	10814	0	0	0	0	0	0
Southern Perú	247998	99673	0	0	0	0	1508506	34109
Tintaya	57116	15217	0	0	0	0	831905	6947
<b>TOTAL</b>	<b>347402</b>	<b>137966</b>	<b>76696</b>	<b>33060</b>	<b>234897</b>	<b>92830</b>	<b>17186940</b>	<b>218175</b>
<b>MEDIAÑA MINERIA</b>								
Atacocha	244	178	14800	6194	27364	10776	1657131	20392
Condestable	3846	1710	0	0	0	0	0	0
Huarón	788	334	7410	2427	12097	4222	3216182	29796
Minsur	1772	852	0	195	0	0	326447	4433
Milpo	0	0	16911	7798	25826	12266	2358195	35356
Pativilca	5091	2399	0	0	0	0	0	0
Raura	1603	1282	6322	2404	22841	8510	1235448	17761
Santandert	204	86	40	33	20367	7371	105567	1189
Volcan	0	0	2016	1012	26512	9793	549754	5919
<b>TOTAL</b>	<b>13548</b>	<b>6841</b>	<b>47499</b>	<b>20063</b>	<b>135007</b>	<b>52938</b>	<b>9448724</b>	<b>114846</b>
<b>TOTAL M. M.</b>	<b>18917</b>	<b>8313</b>	<b>94246</b>	<b>37946</b>	<b>285735</b>	<b>132658</b>	<b>38691817</b>	<b>446241</b>
<b>PEQUEÑA MINERIA</b>								
<b>TOTAL</b>	<b>4694</b>	<b>3585</b>	<b>21044</b>	<b>6419</b>	<b>72605</b>	<b>18094</b>	<b>7697114</b>	<b>97197</b>
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>371013</b>	<b>149864</b>	<b>191986</b>	<b>77425</b>	<b>593237</b>	<b>243582</b>	<b>63575871</b>	<b>761613</b>

Ministerio de Energía y Minas

## CAPITULO 3

### ESTUDIO TECNICO DE LOS MOTORES DIESEL DEUTZ

Los motores diesel se utilizan como fuente de potencia con diversas finalidades. Los vehículos como automóviles y camiones sólo representan una parte de esta potencia. Los tractores, los buldozer, la maquinaria de construcción, los compresores móviles, las plantas de potencia, las unidades de propulsión marina, las locomotoras, los submarinos, las bombas de regadío utilizan motores diesel; los diesel mayores se encuentran en los barcos de pasajeros, en las plantas de energía fija y proporcionan miles de caballos de vapor, mientras que los más pequeños pesan alrededor de 200 libras y proporcionan de 8 a 10 caballos de vapor.

Con este abánico tan amplio de aplicaciones, los motores diesel varían considerablemente en su aspecto y construcción.

Su diseño utiliza cualquier forma de configuración de motor, incluyendo los modelos en línea, radiales, opuestos y una variedad de configuraciones de motor incluyendo en el tipo "V" con pistones colocados a distintos ángulos desde el centro del cigüeñal.

### 3.1 Definición de motores diesel deutz

El motor diesel Deutz no posee ningún tipo de ignición convencional por chispa y depende del aumento de temperatura del aire en el cilindro, cuando es comprimido por el movimiento ascendente del pistón hasta lograr la ignición del combustible.

Esta ignición por compresión es el núcleo central del principio de funcionamiento del motor diesel, utiliza una relación de compresión de 20 : 1 o mayor para asegurar una temperatura suficiente de forma que se quemé completamente el combustible.

#### 3.1.1 Número del motor

El número del motor queda estampado sobre el rótulo de características y también sobre la tapa de la caja del tren de engranajes.

#### 3.1.2 Rótulo de características técnicas del motor

Sobre el rótulo de características técnicas se indica, además del número de motor, el tipo de construcción respectiva, por ejemplo el modelo BF12L413 :

B = motor con sobrealimentación.

F = motor de cuatro tiempos de rotación rápida.

12 = número de cilindros.

L = refrigeración por aire.

4 = serie de construcción.

Después de la caracterización del tipo de construcción, puede existir letras significando:

C = motor de cuatro tiempos, de rotación rápida con refrigeración de aire de sobrealimentación.

F = motor con potencia aumentada por mayor calibre del cilindro.

L = motor de carrera larga.

R = motor de cilindros en línea.

V = motor de cilindros en V.

W = motor de combustión por antecámara.

En el rótulo de tipo de motor queda indicado el régimen de revoluciones al cual el motor entrega su potencia en Kw. Hp. ó Cv.

Al lado de indicación de potencia existe la letra "A" ó "B" para diferenciar así la potencia entregada, se trata de la potencia continua "A" sobrecargable; ó de la potencia "B" no sobrecargable, según la norma DIN 6270.

Motores con potencia reducida se dotan de un rótulo de potencia adicional.

En los motores automotrices se entiende la potencia indicada según la norma DIN 70020. Cuadros No 1 y No 2.

### 3.2 Tipos de motores

Existen varias formas de clasificar los motores diesel. La clasificación más extendida es por la potencia desarrollada, que puede oscilar entre 3 y 40,000 caballos de vapor, pero los diesel se clasifican también por el tipo de ciclo, el número de cilindros, el tipo de combustible usado y la disposición de los cilindros.

#### 3.2.1 Características de fabricación

La disposición de los cilindros del motor diesel es tan variado como las aplicaciones en que se utilizan estos motores. La configuración más frecuente es el familiar motor vertical en línea, el cual cuando se coloca sobre uno de sus lados se conoce como motor plano u horizontal en línea.

Esta configuración puede presentar todos sus cilindros a un lado o bien un número igual de cilindros a cada lado del cigüeñal.

Después tenemos el motor en "V", en el cual los cilindros se disponen en ángulo con vértice en el cigüeñal.

Es habitual especificar el ángulo de los

motores en "V", como: 45, 50, 55, 60, 90 grados, este ángulo depende del número de cilindros y del diseño del cigüeñal.

Una disposición no habitual de los cilindros es el motor en "W", puede considerarse como dos motores en "V", uno al lado del otro, funcionando con un solo cigüeñal. Se utiliza en barcos y yates.

También se ha fabricado motores en forma de "X", este diseño consiste en dos motores en "V", superpuestos.

Todo estos motores precisan de menor espacio que los motores en línea.

El diseño del motor radial tiene los cilindros dispuestos en un círculo alrededor de un cigüeñal común. En este tipo de motores las bielas de todo los pistones actúan en un codo del cigüeñal, que gira alrededor del centro del círculo.

Un tipo de motor radial coloca cuatro series de cilindros uno sobre el otro y utiliza un solo cigüeñal para constituir un motor de 16 cilindros, es un motor compacto. Es aproximadamente la mitad del espacio, el motor radial proporciona los mismos caballos de vapor que un motor en línea de similar cilindrada.



Entre las propiedades características de los motores diesel Deutz refrigerados por aire son :

Cilindros y culatas individuales, sistema de refrigeración integral, casi libres de mantenimiento, con ventilador axial óptimamente insonorizado. Posibilidad de montar refrigeradores de aceite hidráulicos o de transmisión en la parte superior del motor.

Construcción estándar con inyección directa del combustible, considerando óptima economía a elevada potencia. Opcionalmente se suministran motores con combustión en dos etapas al presentarse exigencias especiales al respecto a la calidad de los gases de escape, por ejemplo para trabajar en galerías de minas subterráneas.

Gracias a su refrigeración por aire ofrecen estos robustos motores diesel óptima rentabilidad y confiabilidad, los motores se construyen sobre modernas cadenas de fabricación, en grandes series aplicando la precisión y calidad de Deutz.

En el diseño se ha mantenido de forma consecuente el sistema de construcción a base de unidades normalizadas, sistema que por utilizar muchas partes idénticas simplifica el servicio de mantenimiento, brindando decisivas ventajas

en el abastecimiento de repuestos. Por no existir agua como agente refrigerador se simplifica entre otros, considerablemente la reparación quedando deshechado todo los problemas a la fugas de agua, corrosión, oxidación y empleo de anticongelantes.

Los motores diesel Deutz refrigerados por aire de la serie FL912/913 se distinguen además por reducir nivel de ruidos y buena calidad de gases de escape.

Los motores de la serie FL912 se construyen en grandes cantidades como motores de inyección directa en versiones de 2, 3, 4, 5 y 6 cilindros en línea, ofreciendo gran potencia a favorable consumo de combustible. La gama de potencia abarca desde 12.5 kw (17 cv.) hasta 88 kw (120 cv.).

Para labores implicando óptimas características de los gases de escape, por ejemplo servicios de galerías se pueden suministrar toda la serie de motores con combustión de dos etapas, denominandose entonces serie FL 912 W.

El modelo BF6L913 se diferencia del modelo F6L912 por un mayor calibre de cilindro, mayor curso del émbolo y mecanismo biela-cigüeñal

reforzado. Debido a la turboalimentación tiene entonces una potencia de 118 kw. (160 cv.), pudiéndose dotar con numerosas piezas de equipo idénticas a los utilizados en los motores FL912.

### 3.2.2 Especificaciones técnicas

En los cuadros No 3 y No 4 detallamos los datos técnicos de los motores diesel con inyección directa, con combustión en dos etapas, sistema Deutz y las dimensiones en mm para las diferentes series. (Diagrama No 1 y No 1A).

#### Inyección directa del combustible

En el sistema de inyección directa de combustible, este es inyectado directamente en la cámara de combustión. A través de cuatro taladros en la tobera del inyector se inyecta el combustible finamente pulverizado, para llegar a una artesa dispuesta en el fondo del émbolo.

Aquí se produce una intensiva mezcla de combustible atomizado con el aire de combustión, comprimido y sometido a rápida turbulencia en el cilindro.

La turbulencia del aire requerida para una completa y suave combustión se consigue por medio del conducto de admisión diseñado como conducto de turbulencia.

Aplicándose la inyección directa de

combustible, se logran elevadas potencias a bajo consumo de combustible.

La inyección se efectúa. por regla general, por medio de bombas de inyección con elementos en serie; en los motores de dos cilindros por bombas de inyección Deutz individuales, integradas en el motor. Figura No 1.

### Combustión de dos etapas

Referente a la combustión en dos etapas; en este sistema se inyecta el combustible en una cámara de turbulencia caliente, en el cual se encuentra aproximadamente 50 % de la totalidad de aire de combustión.

Por la combustión primaria que aquí se origina bajo falta de oxígeno se reduce extensamente la formación de óxido azoico, de forma que su cantidad queda a un valor mínimo.

El aumento de presión que se origina con ocasión de la combustión primaria hace que los gases parcialmente quemados sean lanzados hacia la artesa de combustión, de doble turbulencia, en el fondo del émbolo.

Allí se produce entonces la combustión secundaria, bajo exceso de aire pero a baja temperatura y con fuerte turbulencia, de forma que también en este caso faltan las condiciones

para que se produzca una notable cantidad de óxido azoico. Realizandose la combustión, consecutivamente en dos etapas, en combinación con una intensiva mezcla del aire de combustión y combustible, se consigue una combustión con muy poco hollín y una proporción notablemente baja de hidrocarburos parcialmente quemados, de forma que no se produce el típico olor del diesel, tal como se puede observar en los motores de inyección directa. Figura No 2.

Por la aplicación de la combustión en dos etapas, para los cuales sólo se requiere otros tipos de émbolos y culatas, se consiguen características de escape que califican los motores Deutz como especialmente pro-ambientales.

Así, se constató por la Organización Estatal de Revisión Técnica de Renania, en un motor F8L413W, que el mismo corresponde ya hoy a las exigencias muy severas del Ensayo California de trece etapas para el año 1977.

La creciente demanda existente por motores Deutz a combustión a dos etapas para servicios en galerías, sectores muy poblados y salas cerradas, recalca la idoneidad de esta económica construcción en pro de la conservación del ambiente. Figura No 3.

### Gases limpios de escape

Los motores Deutz, refrigerados por aire se distinguen por gases de escape limpios. Las cantidades representadas en el diagrama No 2, de materias perjudiciales en el escape de un motor diesel Deutz a combustión en dos etapas representa especialmente con miras a los hidrocarburos una extensa mejora frente a los motores sistema Otto y motores diesel a inyección directa, de forma que no se puede seguir insistiendo sobre una molestia digna de mencionar por efecto de los gases de escape.

El diagrama muestra la irradiación específica de cantidades de materias perjudiciales en diversos motores diesel en comparación con un motor sistema Otto representativo, refiriéndose al Ensayo California de trece etapas, con valores límites previstos a tal respecto.

### Marcha silenciosa

Los motores diesel Deutz refrigerados por aire son de marcha silenciosa. En el diagrama No 3 rigen idénticas condiciones para partes constructivas irradiantes de ruido en motores refrigerados por aire y agua respectivamente.

Este hecho fue demostrado claramente por investigaciones científicas, neutrales de la

CIMAC. A base de intensiva labor de desarrollo se pudo conseguir para los motores Deutz un más silenciosos de su gama de potencias.

### 3.3 Componentes del motor diesel Deutz

Los motores FL 413 FW con cilindros en linea, presentan en su construcción:

Cilindros de fundición gris , (aleación de aluminio), desmontables individualmente con aletas de refrigeración.

Culatas de cilindro, individuales de metal liviano (aleación de aluminio).

Disposición de válvulas en cabeza, dentro de la culata.

Accionamiento de válvulas, a través de taques y varillas de empuje, mediante un sólo árbol de levas, girando en el bloque de motor, dentro de cojinetes de tres materiales.

Arbol de levas, accionado desde el cigüeñal a través de ruedas rectas, con dentado oblicuo, en el lado del ventilador del motor.

Cojinetes de bancada, de tres materiales, apoyando el cigüeñal a través de cada codo, uno de ellos concebido como cojinete de empuje.

Cojinetes de cabeza de biela, igualmente de tres materiales.

Embolsos, fondo con artesa de combustión oblicua, dos aros de compresión, un aro raspador de aceite, refrigeración por salpicadura de aceite.

Amortiguador de vibraciones sobre el cigüeñal.

Lubricación del motor, por circulación de aceite a presión.

Filtro doble de aceite lubricante, con cartuchos de vida única en la corriente de aceite principal.

Refrigeración por aire mediante ventilador axial, con accionamiento a doble correa trapecial.

Dispositivo tensor automático, para correa trapecial, control de ruptura de contacto de frenado.

Los motores B/ F6/ 8/ 10/ 12L413F/ FC con cilindros en "V" presentan en su construcción:

Motor diesel de cuatro tiempos, refrigerados por aire, con inyección directa (alternativamente combustión en dos etapas ), como motor de admisión natural, como BFL413F; con sobrealimentación por turbo sobrealimentadores, como BF12L413FW con refrigeración del aire de sobrealimentación.

Disposición de cilindros en "V" a un ángulo de 90 grados. Cilindros de fundición gris, individuales, con aletas de refrigeración.

Culatas de cilindros individuales de metal liviano, cada uno con válvula de admisión y otro de escape, tipo "en cabeza".



Accionamiento de las válvulas a través de taques y varillas de empuje, mediante un solo árbol de levas girando, en el bloque motor, dentro de cojinete de tres materiales.

Arbol de levas accionado desde el cigüeñal a través de ruedas rectas, con dentado oblicuo, en el lado de la volante del motor.

Bloque motor de fundición gris.

Cojinetes de bancada de tres materiales, apoyando el cigüeñal detrás de cada codo, uno de ellos concebido como cojinete de empuje.

Cojinetes de cabeza de biela, igualmente de tres materiales.

Embolos con dos aros de compresión y un aro raspador de aceite.

Refrigeración de émbolos por salpicadura de aceite; adicionalmente, émbolos con conducto de refrigeración para motores sobrealimentados y motores de combustión en dos etapas.

Refrigeración por aire mediante un ventilador axial, accionado mecánicamente. libre de mantenimiento, alternativamente con regulación hidráulica en función de la carga.

Lubricación por circulación de aceite a presión mediante bomba de engranajes. Depuración de aceite a través de filtros. Existiendo una regulación

hidráulica para el ventilador, con filtro centrifugador en corriente secundaria, dispuesto en el cubo del ventilador.

Bomba de inyección de elementos en serie, equipada con regulador mecánico de fuerza centrífuga.

La bomba de alimentación de combustible es una bomba de pistón.

### 3.4 Cuadro comparativo de los motores diesel Deutz respecto a otras marcas de motores

#### 3:4.1 Ventajas y desventajas

Los motores diesel básicamente poseen los mismos componentes internos que sus homólogos de gasolina.

Las diferencias principales son el tipo de combustible utilizado y la forma en que este combustible llegue a la cámara de combustión.

El motor diesel no posee ningún tipo de ignición convencional por chispa y depende del aumento de la temperatura de aire en el cilindro cuando es comprimido por el movimiento ascendente del pistón hasta lograr la ignición del combustible.

Esta ignición por compresión es el núcleo central del principio de funcionamiento del motor diesel, utiliza una relación de compresión de 20 : 1 o mayor para asegurar una temperatura

suficiente de forma que se quemé completamente el combustible.

Las altas relaciones de compresión permiten al diesel obtener mayor trabajo de combustible que quema, con lo que se reduce la cantidad de combustible necesario para alcanzar la misma potencia que un motor de gasolina de parecido tamaño.

El motor diesel es más económico y de una construcción sustancialmente robusta que los motores a gasolina, con bielas más pesadas, pistones y segmentos diseñados para soportar las temperaturas y las relaciones de compresión mucho más alta inherentes al funcionamiento del motor diesel.

También los motores diesel producen gases menos tóxicos que los motores de gasolina, marcadamente libre de hidrocarburos y monóxidos de carbono.

Además los motores diesel Deutz refrigerados por aire de la serie B / F L 413 F se distinguen además, por favorable nivel de ruido.

Este hecho ha sido comprobado por múltiples mediciones comparativas, realizadas por los organismos independientes, entre motores refrigerados por agua.

Mejoras adicionales para la reducción del nivel acústico pueden conseguirse adoptando adecuadamente medidas de insonorización al incorporar el motor.

A tal objeto ofrece el motor refrigerado por aire la decisiva ventaja de que su consumo de aire refrigerado quede notablemente por debajo de un motor refrigerado por agua de igual potencia, estando además ya plenamente integrado su sistema de refrigeración.

Las secciones de aberturas de entrada y salida del aire pueden ser por lo tanto mas pequeñas lo que redundará en una correspondiente menor inversión constructiva para la amortiguación acústica de estos motores.

Con la serie de construcción B/ FL 413 FR/ F/ FC se cubre una completa gama de potencias, desde 64 Kw. ( 87 Cv. ) hasta 386 Kw. ( 525 Cv.).

La serie abarca motores de 5 y 6 cilindros en línea y motores de 6, 8, 10, 12 cilindros en "V", los de 6, 8, 10 y 12 cilindros son también suministrables, como variantes con sobrealimentación. Para aplicaciones automotrices rinde el motor de 12 cilindros con sobrealimentación, una potencia máxima de 386 Kw. (525 Cv.).

El desarrollo de la variante con cilindros en línea resultó de la exigencia de disponer de motores con poca anchura para determinadas aplicaciones.

Especial ventaja de los motores con cilindros en "V" es la compacta construcción y la favorable relación entre potencia y peso.

Además se utilizan estos motores como elementos de propulsión marina, ya que por la creciente contaminación de las aguas de navegación resultan peligrosos los sistemas de refrigeración de los motores refrigerados por agua.

#### Sistema de combustión, inyección directa Deutz.

En la inyección del combustible, el conducto de admisión queda diseñado como conducto de turbulencia, imponiendo movimiento rotativo del aire de combustión.

Durante la compresión se incrementa aún más este movimiento gracias a la profunda antena de combustión, en disposición oblicua, en el fondo del émbolo.

Así se obtiene una blanda y perfecta combustión, lo que redundará en elevada potencia, favorable consumo de combustible y bajo nivel de

ruido en la combustión.

### Combustión en dos etapas, sistema Deutz

Pre-combustión ( primera parte ), se realiza a alta presión, exceso de combustible y falta de oxígeno dentro de la antecámara de turbulencia caliente.

El ambiente (reductor) con mínimo contenido de oxígeno dificulta la formación del óxido azoico

Los paneles calientes de la cámara de combustión y la intensiva turbulencia evitan, extensamente la formación de compuestos de mal olor.

Post-combustión (segunda parte), se realiza a baja presión y temperatura relativamente baja, dentro de la doble cámara de combustión en el fondo del émbolo. La baja temperatura y una adición de gases de escape impiden la formación de más óxido azoico, exceso de aire y fuerte turbulencia hacen que se quemé por completo el monóxido de carbono, los hidrocarburos y el hollín.

Los motores B/ FL 413 FW (con combustión en dos etapas) se desarrollaron como variante especialmente pro-ambiental de los motores B/ FL 413 F (con inyección directa). La diferencia es

por otro tipo de culata del cilindro, por émbolo con artesa de combustión modificada y por distinto sistema de combustión.

### Adaptación a polifacéticas aplicaciones

Al igual que para todo los motores diesel Deutz refrigerados por aire, se desarrollo por la serie B/ FL 413 F gran cantidad de piezas de equipo estandarizados permitiendo en combinación con las diferentes posibilidades de toma de fuerzas, variantes tan numerosas que así es practicamente posible dar solución ideal a cuatro problemas de accionamiento se presente, como por ejemplo, la elección del sistema de combustión, elección entre motores de aspiración natural y con sobrealimentación, cárter inferior para inclinaciones del motor hasta 45 grados, ayuda de arranque para temperaturas hasta menos 40 °C., refrigeradores integrados por aceite hidráulico y aceite de reductores.

Diversos tipos de:

- Tubos de admisión y escape.
- Cajas de adaptación SAE.
- Volantes y acoplamiento / embragues.
- Accionamientos secundarios adicionales.
- Generatrices y arrancadores.
- Compresores de aire.

-Suspensión del motor.

-Filtros para aceite, combustible y aire.

### 3.5 Mantenimiento técnico de los motores diesel Deutz a nivel nacional

El mantenimiento a los motores diesel que se realizan en el Perú, está centralizado en la ciudad de Lima; las diferentes empresas que se dedican a esta actividad realizan un tipo de mantenimiento determinado, excepto algunas entidades que se dedican a un mantenimiento general de los motores.

Referente a los talleres de mantenimiento donde operan estas unidades, centros mineros, son muy precarios los servicios mecánicos; por la incomodidad del terreno en que opera, en otros casos influye las cuotas de producción que tienen que aportar, retrasando los mantenimientos preventivos de las unidades o equipos.

En conclusión se debe planificar las mejoras preventivas en mantenimiento y reparaciones de acuerdo a las horas efectivas de operación de los motores y componentes principales tales como las bombas de inyección, arrancadores, etc.

### 3.6 Empresas que brindan servicios de reparación y mantenimiento a los motores Deutz en el Perú

Existen grandes empresas y pequeños talleres que de una u otra forma brindan servicios a los motores



diesel Deutz, podemos mencionar los siguientes .

a) M. S. A

Representante de Wagner en el Perú, independientemente a la distribución o venta de equipos, ofrece servicio técnico de reparaciones y mantenimiento en sus instalaciones ubicadas en la calle los Telares urb. industrial Vulcano Ate-Lima.

Además ofrece asistencia técnica en los lugares donde se encuentran operando las unidades o equipos.

b) Eimco Jarvis Clark

En forma similar a la anterior ofrece servicios de mantenimiento y reparaciones en sus instalaciones ubicada en República de Panamá ( cuadra 40 ) Barranco Lima, además tiene ubicada una subsidiaria en la localidad de San Mateo con la razón social de Setemin para brindar servicios a las unidades de Centromín Perú de la sierra central.

c) Europa Diesel

Representación general de motores y equipos de Magirus Deutz, bombas de inyección y servicios. Ubicada en la Av. Tomás Marsano 363, teléfono 453230.

d) Diesel Centro S. A.

Representantes exclusivos de KHD-Deutz, ubicada en la avenida Venezuela 2720, Teléfono 320800 - 238712.

e) Asesa

Autoservicios eléctricos S.A., con especialidad en

bombas de inyección. Ubicada en la avenida México 397, teléfono 728995.

f) Diesel Técnica

Exclusividad de reparaciones de motores Deutz, ubicada en Ate-Vitarte, ofreciendo asistencia técnica a las zonas de operación de los equipos.

CUADRO No 1  
 ESPECIFICACIONES TECNICAS  
 MOTORES DIESEL CON INYECCION DIRECTA

Tipo de motor		F6L413F	F8L413F	F10L413F	F12L413F
Número de cilindros		6	8	10	12
Calibre / Carrera	mm	125 / 130	125 / 130	125 / 130	125 / 130
Cilindrada	l	9,572	12,763	15,953	19,144
Relación de compresión		18	18	18	18
Velocidad nominal máxima	min <sup>-1</sup> /rpm	2500	2500	2500	2500
Velocidad media de pistón	m/s	10,8	10,8	10,8	10,8
Potencia ISO normalizada bloqueada según DIN 6271 (ICFN)*1					
a 1500 RPM.	kw	77	103	129	154
a 2300 RPM	kw	112	150	188	224
presión media efectiva	bar	6,11	6,13	6,15	6,11
Potencia de freno ISO bloqueada según DIN 6271 IFN (*1)					
a) servicio intermitente	kw	123	165	206	246
al régimen de	min <sup>-1</sup> /rpm	2500	2500	2500	2500
presión media efectiva	bar	6,17	6,21	6,20	6,17
b) servicio muy intermitente	kw	130	174	217	261
al régimen de	min <sup>-1</sup> /rpm	2500	2500	2500	2500
presión media efectiva	bar	6,52	6,54	6,53	6,55
Potencia de vehiculos según DIN 70020 (*1)	kw	141	188	235	282
al régimen de	min <sup>-1</sup> /rpm	2500	2500	2500	2500
presión media efectiva	bar	7,07	7,07	7,07	7,07
Par máximo	Nm	613	817	1020	1226
al régimen de	min <sup>-1</sup> /rpm	1500	1500	1500	1500
Régimen mínimo de vacío	min <sup>-1</sup> /rpm	600	600	600	600
Consumo específico de combustible en el punto óptimo	g/kwh	211	211	211	211
Peso según VDHA inc. sistema de refrigera- ción completo	Kg.	660	830	990	1120

(\*1) = Potencia neta al volante

CUADRO No 1  
ESPECIFICACIONES TECNICAS  
MOTORES DIESEL CON INYECCION DIRECTA

Tipo de motor		F2L912	F3L912	F4L912	F5L912	F6L912
Número de cilindros		2	3	4	5	6
Calibre / Carrera	mm	100 / 120	100 / 120	100 / 120	100 / 120	100 / 120
Cilindrada	l	1,885	2,827	3,770	4,712	5,655
Relación de compresión		17	17	17	17	17
Velocidad nominal máxima	min <sup>-1</sup> /rpm	2500	2800	2800	2800	2800
Velocidad media de pistón	m/s	10,0	11,2	11,2	11,2	11,2
Potencia ISO normalizada bloqueada según DIN 6271 (ICFN)*1						
a 1500 RPM.	kw	14	22	30	38	45
a 2300 RPM	kw	23	35	46	58	70
presión media efectiva	bar	6,37	6,46	6,37	6,42	6,46
Potencia de freno ISO bloqueada según DIN 6271 IFN (*1)						
a) servicio intermitente	kw	25	38	51	65	78
al régimen de	min <sup>-1</sup> /rpm	2500	2500	2500	2500	2500
presión media efectiva	bar	6,37	6,45	6,50	6,62	6,62
b) servicio muy intermitente	kw	26,4	43	59	74	88
al régimen de	min <sup>-1</sup> /rpm	2500	2800	2800	2800	2800
presión media efectiva	bar	6,74	6,52	6,71	6,73	6,67
Potencia de vehiculos según DIN 70020 (*1)	kw	26,4	43	59	74	88
al régimen de	min <sup>-1</sup> /rpm	2500	2800	2800	2800	2800
presión media efectiva	bar	6,74	6,52	6,71	6,73	6,67
Par máximo	Nm	113	170	230	288	345
al régimen de	min <sup>-1</sup> /rpm	1600	1600	1600	1600	1600
Regimen mínimo de vacío	min <sup>-1</sup> /rpm	750 - 800	650 - 700	650 - 700	650 - 700	650 - 700
Consumo específico de combustible en el punto óptimo	g/kwh	221	223	215	212	212
Peso según VDMA inc. sistema de refrigera- ción completo	Kg.	235	270	300	380	410

(\*1) = Potencia neta al volante

CUADRO No 2  
ESPECIFICACIONES TECNICAS  
MOTORES DIESEL CON COMBUSTION EN DOS ETAPAS, SISTEMA DEUTZ

Tipo de motor		F6L413FW	F8L413FW	F10L413FW	F12L413FW	BF12L413FW
Número de cilindros		6	8	10	12	12
Calibre / Carrera	mm	125 / 130	125 / 130	125 / 130	125 / 130	125 / 130
Cilindrada	l	9,572	12,763	15,953	19,144	19,144
Relación de compresión		19,5	19,5	19,5	19,5	17
Velocidad máxima nominal	min <sup>-1</sup> /rpm	2500	2500	2500	2500	2500
Velocidad media de pistón	m/s	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8
Potencia ISO normalizada bloqueada según DIN 6271 (ICFN)*1						
a 1500 RPH.	kw	69	92	115	138	162
a 2300 RPH	kw	96	129	161	193	228
presión media efectiva	bar	5,23	5,27	5,27	5,26	6,21
Potencia de freno ISO bloqueada según DIN 6271 IFN (*1)						
a) servicio intermitente	kw	108	144	180	216	252
al régimen de	min <sup>-1</sup> /rpm	2500	2500	2500	2500	2500
presión media efectiva	bar	5,42	5,42	5,42	5,42	6,32
b) servicio muy intermitente	kw	112	150	188	225	265
al régimen de	min <sup>-1</sup> /rpm	2500	2500	2500	2500	2500
presión media efectiva	bar	5,62	5,64	5,66	5,64	6,65
Potencia de vehiculos según DIN 70020 (*1)	kw	121	162	202	243	287
al régimen de	min <sup>-1</sup> /rpm	2500	2500	2500	2500	2500
presión media efectiva	bar	6,07	6,09	6,08	6,09	7,20
Par máximo	Nm	530	706	883	1060	1250
al régimen de	min <sup>-1</sup> /rpm	1500	1500	1500	1500	1500
Regimen mínimo de vacío	min <sup>-1</sup> /rpm	600	600	600	600	600
Consumo específico de combustible en el punto óptimo	g/kwh	235	235	235	235	230
Peso según VDMA inc. sistema de refrigera- ción completo	Kg.	660	830	990	1120	1300

(\*1) = Potencia neta al volante

CUADRO No 2  
 ESPECIFICACIONES TECNICAS  
 MOTORES DIESEL CON COMBUSTION EN DOS ETAPAS, SISTEMA DEUTZ

Tipo de motor		F3L912W	F4L912W	F5L912W	F6L912W
Número de cilindros		3	4	5	6
Calibre / Carrera	mm	100 / 120	100 / 120	100 / 120	100 / 120
Cilindrada	l	2,827	3,770	4,712	5,655
Relación de compresión		19	19	19	19
Velocidad nominal máxima	min <sup>-1</sup> /rpm	2800	2800	2800	2800
Velocidad media de pistón	m/s	11,2	11,2	11,2	11,2
Potencia ISO normalizada bloqueada según DIN 6271 (ICFN)*1					
a 1500 RPM.	kw	20	26	33	40
a 2300 RPM	kw	29	38	48	57
presión media efectiva	bar	5,35	5,26	5,31	5,26
Potencia de freno ISO bloqueada según DIN 6271 IFN (*1)					
a) servicio intermitente	kw	32	42	53	63
al régimen de	min <sup>-1</sup> /rpm	2500	2500	2500	2500
presión media efectiva	bar	5,43	5,35	5,40	5,35
b) servicio muy intermitente	kw	35	46	58	69
al régimen de	min <sup>-1</sup> /rpm	2800	2800	2800	2800
presión media efectiva	bar	5,31	5,23	5,27	5,23
Potencia en vehículos según DIN 70020 (*1)	kw	37	49	61	74
al régimen de	min <sup>-1</sup> /rpm	2800	2800	2800	2800
presión media efectiva	bar	5,61	5,57	5,55	5,61
Par máximo	Nm	149	199	248	298
al régimen de	min <sup>-1</sup> /rpm	1550	1550	1550	1550
Regimen mínimo de vacío	min <sup>-1</sup> /rpm	650 - 700	650 - 700	650 - 700	650 - 700
Consumo específico de combustible en el punto óptimo	g/kwh	245	245	242	240
Peso según VDHA inc. sistema de refrigera- ción completo	Kg.	270	300	380	410

(\*1) = Potencia neta al volante

## Dimensiones

- \* con volante estándar
- \*\* con cárter de aceite estándar, de depósito central

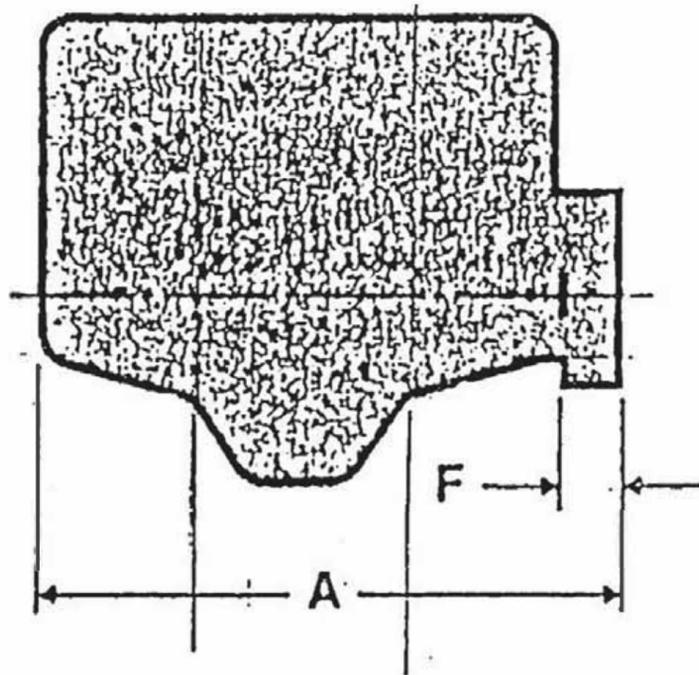
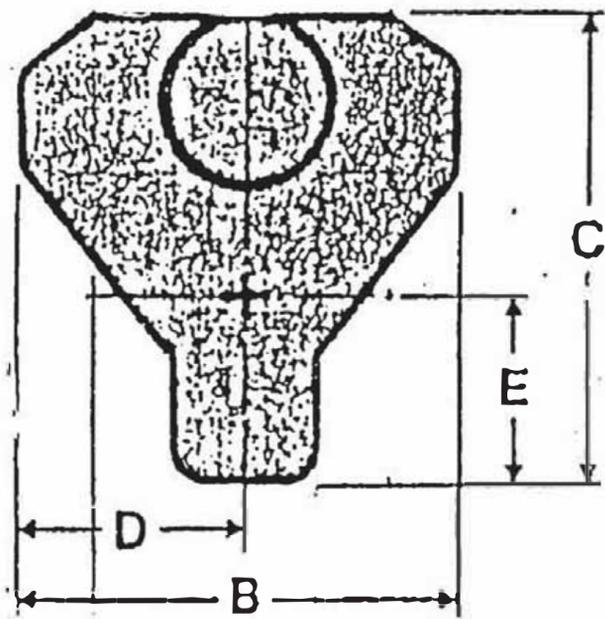


DIAGRAMA No 1

## Dimensiones

- con volante estándar
- con cárter de aceite estándar, de depósito central

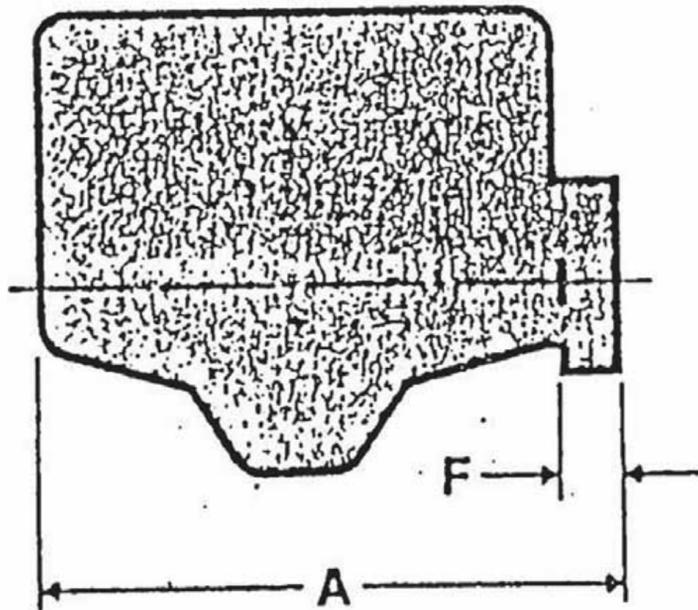
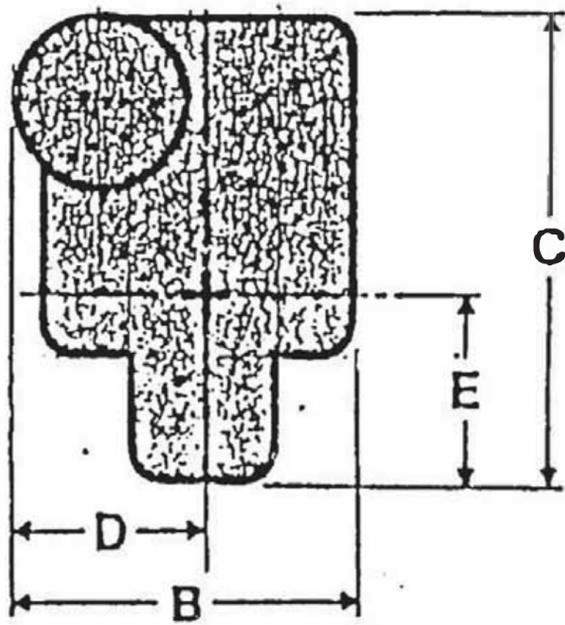


DIAGRAMA No 1A



CUADRO No 3  
DIMENSIONES DEL MOTOR  
( mm )

HOTOR	A*	B	C**	D	E**	F*	CAJA DE ADAPTACION SEGUN SAE
F6L413F	1050	1038	860	519	340	135	1 + 2
F8L413F	1215	1038	860	519	340	135	1 + 2
F10L413F	1418	1038	999	519	422	135	1 + 2
F12L413F	1575	1038	1007	519	411	127	1 + 2/3
F6L413FW	1050	1038	860	519	340	135	1 + 2
F8L413FW	1215	1038	860	519	340	135	1 + 2
F10L413FW	1418	1038	999	519	422	135	1 + 2
F12L413FW	1575	1038	1007	519	411	127	1 + 2
BF12L413FW	1507	1192	1112	596	422	127	1 + 2

Fabricante se reserva el derecho de modificar de acuerdo con el desarrollo técnico

\* con volante estandar

\*\* con cárter estandar, de depósito central.

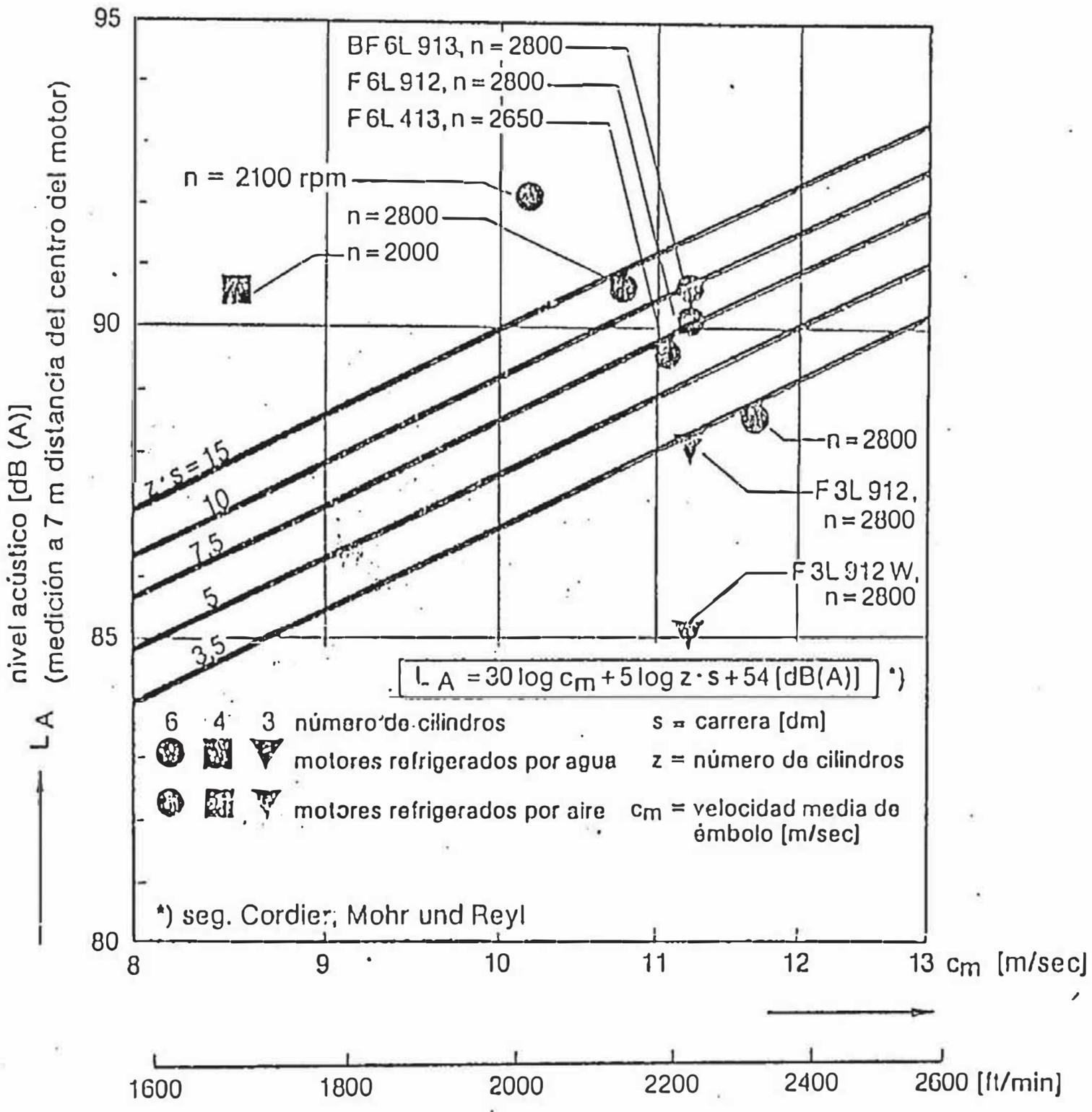


DIAGRAMA No 3

## CAPITULO 4

### ESTUDIO TECNICO DE EQUIPOS PESADOS EN MINERIA

#### 4.1 Ciclos termodinámicos

Un ciclo es una serie de procesos durante los cuales el sistema iniciado en un estado particular retorna a su estado inicial.

En la práctica los ciclos se completa periódica y repetidamente, como un motor, que después de estar en marcha, completa un ciclo cada vez que una bujía produce el encendido de la gasolina, en un motor gasolinero.

##### A) Elementos de un ciclo

Los elementos de un ciclo termodinámico que comprende un motor térmico son:

- 1) Una sustancia de trabajo, un medio para recibir y rechazar o desprender calor, que realiza trabajo y es una sustancia que experimenta

variaciones de estado.

- 2) Una fuente calorífica, llamada también cuerpo caliente depósito de calor, dentro del cual se añade calor a la sustancia de trabajo.
- 3) Un sumidero de calor, llamado también receptor o cuerpo frío, que es un cuerpo al cual la sustancia de trabajo rechaza o cede calor, en la práctica un sumidero es un receptor natural, como la atmósfera, un río, un lago o el mar.
- 4) Un motor o máquina, en el cual la sustancia de trabajo puede realizar trabajo o recibir el que se haga sobre ella.

#### B) Trabajo de un ciclo

Tomando el agua y su vapor como sistema, una planta o central productora de energía por vapor puede analizarse como un sistema cerrado a través de cuyas fronteras solo fluye o circula energía.

Admitamos que una masa pequeña  $dw$  del sistema tenga la energía cinética  $k$  y la energía interna  $u$ , entonces la energía almacenada en el sistema almacenada en el sistema es:

$$E = \int k \, dw + \int u \, dw \quad (a)$$

donde la suma se hace sobre todo el sistema.

El principio de la conservación de la energía, aplicado al agua se convierte en:

ENERGIA QUE ENTRA = CAMBIO DE LA ENERGIA ALMACENADA + ENERGIA QUE SALE

Es decir:

$$Q_a + W_{entra} = E_2 - E_1 + Q_r + W_{sale} \quad (b)$$

que es una expresión general para un ciclo cerrado, fluente y no fluente, reordenando la ecuación (b) tenemos :

$$\text{SUM } Q = E_2 - E_1 + W_{neto}$$

donde :

$$\text{SUM } Q = Q_a - Q_b$$

$$W_{neto} = W_{sale} - W_{entra}$$

### C) Rendimiento térmico

En su forma más sencilla : es la producción dividida por el consumo.

La producción: energía producida, de un ciclo de potencia o energía que es un ciclo termodinámico para la producción de la misma, es el trabajo neto; el consumo, energía consumida, es el calor añadido a la sustancia de trabajo desde una fuente exterior de calor,  $Q_a$  en la figura 4 - 1. El trabajo neto,  $W_{sale} - W_{entra}$ , se toma como la producción de un ciclo de energía, debido a que parte del trabajo bruto ( $W_{sale}$ ) se consume en suministrar la energía

(Wentra) para accionar la bomba.

Por lo tanto el rendimiento térmico de un ciclo de energía es:

$$e = W / Q_a = (Q_a - Q_b) / Q_a = \text{SUM } Q / Q_a$$

#### 4.1.1 Ciclo Diesel

Es un ciclo de cuatro tiempos, en que solo se introducía aire al cilindro en la carrera de aspiración y después se inyectaba un combustible líquido iniciando la inyección teóricamente al final de la carrera de compresión y continuandola a tal intensidad que la combustión prosiguiera a presión constante 2-3. El ciclo de aire estándar, cerrado es el 1 - 2 - 3 - 4, figura 4 - 2 . El ciclo de aire ideal, abierto, sería el mismo, aparte que 0-1 es la aspiración y 1-0 es la descarga o expulsión.

En consecuencia para calores específicos constantes tenemos :

$$\begin{aligned} Q_a &= h_3 - h_2 \\ &= C_p dT \\ &= C_p ( T_3 - T_2 ) \end{aligned}$$

siendo sus unidades : Cal/Kg = BTU / Lb.

$$\begin{aligned} Q_r &= u_1 - u_4 \\ &= C_v dT \\ &= C_v ( T_1 - T_4 ) \end{aligned}$$

sus unidades : Cal/ Kg = BTU / Lb.

$$W = \text{SUM } Q = C_p ( T_3 - T_2 ) - C_v ( T_4 - T_1 )$$

$$e = W / Q_a$$

$$= 1 - ( ( C_v ( T_4 - T_1 ) ) / ( C_p ( T_3 - T_2 ) ) )$$

$$= 1 - ( ( T_4 - T_1 ) / ( K ( T_3 - T_2 ) )$$

donde k es una constante.

#### 4.1.2 Ciclo Otto

Es aquel en que el proceso de combustión tiene lugar instantáneamente en el punto muerto superior para producir una combustión a volumen constante del combustible. El motor Otto se puede analizar como un sistema abierto o como uno cerrado.

Idealmente la carrera de aspiración 0-1 y la carrera de expulsión 1-0 figura 4-3 , se anulan entre sí. El trabajo positivo bajo 0-1 es igual al negativo bajo 1-0. El sistema abierto ideal y el sistema cerrado ideal rechazan la misma cantidad de calor, por que en cada caso, si los ciclos son comparables, el mismo calor se añade, por definición y el mismo trabajo se realiza, por tanto según  $(Q_a - Q_b)$  es igual a W, cada uno debe rechazar el mismo calor al sumidero.

1-2 : es el proceso de compresión, es un proceso isoentrópico.

2-3 : es el calentamiento instantáneo de la sustancia (combustión) a volumen constante.

3-4 : es la expansión, que idealmente es isoentrópico.

4-1 : es la expulsión instantáneo del calor a volumen constante.

Durante los proceso no fluentes a volumen constante  $Q = dU$ , cualquiera que sea la sustancia de trabajo. Analizando estos ciclos para calores específicos constantes tenemos para el ciclo cerrado:

$$\begin{aligned}Q_a &= U_3 - U_2 \\ &= W \int C_v dT \\ &= W C_{v23} ( T_3 - T_2 ) \\ Q_r &= U_1 - U_4 \\ &= W \int C_v dT \\ &= W C_v 41 ( T_1 - T_4 ) \\ &= - W C_{v41} ( T_4 - T_1 )\end{aligned}$$

sus unidades expresadas en KCal ó BTU.

El trabajo neto :  $W$  es la sumatoria de  $Q$

$$\begin{aligned}W &= U_3 - U_2 - ( U_4 - U_1 ) \\ &= W C_{v23} ( T_3 - T_2 ) - W C_{v41} ( T_4 - T_1 ) \\ & \text{( Kcal ó BTU )}.\end{aligned}$$

El rendimiento térmico del ciclo Otto es :

$$e = W / Q_a$$



$$\begin{aligned}
e &= ( U_3 - U_2 - ( U_4 - U_1 ) ) / ( U_3 - U_2 ) \\
&= ( C_{v23} ( T_3 - T_2 ) - C_{v41} ( T_4 - T_1 ) ) / \\
&\quad ( C_{v23} ( T_3 - T_2 ) )
\end{aligned}$$

Si suponemos que los calores específicos a lo largo de 2-3 y de 4-1 son los mismos, las  $C_v$  se cancelan y se llega a una conclusión importante que es :

$$e = 1 - (( T_4 - T_1 ) / ( T_3 - T_2 ))$$

#### 4.1.3 Otros ciclos

##### A) Ciclo de Carnot

Consiste en dos procesos isotérmicos y dos isoentrópicos, como se indica en el plano ST de la figura 4 - 4.

Iniciando en el punto a, encontramos que: 1) el calor se toma del depósito y se añade a lo largo de un proceso isotérmico, ab; 2) la sustancia se expande a lo largo de una isoentrópica bc, durante la cual no se extrae, ni añade calor; 3) el calor es rechazado o cedido al depósito frío a temperatura constante a lo largo de cd; 4) la sustancia se comprime isoentrópicamente a lo largo de da hasta el punto inicial.

Si las temperaturas son termodinámicas, podemos usar  $Q = \int T dS = T \int dS$ , para el

proceso reversible y obtener :

$$Q = T1 ( Sb - Sa ), \text{ \u00e1rea abnm.}$$

$$Q = T2 ( Sd - Sc ), \text{ \u00e1rea cdmn.}$$

$$= - T2 ( Sc - Sd ).$$

$$W = \text{SUM } Q$$

$$= T1 ( Sb - Sa ) - T2 ( Sc - Sd )$$

$$= ( T1 - T2 ) ( Sb - Sa )$$

$$\text{pero : } Sc - Sd = Sb - Sa$$

Si un ciclo se compone de procesos internamente reversibles, el \u00e1rea encerrada por la trayectoria del punto de estado en el plano ST, representa el trabajo en Cal (BTU), porque dicha \u00e1rea ser\u00e1 siempre el calor a\u00f1adido menos el calor rechazado o cedido.

El rendimiento t\u00e9rmico es:

$$e = W / Qa$$

$$= (( T1 - T2 ) ( Sb - Sa )) / ( T1 ( Sb - Sa ))$$

$$= ( T1 - T2 ) / T1$$

#### B) Ciclo Ericsson

En este ciclo se incorpora una caracter\u00edstica de importancia particular en la centrales de energ\u00eda moderna y en otros ciclos, el efecto regenerativo.

El calor se a\u00f1ade y se rechaza a temperaturas constantes, de manera que la transmisi\u00f3n del calor se puede tener lugar

teóricamente a diferencias de temperaturas  $dT$ , que se aproxime a cero y a la reversibilidad.

En la figura 4 - 5 el calor es recibido de una fuente externa en  $T_1$  a lo largo de  $ab$ . El aire caliente sale del cilindro y pasa por un regenerador, mientras que la presión permanece constante  $bc$ . El regenerador es una cámara a la que el gas transfiere energía que almacena. Uno de los extremos del regenerador está a una temperatura  $T_1$  y el otro a  $T_2$  y se forma un gradiente gradual de temperatura de uno a otro.

Para conseguir que la energía se almacene reversiblemente, imaginémonos que el par entra al regenerador a temperatura  $(T_1 + dT)$ , figura 4 - 5 (c), de modo que se empieza a transmitir calor a los contenidos del regenerador en  $A$ . A medida que el par pasa por el regenerador su temperatura baja gradualmente hasta  $(T_2 + dT)$  en la salida  $B$ ; la temperatura del par en todos los puntos del regenerador es mayor que la temperatura de los contenidos adyacentes en una cantidad  $dT$ , que es cero en caso reversible ideal:

Después de esta operación de almacenamiento, el par rechaza o cede calor a una temperatura constante, a un receptor exterior, el sumidero,

es decir existe una compresión isotérmica cd, del par. Luego este par vuelve a entrar al regenerador en B, figura 4 - 5 (c), a una temperatura (  $T_2 - dT$  ) y está ligeramente más frío que los contenidos recibe calor y continua recibiendo hasta que el par sale a una temperatura (  $T_1 - dT$  ) en A. Como en su paso anterior en sentido contrario, hay siempre diferencia de temperatura  $T$ , entre el par y sus contenidos adyacentes.

En el límite, cuando  $T$  se hace cero, el funcionamiento en conjunto se vuelve reversible, es esencial observar que el calor cedido al par al moverse desde B hasta A es lo mismo que la energía almacenada cuando pasó desde A hasta B.

Si la fuente de calor y el sumidero están a las temperaturas  $T_1$  y  $T_2$  respectivamente, todo los procesos son reversibles interna y externamente.

En consecuencia, como un sistema formado por el par y el regenerador, ninguna materia atraviesa las fronteras y la energía que lo atraviesa consiste en  $Q_a$ ,  $Q_r$ ,  $W$ .

$$Q_a = ( W R T_1 / J ) \ln ( V_b / V_a )$$

a lo largo de ab; unidades: Cal ó BTU.

$$Q_r = ( W R T_2 / J ) \ln ( V_d / V_c )$$

$$= - \left( \left( \frac{W R T_2}{J} \right) \ln \left( \frac{V_c}{V_d} \right) \right)$$

a lo largo de cd; unidades Cal ó BTU.

De la ley de Charles, obtenemos :

$$\left( \frac{V_c}{V_b} \right) = \left( \frac{T_2}{T_1} \right)$$

$$\left( \frac{V_d}{V_a} \right) = \left( \frac{T_2}{T_1} \right)$$

$$\left( \frac{V_c}{V_d} \right) = \left( \frac{V_b}{V_a} \right)$$

utilizando esta relación, hallamos que el trabajo es:

$$W = \text{SUM } Q$$

$$W = \left( T_1 - T_2 \right) \left( \frac{W R}{J} \right) \ln \left( \frac{V_b}{V_a} \right)$$

unidades : Cal ó BTU.

Y el rendimiento térmico es:

$$e = \frac{W}{Q_a} = \left( \frac{T_1 - T_2}{T_1} \right)$$

#### 4.2 Vida óptima de un equipo pesado

Se ha llegado a la conclusión de que el plazo óptimo de servicios de las máquinas es tal que el costo de mantenimiento en la reparación ordinaria se aproxima al costo de una nueva máquina. Esta definición se fundamenta en que es más ventajoso gastar los medios no en la reparación de una máquina usada, sino en la adquisición de una nueva. Esto, por que a medida que envejecen las máquinas, el propietario comienza a experimentar dificultades con su empleo, aumento progresivo de los gastos que ocasiona.

Por lo tanto, para determinar el plazo óptimo de servicio es necesario establecer el período en el cual el dueño del equipo tendrá gastos y pérdidas específicas mínimas referidas a la unidad de tiempo de trabajo ejecutado por el equipo en lo que respecta a los gastos y pérdidas desde la adquisición hasta la puesta fuera de servicio del mismo.

#### 4.2.1 Factores que influyen en la vida óptima del equipo

Reducción progresiva de los plazos de servicio de los elementos constructivos, recambiables frecuentemente.

Complicación progresiva de los trabajos de reparación de dichos elementos.

Aumento progresivo de los trabajos de desmontaje e improductivos durante el mantenimiento.

Todo esto se refleja bajo un solo patrón, que es el económico, es decir una máquina deja de ser útil, cuando su costo anual no es mínimo. Esto depende determinantemente de la intensidad y racionalidad del mantenimiento preventivo.

Otro aspecto que ayuda a conservar y aumentar la vida óptima es la modernización de la máquina durante su reparación, lo cual eleva su economía, conservando o superando los índices

anteriores de su rendimiento.

En todo caso la máquina modernizada debe asegurarnos la disminución del precio de costo de producción, al igual que facilitar y reducir el tiempo de reparación o mantenimiento, lo cual redundará en la disminución de costos por mantenimiento.

Esta modernización debe cumplirse con los siguientes principios básicos:

1. Disminución de los gastos de trabajo adicional para la reposición de los elementos constructivos de corta vida útil, lo cual incide en disminución de gastos del mantenimiento productivo y en consecuencia alarga la vida óptima del equipo.

2. Disminución de los gastos de trabajo adicional, para la realización ulterior del mantenimiento y la reparación de la maquinaria, es decir facilitando y simplificando todo proceso tecnológico empleado en el restablecimiento del elemento intervenido. Lo cual influye en el ahorro de horas - hombre y por consiguiente se tendrá menos gastos de mantenimiento.

3. Disminución en lo posible de los gastos de empleo de la máquina, como son : energía,

lubricación, etc.

#### 4.2.2 Costos de inversión del equipo

Es el desembolso en dinero que se hace por la compra de una máquina.

La función de gastos específicos (  $Y_1$  ) es independiente del costo inicial del equipo, puesto cuando mayor sea el tiempo de uso tanto menores serán los gastos y pérdidas específicas de adquisición.

$$Y_1 = A / t$$

donde :

A = Costo inicial del equipo o máquina.

t = tiempo de uso del equipo.

#### 4.2.3 Costos de mantenimiento del equipo

Son los gastos y pérdidas suplementarias invertidas en el mantenimiento técnico y la reparación, así como las pérdidas progresivas de la no utilización de los medios invertidos en otros objetivos.

Se puede presentar los gastos o pérdidas progresivas en función del tiempo de trabajo de la máquina :

$$B = C T t$$

C: Coeficiente constante que determina la norma inicial de los gastos y pérdidas progresivas del usuario.



T: Es el índice de potencia del aumento de los gastos y pérdidas a medida que envejece la máquina.

Luego la función de gastos y pérdidas específicos por concepto de mantenimiento será:

$$Y_2 = B / T$$
$$= C ( t ) ^ { @ - 1 }$$

#### 4.3 Análisis de envejecimiento del equipo durante su utilización

Toda máquina o equipo puede funcionar eficientemente durante un plazo prolongado, solamente si se llevan a cabo determinadas operaciones de limpieza y lubricación de los elementos y conjuntos de los mismos, al igual que la separación de piezas y restablecimiento de los ajustes, originando todas estas medidas el sistema de mantenimiento programado de la máquina dada.

La periodicidad de los mantenimientos técnicos, normas para la reparación y desechado de componentes, está basado principalmente en los resultados de los ensayos de los desgastes y el factor económico derivado del envejecimiento de las máquinas nuevas o reparadas.

Por consiguiente es necesario conocer la variación del estado general de las máquinas durante su período de empleo y las leyes de envejecimiento de las

mismas, así como la operación constructiva y perfeccionamiento tecnológico de los mismos.

#### 4.3.1 Concepto de utilidad de un equipo

Se entiende por utilidad a la capacidad y potencialidad de un equipo para cumplir las funciones para la cual fué diseñada dentro los límites tolerables de calidad y economía, durante su vida útil en la producción.

Esta utilidad es función del tiempo de empleo de la máquina, siendo posible en casi todo los casos expresar la utilidad por medio del costo respectivo de los elementos. Los componentes de la utilidad vienen definidas por:

##### a) Elementos constructivos ( E )

Son toda las piezas que integran la máquina, tales como ejes, engranajes, fajas, pernos, etc. Luego una componente de la utilidad de la máquina será el resultado de la suma de utilidades de sus elementos constructivos.

$$\text{SUM}(i-n) E_i$$

##### b) Elementos no constructivos ( G )

Son aquellos elementos que no actúan en forma aislada, sino como un conjunto y no pueden ser reparables ( como un perno, un eje, etc. ), cuya acción se encuentra difundida por todas las máquinas permitiendo el funcionamiento normal de

todos los elementos constructivos durante el plazo de servicio del equipo, tales como la lubricación, el reglaje, direccionamiento, pintura, etc. En consecuencia, la otra componente de la utilidad será la suma de todas las unidades de sus elementos no constructivos.

$$\text{SUM}(n-j) G_j$$

Luego la utilidad de la máquina acabada es :

$$E_t \quad \text{SUM}(i-n) E_i \quad + \quad \text{SUM}(j-n) G_j$$

Esto nos hace ver que solamente después de la unión de los elementos constructivos no constructivos se obtiene una máquina útil para el trabajo.

Debe tenerse presente que durante el mantenimiento técnico se recupera una parte de utilidad, con la reparación y construcción de la piezas desgastadas. Esto se debe a que el elemento constructivo reparable tiene una utilidad recuperable, ejemplo : que puede ser introducida en la máquina al instalar el elemento constructivo reparado en vez del malogrado. Al igual, la utilidad del elemento no constructivo, se recupera casi completamente en la máquina adquiriendo casi completamente el valor  $G_j$ .

#### 4.3.2 Coeficiente de apreciación de las

## características constructivas de un equipo mecánico

El usuario encontrará conformidad con un equipo mecánico, cuando este conserve por largo tiempo sus características de servicio y no tenga muchos elementos que requieran la sustitución o reparación frecuente, es decir considerarlo confiable y de envejecimiento lento

Por consiguiente, tiene gran significación la relación entre los elementos constructivos de larga vida útil y los de desgaste rápido; es decir, los volúmenes y plazos de ejecución del mantenimiento preventivo y reparación, así como el reemplazo de las piezas de corta vida útil.

Luego se hace necesario la apreciación cuantitativa de la necesidad del mantenimiento preventivo, reparación y sustitución de piezas, así como algunos otros parámetros en su utilización. Usaremos como magnitud commesurable para apreciar estas características de servicio de las máquinas, el costo de trabajo global necesario que se invertió o gastó en su producción; pero debemos tener presente que el costo no siempre determina exactamente la utilidad del equipo.

#### 4.3.2.1 Coeficiente de equiresistencia ( $F_{eq}$ )

Es la relación entre el valor sumario de la utilidad (  $\text{SUM} ( E_j )$  ) de los elementos constructivos que posee al inicio de la máquina y la utilidad sumaria (  $\text{SUM} N_i E_i$  ) de todo los elementos constructivos que se desgastan durante el trabajo de la máquina.

$$\begin{aligned} F_{eq} &= \text{SUM } E_i / \text{SUM } N_i E_i \\ &= \text{SUM } C_i / \text{SUM } N_i C_i \end{aligned}$$

donde :

$N_i$  : Es el número de elementos que se introducen durante el plazo de servicio.

$C_i$  : Costo del elemento (es el más empleado en la práctica).

Este coeficiente normalmente es estimado para la selección de máquinas, base a reemplazos estimados y vida óptima estimada, puesto que tendría que esperarse a que se cumpla el plazo de servicio, para conocer el  $F_{eq}$ . Sin embargo, dentro de ciertos límites, nos indica la capacidad diseñadora del equipo que es muy útil para el usuario.

Para determinar con más precisión el

F<sub>eq</sub> de los elementos constructivos, se debe hacer uso de los medios de consumo de repuestos, que se calculan normalmente sobre la base de datos estadísticos del consumo de repuestos para determinados períodos de trabajo de la máquina.

#### 4.3.2.2 Coeficiente de estabilidad ( F<sub>es</sub> )

Nos da otra apreciación objetiva de la perfección constructiva y tecnológica de las máquinas. Se determina por la relación entre la utilidad inicial de los elementos no constructivos y la utilidad sumaria de todo los elementos no constructivos empleados durante el plazo de servicio.

$$\begin{aligned} F_{es} &= \text{SUM } G_j / \text{SUM } n_j G_j \\ &= \text{SUM } C_j / \text{SUM } n_j C_j \end{aligned}$$

Un bajo coeficiente de estabilidad de las regulaciones nos demostrará la deficiente desperfección constructiva de la máquina al igual que una incipiente tecnología.

#### 4.3.3 Coeficiente de vida útil

Refleja la influencia del volumen e incidencia del recambio de los elementos

constructivos y el restablecimiento de los elementos no constructivos.

#### 4.4 Determinación de fallas mecánicas

Para aplicar la teoría de fiabilidad se hace necesario contar con una secuencia de datos que nos permitan estimar estadísticamente la fiabilidad de un equipo.

La apropiada recopilación de dichos datos, nos permitirán en le mismo seno de la industria determinar la forma de distribución adoptada por los tiempos hasta el fallo de los componentes de un equipo o máquina, en las condiciones reales de la explotación, sin tener que realizar ensayos sobre fiabilidad, que de hacerlos demandaría una serie de experimentos destructivos con el equipo, cosa no usual en nuestra industria.

##### 4.4.1 Tarjeta de datos sobre fallas mecánicas

La recolección y el tiempo de información de datos sobre las fallas depende del tipo de máquina y particularidades de su funcionamiento y uso. Sin embargo, en todo los casos esos datos deben encontrarse las siguientes informaciones:

1. El tipo de máquina y sus características técnicas, año de producción, fecha inicial de utilización o explotación.

2. El período de trabajo en buen estado hasta

la aparición de la primera avería, así como la fecha de las fallas posteriores.

3. Los regimenes de trabajo del equipo, tales como: presión, temperatura, caudal, voltaje, amperaje, etc.

4. Las características extremas del medio en que trabaja el equipo, como: temperatura, presión, humedad, impurezas corrosivas del medio, así como la frecuencia y amplitud de las vibraciones que producen maquinas cercanas.

5. El tipo de falla, sus motivos de aparición, así como la reparación necesaria con indicaciones del tiempo empleado y laboricidad, al igual que el costo total de la reparación.

#### 4.4.2 Volumen de fallas mecánicas

Una vez llenada la tarjeta se presenta el problema de la visualización del total de fallas al año, ya que resultaría tedioso hacer un conteo de las tarjetas de mantenimiento.

Es importante conocer el total de fallas por año, al igual que la probabilidad de incidencia de determinadas fallas sobre el total; puesto que esto nos indica en el tiempo en que medida se va envejeciendo la máquina.

#### 4.5 Fiabilidad determinada por las propiedades condiciones de explotación de los equipos



La fiabilidad viene determinada por las características constructivas de la máquina y sufre variaciones durante todo el período de su empleo. Debe tratarse de conservar utilizando métodos correctos de utilización y un mantenimiento sistemático, al igual que el control preventivo y su reparación.

Por consiguiente es de suma importancia sobre la fiabilidad de las máquinas durante su empleo, para poder ajustar cada vez el tiempo de frecuencia del mantenimiento y así alargar el tiempo de vida útil del equipo.

#### 4.5.1 Condiciones de explotación de los equipos

Las condiciones que influyen en la fiabilidad de las máquinas durante sus servicios en la industria son:

a) Las condiciones del medio ambiente y de producción, las grandes variaciones diarias de temperatura y humedad, al igual que las impurezas agresivas del aire. La ubicación de las máquinas cerca de grandes equipos que originan vibraciones mecánicas y acústicas. Todo esto da lugar al envejecimiento acelerado y aparición de fallas.

b) El mantenimiento organizado, examen y control profiláctico y periódico, la limpieza y el ajuste establecido conforme a las

indicaciones del fabricante mediante los catálogos; las reparaciones y sustitución de elementos desgastados, cuyas características hayan indicado desviaciones de la norma de control de turno, permiten evitar los fallos y prolongar el plazo de servicio del equipo.

c) La calificación y la responsabilidad del personal de mantenimiento tiene un gran valor para asegurar la fiabilidad, la duración y eficiencia del régimen de trabajo de la máquina. "La experiencia demuestra que el cambio frecuente de personal disminuye la responsabilidad y por otro lado, obstaculiza el completo dominio de los aparatos".

d) Por consiguiente, sería interesante saber el porcentaje en que influye el mantenimiento en el total de fallos, para ilustración general presentamos los posibles causas de los fallos:

Errores cometidos en el diseño 40 - 45%.

Errores cometidos en la producción 20 %.

Condiciones de explotación y regímenes incorrectos de uso en el mantenimiento deficiente 30 %.

Por el desgaste natural 5 - 7 %.

#### 4.5.2 Conceptos fundamentales de la fiabilidad

##### Fiabilidad

Confianza que se tiene de que una máquina o equipo trabaje en forma correcta, bajo ciertas condiciones de explotación, en un intervalo de tiempo prefijado. También se define como: la probabilidad de que un dispositivo realice satisfactoriamente su función especificada durante un período determinado y bajo un conjunto dado de condiciones operativas.

### Fallos

Hecho después el cual el equipo, deja de cumplir total ó parcialmente sus funciones. Es decir es la perturbación de la capacidad de trabajo del equipo.

### Probabilidad del trabajo sin fallos ( $p(t)$ )

Es la probabilidad de que en el período de tiempo observado, a condiciones de trabajo dadas, no se produzca ningún fallo.

### Probabilidad del fallo ( $q(t)$ )

Es la probabilidad de que en el período de tiempo observado se produzca al menos un fallo. Como en toda máquina o está funcionando normalmente o ha fallado, no se puede dar ambos casos a la vez, se dicen que son sucesos incompatibles; es decir cuando se da uno de ellos el otro no ocurre.

$$q(t) = 1 - p(t)$$

### Intensidad de fallos ( $\lambda(t)$ )

Es la relación existente entre el número de artículos en cierto lapso pequeño de tiempo y la cantidad media de estos en buen estado al principio de este período de tiempo, multiplicado por la amplitud del intervalo.

$$\lambda(t) = \Delta N_x / N_x \cdot t$$

donde:

$\Delta N_x$  : Número de artículos fallados.

$t$  : Intervalo de tiempo.

$N_x$  : Es la cantidad media de artículos en buen estado en el intervalo de tiempo.

También suele expresarse la intensidad de fallos como:

$$\lambda(t) = - ( P'(t) / P(t) )$$

$$P'(t) = d P(t) / dt$$

### Tiempo medio entre fallos ( $t_m$ )

Es el valor promedio de las horas de trabajo del equipo reparado hasta el fallo.

$$t_m = \text{SUM } T_i / n$$

donde:

$T_i$  : Es el tiempo de trabajo en buen estado de la máquina.

$n$  : Es el número de fallos de la máquina.

#### 4.5.3 Tipos de fallas

Como los equipos modernos constan de muchos

componentes, cada uno con una vida media y una varianza diferente y distribuida aleatoriamente; la tasa de avería del sistema resulta constante, a base de reparar las partes que fallan. " Así, aunque los fallos sean por desgaste, la mezcla que existe en la población hacen que ocurran a intervalos de tiempo aleatorio con tasa de fallos constantes y comportamiento exponencial".

#### Fallos por azar

Es el que ocurre cuando la pieza queda totalmente inoperativa o que sus características cambian mucho, este modo de fallo se caracteriza por un colapso repentino sin síntomas previos de deterioro o desgaste. Este tipo de fallo se caracteriza por cumplir la ley exponencial.

#### Fallos por desgaste

Es un tipo de fallo gradual que conforme avanza el tiempo se hace mas notable e imposibilitan cada vez mas el funcionamiento normal del equipo. Se caracteriza por una distribución normal del tiempo hasta el fallo, luego es característica de la distribución normal que la intensidad del fallo aumente con la edad.

Si se analiza un sistema que ha acumulado cierta edad  $T$  (ejemplo : la tercera parte de su

vida), habría que emplear para cada componente una expresión de fiabilidad condicional que tenga en cuenta la edad.

$$P_w(t) = \frac{\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{T+t}^{\infty} e^{-\frac{(t-t_m)^2}{2}}}{\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_T^{\infty} e^{-\frac{(t-t_m)^2}{2}}}$$

$$P_w(t) = P(T+t) / P(T)$$

donde:

$P_w(t)$  : Es la probabilidad de sobrevivir un período  $t$  condicionado a que el componente haya sobrevivido previamente un tiempo  $T$ .

#### Efecto combinado de los fallo por azar y desgaste

Es la probabilidad compuesta de que un nuevo componente presente fallos al azar y por desgaste en un lapso de tiempo  $t$ . En consecuencia la probabilidad de trabajo en buen estado de la máquina será:

$$P_T(t) = (e)^{-\lambda t} \cdot (P(T+t) / P(T))$$

#### 4.5.4 Análisis estadístico de los datos sobre fallas para la determinación de la fiabilidad

En el cálculo de la fiabilidad es básico tener como dato el tiempo de trabajo sin fallo real, entre reparación y reparación para toda las maquinas a estudiar.

#### 4.6 Compatibilidad del mantenimiento preventivo y

### predictivo en vida útil del equipo y su prolongación

Un buen mantenimiento preserva a la máquina de un envejecimiento prematuro, pero por otro lado intuimos que un mantenimiento excesivo, si bien que es muy cierto conserva a la máquina prolongando su vida útil, los costos que el acarrea traen como consecuencia que disminuya el tiempo de vida óptima o vida económica.

Luego el mantenimiento preventivo debe ser racional y debe tener ciertos límites superiores en cuanto a costo se refiera, es más un ajuste en los gastos de mantenimiento traerá como consecuencia una variación en la vida óptima estimada. Por lo tanto, debe tenerse mucho cuidado al seleccionar la frecuencia del mantenimiento cuidando que sus costos aproximen lo más cerca posible la vida óptima y la vida útil.

#### 4.6.1 Alternativas de aplicación del mantenimiento preventivo y predictivo programado

El objetivo de todo programa de mantenimiento preventivo y predictivo, para largar el tiempo óptimo de vida de la máquina, consiste en reducir el costo total de provisión de un servicio; en consecuencia para determinar la eficiencia de los programas, se hace necesario comparar sus costos con los que surgirían si no se realizase mantenimiento alguno. Para ello se requiere :

### 1. Frecuencia de averías

Lo cual nos ayuda a determinar el tiempo de trabajo entre fallos, es base de cálculo de la fiabilidad.

### 2. Causa de la avería

Es indispensable para poder determinar si es o no necesario introducir diseños correctivos que solucionen la avería o al menos bajen su frecuencia, para así poder aumentar su vida óptima.

### 3. El costo total de la avería

Sirve para nuestra política de mantenimiento.

### 4. El costo de mantenimiento preventivo para reducir o eliminar la causa que origina la avería

Al igual que la anterior sirve para la política de mantenimiento preventivo a aplicarse.

En la figura 4 - 6, observamos que se puede suprimir o agregar mantenimiento preventivo aproximadamente lineal ( gastos en elementos no constructivos y en mantenimiento de los elementos constructivos ). Al aumentar los costos de mantenimiento preventivo, la magnitud de la reducción de costos por avería disminuye rápidamente y se hace asintótica, tendiendo a un



costo por avería ocasionado por fallas al azar.

El costo por avería es igual a la probabilidad de avería, multiplicada por el costo de avería.

$$C_{av} = q ( t ) * C_i$$

Si llamamos al costo de mantenimiento preventivo  $C_{mp}$  éste resultará económico si  $C_{mp} < C_{av}$  por cada período.

Para determinar el costo esperado de avería por período, si no existiera mantenimiento preventivo, se divide el costo de avería  $C_{av}$  por el número esperado de períodos entre averías  $E(n) = q * n$ ; donde "q" es la probabilidad de avería en el período "n".

El costo esperado por período de mantenimiento preventivo será:

$$C_E = C_{av} / E(n)$$

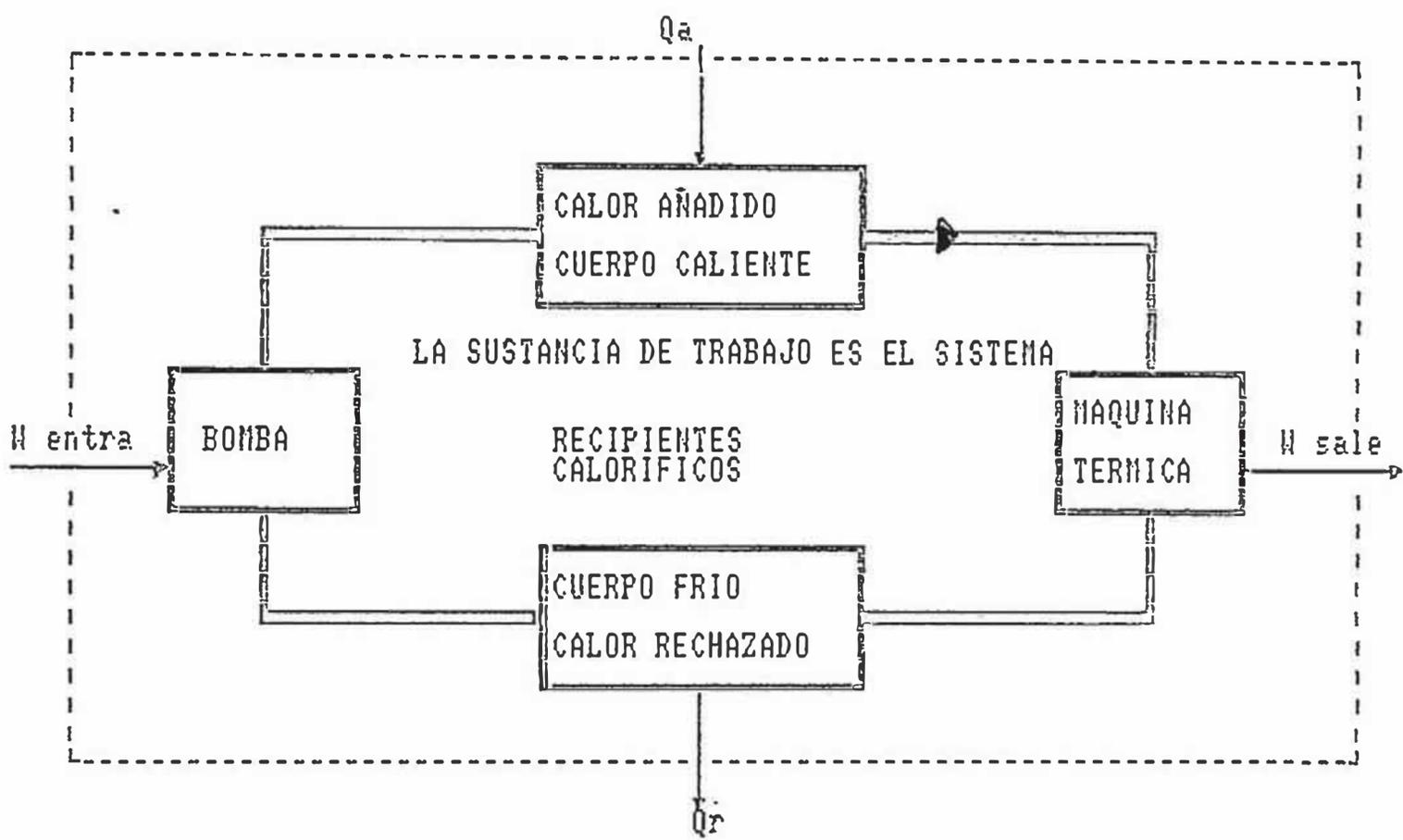


FIGURA 4 - 1

CICLO DE ENERGIA O POTENCIA

$$Q_a > Q_r$$

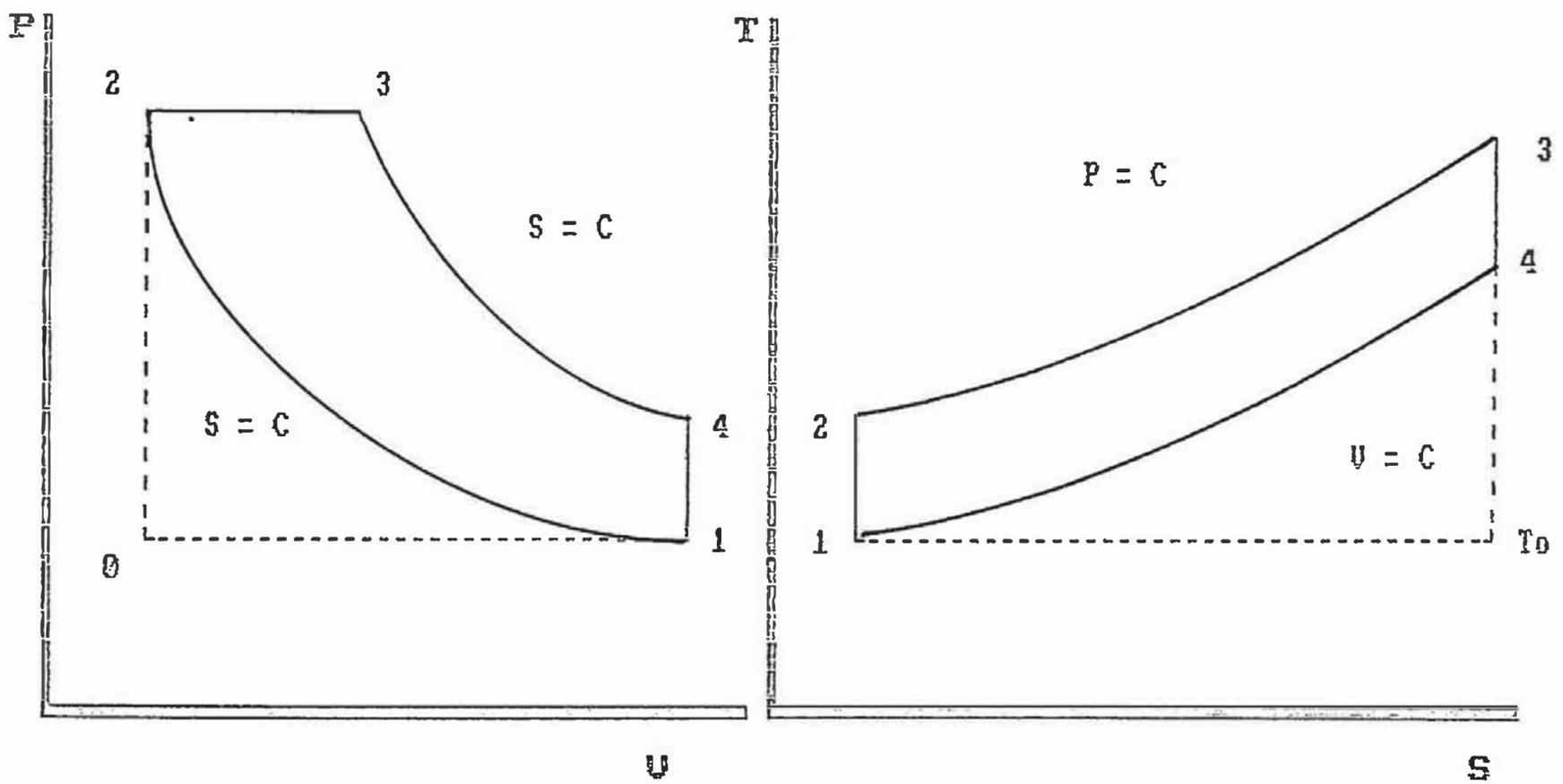


FIGURA 4-2

## CICLO DIESEL

$s$  = ENTROPIA  
 $P$  = PRESION  
 $V$  = VOLUMEN  
 $T$  = TEMPERATURA

$h$  = ENTROPIA INTERNA  
 $C_p$  = CALOR ESPECIFICO PRESION CONSTANTE  
 $C_v$  = CALOR ESPECIFICO VOLUMEN CONSTANTE

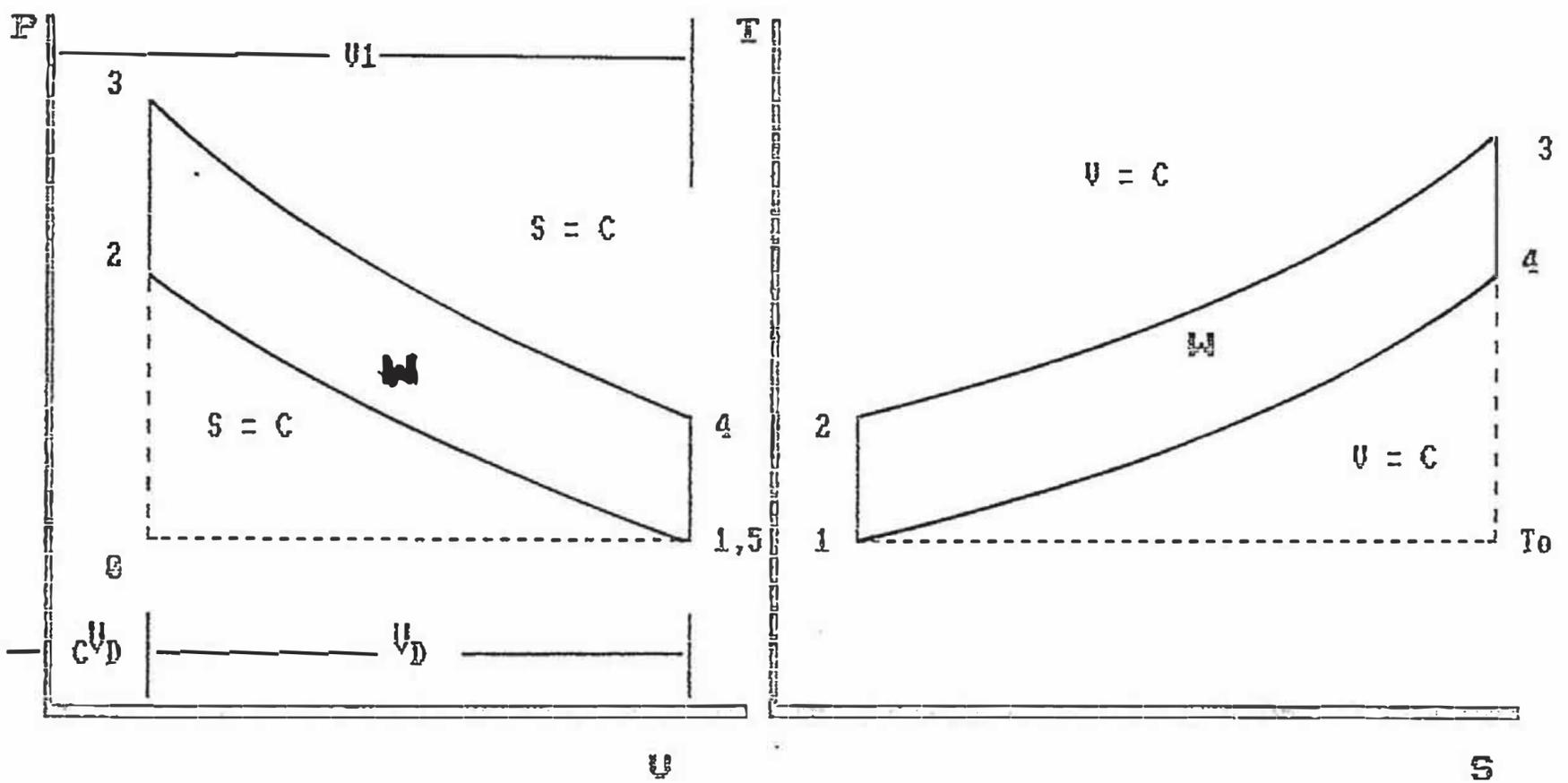


FIGURA 4 - 3

CICLO OTTO

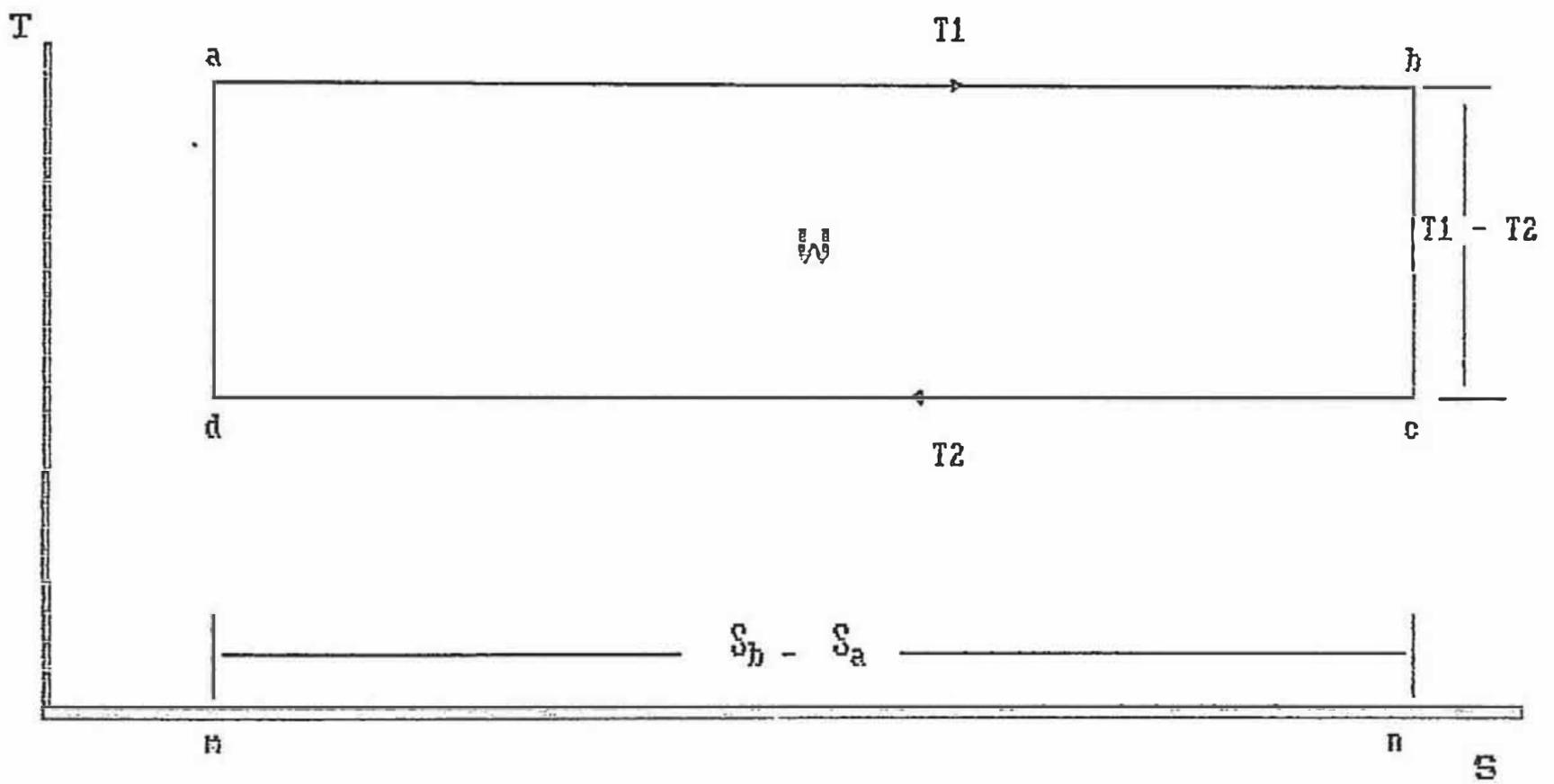


FIGURA 4 - 4

CICLO DE CARNOT

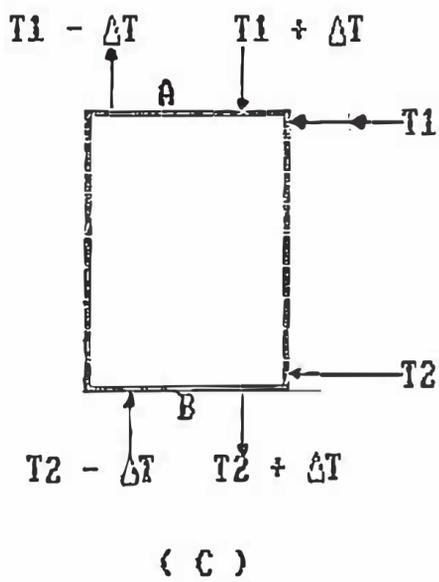
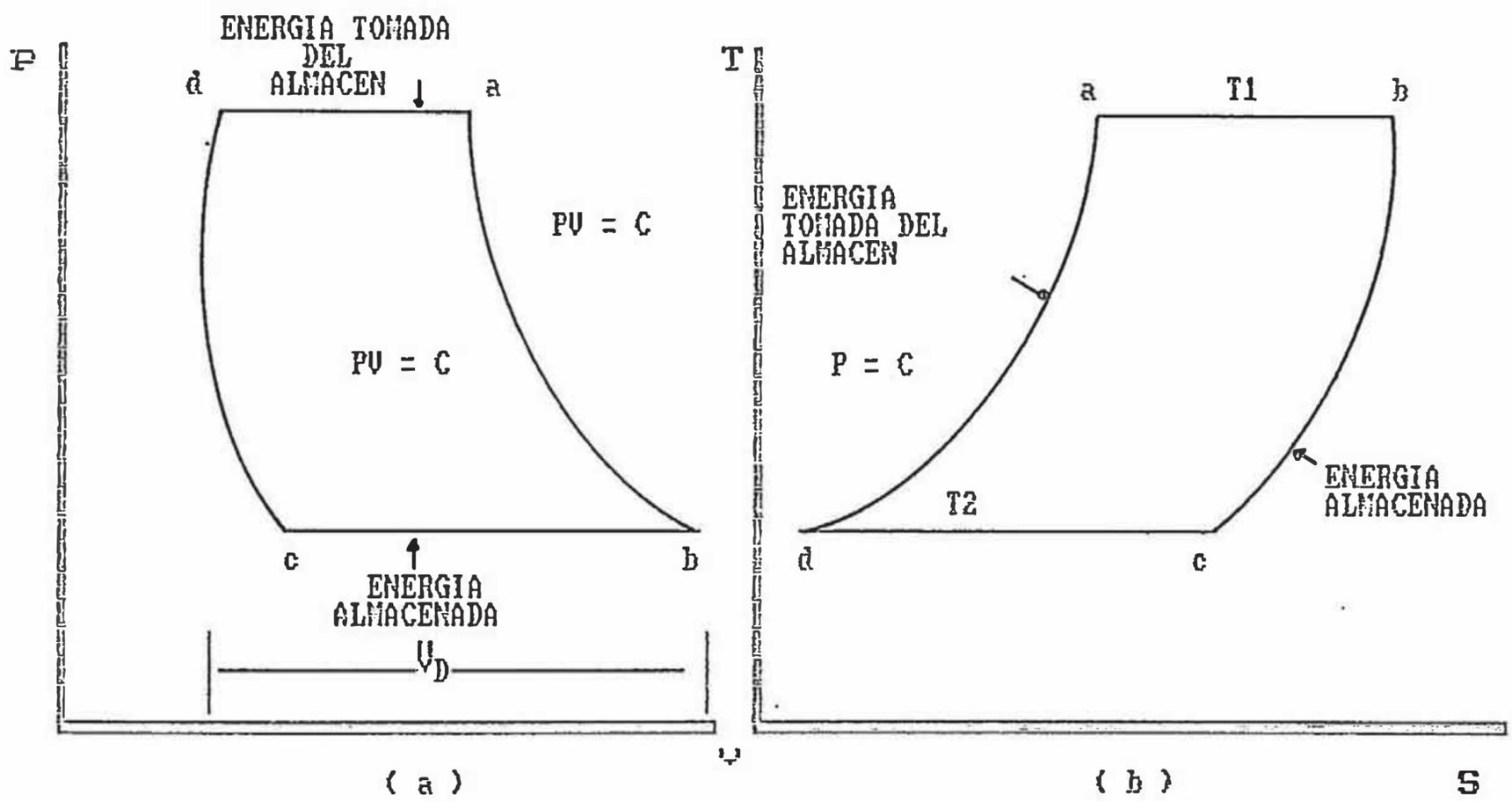


FIGURA 4 - 5

CICLO DE ERICSON

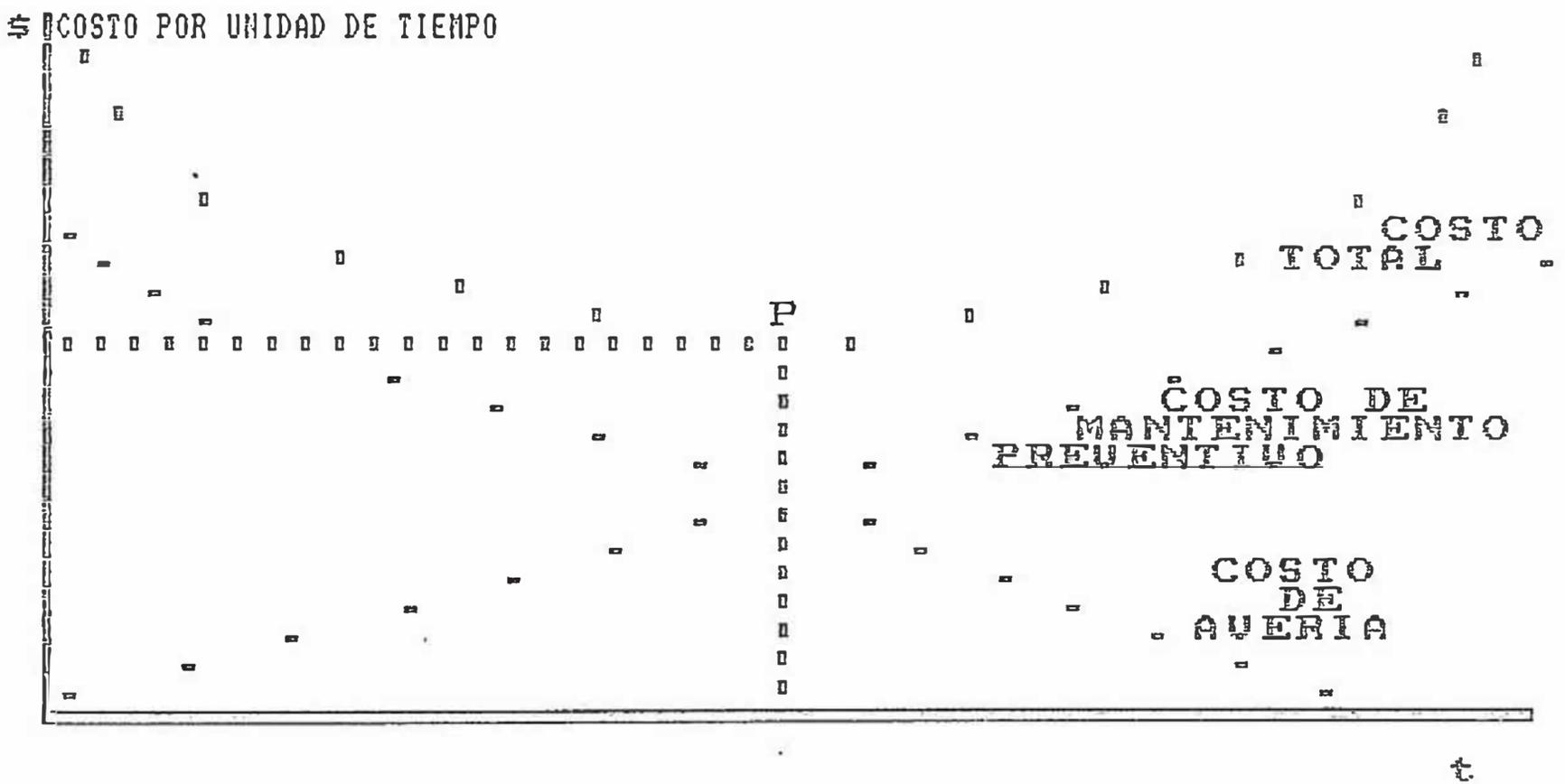


FIGURA 4 - 6

CURVA DE OBTENCION  
 DEL COSTO TOTAL  
 MINIMO ( P ) DE  
 MANTENIMIENTO

## CAPITULO 5

### EMPRESAS DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO A MOTORES DIESEL DEUTZ

En el presente capítulo daremos a conocer la infraestructura, el equipamiento, el sistema de operaciones de la empresa a formar. Cabe indicar, que sobre los diagnósticos de fallas y la frecuencia con que estas se presentan, han sido una recopilación de datos diferentes empresas ubicadas en Lima que de una u otra manera brindan servicios.

#### 5.1 Infraestructura de la Empresa

Además del área física disponible, que es muy importante para ubicar nuestra maquinaria, también tenemos que considerar la obra de ingeniería civil que debe efectuarse en ella.

El taller de servicio contará con un área techada de 351 metros cuadrados, y un área cercada de 500



metros cuadrados, equipado con las modernas máquinas y herramientas para servicio de mantenimiento y reparaciones de equipos diversos.

También nuestro local contará con áreas especiales para instrucción y entrenamiento de operadores y mecánicos, ampliando nuestro servicio en capacitación y preparación de personal de campo.

Además se construirá una rampa de carga y descarga y servicio de maquinaria hasta 30 toneladas.

El personal será especializado en servicio de taller y de campo es decir en el mismo lugar de operación del equipo; el personal puede estar integrado por:

Gerente de servicio, jefe de taller, jefe de servicio de campo, técnicos mecánicos de primera, técnico electricista de primera, técnico mecánico de segunda, ayudante de mecánico, maestro soldador, chofer mecánico de abastecimiento.

El personal de servicio estará capacitado para realizar las siguientes labores:

- Reparar componentes en nuestro taller de Lima.
- Ejecutar reconstrucciones integrales de motores de cualquier marca y modelo en nuestros talleres, servicio luego del cual el equipo es entregado con la garantía respectiva de acuerdo al número de reparaciones que tiene o tuvo el motor.

Reparar unidades de campo.

- Entrenar al personal de operación y mantenimiento, ya sea en programas globales en nuestro local o programas específicos para clientes, en las instalaciones de la mina.

- Prestar asistencia técnica al usuario en general.

#### 5.1.1 Equipos y herramientas

El motor diesel necesita de herramientas adecuadas, para cada parte que presenta dicho motor.

Inicialmente, se ha emnumerado los elementos del motor, el nombre de las herramientas y su código respectivo, para obtener al final un esquema de cada herramienta y sus diferentes dimensiones y formas en que se encuentran.

En nuestro cuadro No 5.1, se indican también el tipo de motor que requiere esa herramienta.

Si vemos como ejemplo, la herramienta que figura con el número 1, a continuación el número de codificación y luego sigue el numero de serie de los diversos motores.

Así, vemos que el B / FL413, usa la fuerza de empalme para verificador de presión con los números 100020, 100040, 100060, el FL413W usa la pieza con código 100040, el B / FL413F las de código 100020, 100030, 100060 y finalmente el B

/ FL413FW el 100040 respectivamente.

Alguna herramientas son comunes en algunos motores, por citar algunos, el micrómetro de reloj, el plato graduado magnético, el indicador para escalas graduadas, extractor para inyectores, etc.

### 5.1.2 Información técnica

Comenzamos dando información general de los motores, sobre todo de las series B / F6L 413 W; B / F8L 413 FW; B / F10L 413 F W y el B / F12L 413 FW.

Indicaremos también el sistema de inyección, parte del émbolo con sus anillos, biela. La unidad cilindro, el mecanismo motriz, la lubricación del motor y el ángulo de reapriete de los pernos.

#### 5.1.2.1 Archivo de datos

Comprende la información detallada y concisa de acuerdo a los cuadros No 5.2 al No 5.5 para los motores de las series arriba indicadas.

#### 5.1.2.2 Uso de catálogos y manuales

Existe diversos tipos de catálogos y manuales que origina el fabricante tal podemos mencionar el uso de los siguientes casos:

Catálogo de partes: indica en detalle el despiece de la unidad por sistemas, con número de parte respectivo.

Catálogo de servicios: indica de los componentes principales el detalle de fabricación y recomendaciones de reparación y uso, con diagramas de los sistemas principales.

Manuales de operación y de talleres: estos indica lo preventivo que el usuario debe realizar cada turno y como reparar en los problemas presentados.

## 5.2 Diagnóstico de fallas

Con frecuencia se deben presentar perturbaciones al hecho de que ha sido deficiente o incorrecto el engrase y el mantenimiento del motor, principalmente no cumplir con lo preventivo recomendado.

A continuación indicamos las fallas que se presentan en el motor y a la luz las causas que lo originan y la solución que debe darse para subsanar y corregir el problema.

### 5.2.1 El motor no arranca

#### Causas

- a) Agotado el contenido de combustible.
- b) Cerrado el grifo de paso.
- c) Entaponado el tamíz de combustible en el

filtro primario.

d) Entaponados los filtros de combustible, en invierno por separación de parafina.

e) Cañerías y mangueras del sistema de combustible en mal estado.

f) No se enciende la lámpara indicadora de carga de batería.

g) Condiciones de sistema de arranque eléctrico, en mal estado.

#### Soluciones

a) Rellenar en tanque de combustible y efectuar la purga de aire en el sistema.

b) Abrir el grifo de paso y efectuar eventualmente la purga de aire.

c) Limpiar el tamíz.

d) Renovar los cartuchos de filtro y efectuar a continuación la purga de aire.

e) Revisar cañerías y mangueras respecto a estanqueidad en todas las conexiones y reajustar eventualmente las uniones roscadas.

f) Girar la primera posición de enclavamiento la llave de contacto, apretar las conexiones en los terminales de batería, revisar los cables eléctricos.

g) Revisar arrancador y sistema de carga del alternador.

### 5.2.2 El motor arranca en condiciones no normales

#### Causas

a) Demasiado bajo el rendimiento de las baterías, conexión aflojada en los terminales de batería y sulfatada, por lo que resulta giro lento del arrancador.

b) Aceite demasiado espeso en el motor, especialmente en invierno.

c) El motor no recibe suficiente combustible, entaponado el sistema de combustible por separación de parafina a bajas temperaturas.

#### Soluciones

a) Revisar la batería, limpiar los terminales de conexión, apretar las conexiones y untarlas con grasa libre de ácidos.

b) Emplear aceite en el motor que corresponda a las respectivas temperaturas ambiente.

c) Renovar los cartuchos de filtro de combustible y purgar el aire del sistema.

Limpiar el filtro de tamíz en el depurador primario en la bomba de alimentación.

Revisar las cañerías respecto a conexiones estancadas y reajustar las uniones roscadas.

### 5.2.3 El motor trabaja de forma irregular, con potencia deficiente

#### Causas

- a) El motor no recibe suficiente combustible.
- b) El juego de válvulas no corresponde al valor prescrito, se ha roto el muelle de válvula.
- c) Agarrotadas las agujas de los inyectores.
- d) Turbo-sobrealimentador, sucio en el lado del compresor.

#### Soluciones

- a) Renovar los cartuchos de combustible y purgar el aire del sistema. Limpiar el filtro de tamiz en depurador primario. Reajustar las conexiones de cañerías y mangueras.
- b) Reajustar el juego de válvulas, cambiar muelle de válvulas.
- c) Recalibrar o cambiar toberas de inyectores.
- d) Realizar mantenimiento respectivo.

#### 5.2.4 El escape demuestra gran formación de humo

##### Causas

- a) Alto nivel de aceite de motor.
- b) Alto nivel de aceite en el filtro para aire con baño de aceite.
- c) Mala compresión del motor, debido a anillos de compresión agarrotados por aceite quemado o rotos, juego de válvulas descalibradas.

d) Turbo sobre-alimentador, sucio en el lado del compresor.

#### Soluciones

a) Evacuar el exceso de aceite hasta el nivel correcto.

b) Evacuar el exceso de aceite hasta el nivel correcto, en el filtro.

c) Revisar los anillos y émbolos por un especialista.

d) Efectuar mantenimiento respectivo.

5.2.5 El motor se calienta demasiado. en el tele-termómetro aparece "stop" parar inmediatamente el motor

#### Causas

a) Fuertemente ensuciadas las aletas de refrigeración en los cilindros y en las culatas.

b) Inyectores averiados.

c) Caudal de alimentación de la bomba de inyección desregulado.

d) El ventilador de refrigeración no suministra suficiente aire.

e) El ventilador de refrigeración gira demasiado lento.

f) Turbo sobre-alimentador sucio en el lado del compresor.

#### Soluciones



a) Limpiar las aletas de refrigeración, en especial las aletas verticales de culatas.

b) Recalibrar y/o cambiar toberas, inyectores.

c) Reajustar en laboratorio o por un especialista.

d) Desentaponar la entrada de admisión de aire.

e) Revisar termóstato de escape y sacar eventualmente el anillo de cobre del tornillo de graduación.

f) Efectuar mantenimiento respectivo.

5.2.6. Presión de aceite demasiado baja en el motor, parar inmediatamente el motor

Causas

a) Fugas en el sistema de lubricación. Juego demasiado grande en los cojinetes de bancada.

Soluciones

a) Revisar respecto a su estanqueidad las conexiones de tubería de aceite, manómetro de aceite y refrigerador de aceite y apretar las uniones roscadas. Al no conseguir resultado, revisarlo con un especialista.

5.2.7 La lámpara indicadora de carga se enciende, cuando el motor está funcionando

Causas

a) Demasiado baja las revoluciones de la

generatriz.

b) La batería no se carga con el alternador, por estar averiado.

#### Soluciones

a) Revisar la tensión de la correa trapecial.

b) Revisar sistema por un electricista.

### 5.3 Reparación de fallas

Hacemos las siguientes aclaraciones: Una hora de servicio corresponde a vehículo trabajando, servicio de larga distancia igual a 50 kms. y en servicio a corta distancia igual a 25 kms.

#### 5.3.1 Revisar el nivel de aceite en el motor

Nuevos motores tienen normalmente un consumo de aceite más elevado. Por consiguiente, se debe revisar durante el período de rodaje de la unidad (aproximadamente 250 horas de servicio) el nivel de aceite, cada inicio de guardia.

Para poder medir el nivel de aceite tanto antes de la puesta en servicio como también después de la parada del motor, se ha previsto de una varilla de sondeo de dos distintas clase de marcas.

#### Marcación por puntos

Al verificar el nivel de aceite antes de arranque después de una parada prolongada, se considera la marcación por puntos.

### Marcación por rayas

Para la medición inmediata después de la parada del motor ( esperando uno o dos minutos, se controlará el nivel de aceite según la marcación de rayas, procurando que la posición del motor sea horizontal.

Sacar la varilla de control de aceite y limpiar con un trapo que no suelte hilachas, volver a introducirla hasta el tope y sacarla nuevamente, con esta ocasión deberá quedar la varilla de sondeo de nivel en los posible cubierta con aceite hasta la marca superior.

Si el aceite solamente llegase hasta la marca inferior, deberá rellenarse inmediatamente aceite a través del tubo de llenado, para evitar graves averías en el motor ( comisuras de émbolo y de cojinetes ).

### 5.3.2 Revisar y limpiar el filtro de aire

Polvo contenido en el aire de combustión origina un desgaste prematuro del motor. Por consiguiente es un mantenimiento cuidadoso y periódico de primordial importancia para el motor.

El mantenimiento del filtro incluye también el control de los puntos de unión y empalme de los tubos de admisión.

### Filtro de aire en baño de aceite

Según el polvo en el aire del ambiente; controlar el filtro cada 60 horas de servicio, pero solo a motor parado una hora después, para que del filtro 1 escurra el aceite a la caja del filtro 2 ( figura No 1 ).

Luego soltar los cierres rápidos 3, después se puede retirar la caja de filtro 2. La parte inferior del filtro 4 se soltará con facilidad mediante un golpe lateral con la mano o intercalando un destornillador. Al existir aceite enfangado o espeso, renovar la carga de aceite y limpiar con combustible diesel las partes del filtro soltadas. Una vez que el combustible haya escurrido totalmente del filtro 4, se llena con aceite nuevo la caja de filtro 2, hasta la marca del nivel 5, después puede ser remontado en conjunto con el filtro 4.

No deteriorar la junta de caucho para la parte inferior del filtro.

Al existir poco polvo en el aire de ambiente, desmontar todo el filtro una vez al año y limpiar el tejido filtrante en su parte superior, inmergiendolo repetidamente en un baño de gas oil. Al existir ambiente muy cargado de polvo se efectuará esta limpieza mas de dos

veces al año.

En caso de funcionamiento en ambiente polvoriento, deberá existir un depurador primario tipo ciclón 6, cuyo vaso colector de polvo 7 debe ser vaciado hasta media altura, al objeto de asegurar la función del depurador primario.

De ninguna manera se permite que el colector de polvo 7 se llene con aceite, su función principal es coger el polvo separado. Exclusivamente filtros de aire en baño de aceite correcto asegura un limpio aire para la combustión, filtros sucios producen reducción de potencia y desgaste en el motor.

#### Filtros de aire en seco

La duración de los cartuchos de papel en filtro de aire en seco depende del vaciado del colector de polvo 2 a su debido tiempo, ( figura No 2 ).

Al omitir este mantenimiento, el cartucho se entapona rápidamente por la gran cantidad de polvo adherida. Por consiguiente, el colector de polvo no deberá llenarse más que hasta media altura con polvo. En caso de un ambiente muy polvoriento, es necesario vaciar el vaso diariamente.

Disponiéndose de un filtro con válvula de descarga de polvo 8 se suprime este mantenimiento, salvo periódicas limpieza de las ranuras de descarga de dicha válvula.

#### Vaciado del colector de polvo

Parar el motor.

Abrir el estribo fijador 1 ( figura No 2 ) y sacar el colector de polvo 2 conjuntamente con la tapa 3.

Quitar la tapa 3 del colector de polvo y vaciar el colector.

Efectuar el remontaje en orden inverso, fijándose que encaje el talón del colector de polvo en la escotadura de la tapa, vease flechas ( figura No 3 ). En caso de adosamiento horizontal del filtro prestar atención a la indicación " above " (arriba) en el colector de polvo.

#### Mantenimiento del cartucho de filtro

Recomendamos mantener el cartucho de filtro sólo en función de avisador de mantenimiento o de la lámpara de control debido a diferentes cambios del cartucho puede resultar afectada la junta 7 ( figura No 2 entre cartucho 5 y caja 6 del filtro ). Por esto se procede a una limpieza o sustitución del

cartucho sólo en caso necesario, sin embargo el cartucho debe sustituirse lo más tarde posible.

En caso de montarse a motor parado, existiendo un avisador de mantenimiento ( figura No 4 ), el campo de mantenimiento, rojo 1 o al encenderse con motor en funcionamiento la lámpara de control, amarilla del filtro de aire, se debe cambiar el cartucho de filtro.

Desmontar el colector de polvo 2 ( figura No 2 ) como descrito en el punto 1 (al existir un filtro con válvula de descarga de polvo 8 desenroscar tuerca de mariposa 9, quitando luego la tapa ).

Desenroscar la tuerca exagonal 4 y sacar el cartucho de filtro 5 ensuciado. Limpiar el cartucho o sustituirlo.

Emplear exclusivamente cartuchos de filtros originales, en algunos casos los equivalentes carecen características del fabricante y puede ocasionar serios problemas al motor.

### Limpieza en seco

#### a) Limpieza provisional

Golpear el cartucho de filtro 5 con su lado frontal varia veces ligeramente contra la palma de la mano o una superficie blanda y plana para que se desprenda el polvo, no debiendose averiar

o abollar en esto el lado frontal del cartucho.

b) Limpieza intensa

Soplar el cartucho, oblicuamente desde fuera y dentro con aire comprimido seco no más de cinco atmósferas. Hasta que no se observe ninguna salida de polvo ( no limpiar con aire comprimido la caja de filtro 6 ).

Limpieza en húmedo

Lavar el cartucho de filtro 5 en agua tibia, con un detergente suave usual en el mercado, agitandolo en la solución.

A continuación enjuagar bien en agua limpia y dejar sacar bien ( no emplear en ningún momento gasolina o líquidos calientes ).

Control

Controlar el cartucho de filtro limpiado 5, antes del montaje, con una lámpara portátil en cuanto a deterioros ( es indispensable sustituir cartuchos de filtros averiados ). Controlar también la junta 7 fijada pegada a cuanto grietas y deterioros. Oprimir eventualmente el botón de desenganche 2 al existir un avisador de mantenimiento ( figura No 4 ) con aviso óptico. Entonces desaparece el campo de mantenimiento rojo.

5.3.3 Cambio de aceite en el motor



Los intervalos para el cambio de aceite dependen de la calidad de aceite empleado y, además, de la sollicitación del aceite de motor por las respectivas condiciones de trabajo, contando entre estas la calidad de combustible con miras a su contenido de azufre, por lo que este valor se incluye en la siguiente tabla.

Los intervalos entre los cambios de aceite dependen, también de la sollicitación del aceite lubricante según la clase de aplicación del motor. Se han formado dos grupos con diferentes sollicitaciones de aceite que no consideran solamente las respectivas cargas, sino también eventuales influencias exteriores.

El grupo de sollicitación de aceite I corresponde a aplicación de aceite normal y el grupo II a elevada sollicitación del lubricante.  
Cuadro No 5.6.

### Clases de sollicitaciones de aceites

#### Grupo I

Vehículos para tráfico a larga distancia.

Vehículos de distribución de mercaderías.

Vehículos para servicio de bomberos.

Autobuses de turismo.

Autobuses de largo trayecto.

Tractores.

Motores de equipo en general.

### Grupo II

Vehículos para obras civiles.

Hormigoneras, automóviles.

Bombas para hormigón.

Vehículos recolectores de basura.

Vehículos para servicios municipales.

Autobuses de itinerario urbano.

Cosechadoras.

Así, como los del grupo I, en caso que :

Los motores esten equipados con turbo - sobre alimentadores accionados por el escape o trabajen durante períodos prolongados a temperaturas superiores a 30 °C, o a bajas temperaturas o en galerías subterráneas.

Solamente en los motores nuevos o reparados son más cortos y diferentes los intervalos para el cambio de aceite.

Al no alcanzar las horas de servicio o kilometraje dentro de un período de seis meses, se cambiará, no obstante el aceite semestralmente.

Efectuar el cambio de aceite a motor caliente, ya que el aceite drenará mejor si está caliente.

A este objeto se desenrosca el tornillo de

vaciado 1 ( figura No 5 ) de la parte inferior del cárter, una vez que se haya evacuado el aceite usado, se volverá a enroscar el tornillo de vaciado, llenando con aceite limpio y fresco por el racor de llenado 2 ( Figura No 6 ). pero solo hasta la marca superior de la varilla de sondeo ( marcación por puntos ).

La tabla siguiente indica las cantidades aproximadas de capacidad de aceite de los cárter, estas cantidades pueden variar. Por eso rige siempre para la correcta carga de aceite la marcación de la varilla de sondeo de nivel, también para la parte inferior del cárter. ( Cuadro No 5.7 ).

#### 5.3.4 Limpieza de tamíz del filtro primario de combustible

Cada 100 horas de servicio se aflojará la tuerca tensora 2 ( figura No 7 ) y se volteará hacia el lado derecho el estribo de alambre 1, quitando la campana de filtro 5, con el filtro de tamíz 4. Limpiar la campana y tamíz con combustible limpio. Con ocasión del remontaje se oprimirá bien la campana contra la junta 3.

#### 5.3.5 Limpieza exterior del motor

La limpieza de las aletas de refrigeración (figura No 8 y 9) es especialmente necesario

hacer funcionar el motor en un ambiente cargado de suciedad. Polvo depositado sobre las aletas de refrigeración de los cilindros, culatas, refrigerador de aceite y refrigeradores de aceite de sobrealimentación, especialmente con combinación con combustible y aceite lubricante, significa reducido efecto de refrigeración. En especial deberán mantenerse siempre limpias las aletas de las culatas.

Es recomendable realizar la limpieza de las aletas en seco, utilizando una rasqueta o aire comprimido soplando desde el lado de la salida de aire de las aletas de refrigeración. En especial deben mantenerse libres las aletas de refrigeración entre las zonas de aspiración y de escape, así como las del refrigerador de aceite de motor.

Al emplearse combustible diesel o un detergente para la limpieza en frío, se efectuará después de un suficiente tiempo de ablandamiento, un lavado a chorro de agua a continuación hacer funcionar el motor para calentar y evaporar con ello los residuos de agua y evitar la formación de óxido. Al disponerse de un dispositivo de limpieza por chorro de vapor, este modo de limpieza es mejor

a otro cualquiera, con ocasión de la limpieza del motor se recubrirá la bomba de inyección para protegerla del chorro directo de agua; igualmente se protegerá el alternador y el disyuntor. En los motores con sobrealimentación quedan los colectores de escape casi siempre dotados de aislamiento. Al emplearse para la limpieza del motor medios inflamantes (combustible), los mismos no deberán entrar nunca en contacto con el aislamiento, ya que el medio penetrado en el aislamiento representa un inmediato peligro de incendio al arrancar después el motor.

A cada limpieza del motor se revisará la estanqueidad de los manguitos de empalme en las tuberías de admisión y de las tuberías de escape en las culatas.

#### 5.3.6 Revisar el nivel de electrólito en batería

Cada 100 horas de mantenimiento, pero por lo menos cada cuatro semanas, en toda las celdas después de haber desenroscado los correspondientes tapones 1 ( figura No 10 ). Para este trabajo existen varios elementos de control 2 hasta cuyo fondo llega el electrólito.

Al no disponerse de dichos elementos, se ha de introducir un palo de madera limpio 3 hasta

el borde superior de las placas de plomo de la batería; al retirar el palito este debe mostrar una superficie de 10 a 15 mm humedecida. En caso de mostrar un nivel bajo, llenar exclusivamente con agua destilada.

El estado de carga de la batería se hará controlar, con voltímetro y amperímetro respectivamente.

No se debe colocar herramientas sobre la batería, puede causarse corto circuitos inesperados.

Al transportar la batería debe evitarse derramar la solución electrolítica, puede causar daños a la piel o vestimenta.

### 5.3.7 Sustitución de los cartuchos de filtro elemento de microfiltro de aceite lubricante

#### 5.3.7.1 Sustitución de los cartuchos de filtro de aceite lubricante

A cada cambio de aceite en el motor se sustituirán los cartuchos de filtro de aceite lubricante. Quedando el motor equipado con un microfiltro adicional en corriente secundaria ( figura No 13 ) se sustituirán los cartuchos de filtro 4 ( figura No 11 ) y el elemento de microfiltro ( figura No 13 ) a cada

segundo cambio de aceite en el motor.

Para cambiar los cartuchos de filtro de aceite lubricante se han de soltar los dos tornillos de fijación 1 ( figura No 11 ) con un destornillador y sacar hacia abajo las abrazaderas de fijación 2. Ahora soltar con un botador o destornillador 3 el cartucho de filtro 4 y enroscarlo manualmente. Limpiar las superficies de hermetización de la consola de filtro de impureza eventualmente adherentes.

#### Montaje del nuevo cartucho

Aceitar un poco la junta de caucho 3 ( figura No 12 ).

Enroscar el cartucho de filtro manualmente, hasta que quede topando la junta de caucho.

Reapretar bien con ambas manos, sin emplear un medio auxiliar.

Fijar las abrazaderas de fijación 2 ( figura No 11 ), después de montar el filtro se controlará, con un arranque de prueba del motor, fijandose en la indicación de presión de aceite y la perfecta estanqueidad.

Número de pedido del cartucho  
filtrante de aceite lubricante:

Para motor de 6 cil. A 1,2 H 4123  
(116 1934).

Para motor de 8 cil. A 1,2 H 4123  
(116 1934).

Para motor de 10 cil. A 1,5 H 4123  
(116 0025).

Para motor de 12 cil. A 1,5 H 4123  
(116 0025).

#### 5.3.7.2 Sustitución del elemento del microfiltro de aceite lubricante en corriente secundaria

Desenroscar el tornillo de evacuación  
de aceite 1 ( figura No 13 ) y dejar  
escurrir el aceite.

Desenroscar el tornillo de fijación 2  
de la tapa del cuerpo del filtro y  
quitar la tapa.

Sacar el elemento filtrante ensuciado  
y limpiar el cuerpo de filtro.

Inspeccionar, eventualmente renovar,  
la junta para la tapa de filtro.

Cerrar el orificio de evacuación de  
aceite, montar un nuevo elemento  
filtrante y volver atornillar la tapa de



filtro.

Comprobar, por una marcha de prueba la debida estanqueidad y la presión del aceite.

Si, durante el funcionamiento del motor, quedase frío el cuerpo de filtro en corriente secundaria, esto indica que el elemento de microfiltro queda ensuciado y ha de sustituirse.

#### 5.3.8 Revisar la tensión de las correas trapeciales

Cada 200 horas de servicio se revisará, presionando con el pulgar ( figura No 14 ) si la correa trapecial no se deja combar entre las poleas por más de aproximadamente 10 a 15 mm.

##### 5.3.8.1 Retensado de la correa en compresores de aire con accionamiento correa trapecial única

Desenroscar los tornillos exagonales 1, ( figura No 14 ).

Quitar la mitad de la polea exterior.

Sacar para el retensado una o eventualmente varias arandelas intermedias 3 ( figura No 15 ) interiores y colocar las arandelas sacadas exteriormente sobre la mitad de la polea 2 quitada.

Volver ajustar los tornillos 1 ( figura No 14 ), girando en esto el motor mediante la llave de viraje 4 al objeto de impedir que se aplaste la correa trapecial.

#### 5.3.8.2 Retensado de las correas en compresores de aire con accionamiento a dos correas trapeciales

Destornillar las tuercas exagonales ( figura 16 ).

Quitar las mitades de las poleas 2 y 5 con los paquetes de arandelas intermedias 6, 7 y la pieza intermedia 4.

Volver apretar las tuercas exagonales 1 girando en esto el motor mediante la llave de viraje al objeto de impedir que se aplasten las correas trapeciales.

#### 5.3.8.3 Correa trapecial para alternador

Para retensar se aflojará el tornillo exagonal 3 ( figura No 17 ) en el tirante de fijación 4. Aflojar sólo ligeramente los tornillos 1 y 2 y voltear el alternador hacia el exterior, hasta conseguir la correcta tensión

para la correa trapecial.

A continuación apretar nuevamente todos los tornillos.

Para sustituir la correa trapecial voltear totalmente hacia el interior del alternador.

Al objeto de evitar deterioros, se pueden desmontar las correas trapeciales para el alternador y compresor de aire sin esfuerzo y sin utilizar palancas, si se procede en la forma descrita.

Al accionarse el alternador y el compresor por medio de dos correas trapeciales, se renovarán siempre ambas correas aunque solamente esté averiada o deteriorada una correa. La diferencia de longitud entre las nuevas correas trapeciales no debe ser superior a 0.15 %.

Correas trapeciales nuevas se retensarán bien, tras corto período de funcionamiento, lo más tarde tras 60 horas de servicio.

#### **5.3.9 Limpiar la caja del filtro centrifugador**

Cada 200 horas de servicio se quitará, tras soltar los resortes 2, la tapa 1 (figura No

18). Después de soltar los tornillos 3, se puede sacar la caja de filtro 4 ( figura No 19 ), girándola a la derecha mediante una llave de tubo de 22 mm. un extractor 5, ( número de pedido del extractor 4217 ). Con ocasión del desmontaje se controlará el correcto asiento de los anillos de junta, de caucho. Anillos averiados se sustituirán inmediatamente.

#### 5.3.10 Revisar el juego de válvulas

Esto se refiere a las figs. Nos. 20 y 21; con ocasión del primer y segundo cambio y luego bajo condiciones normales de servicio, cada 300 horas de operación.

Si existieran condiciones desfavorables de servicio, como por ejemplo:

Carga frecuentemente variante.

Frecuentes arranques durante el día.

Ambiente muy cargado de polvo.

Se hacen imprescindibles períodos de revisión muy cortas.

El juego de válvula 1 ( figura No 20 ) ha de comprobarse, a motor frío, por medio de un calibrador de laminas 7 ( figura No 21 ) de 0.2 a 0.3 mm. espesor. A este objeto se gira el cigüeñal en su extremo delantero, hasta que

se cubran los movimientos de ambas válvulas en un cilindros ( la válvula de escape no está completamente cerrada y a la válvula de admisión empieza a abrir ). La tabla ( cuadro No 5.8 ) muestra en que cilindro se podrán ajustar las válvulas.

Luego seguir girando el cigüeñal hasta que se cubrán los movimientos de las válvulas del próximo cilindro ( volver a desprender las válvulas a ajustar de la tabla ), y así seguido.

En el espacio 1 ( figura No 21 ) existe entre el tope del balancín y la válvula deberá poder introducirse, con alguna dureza, el calibre de espesores 7 ( figura No 21 ) tanto en la válvula de admisión ( 0.2 mm. ) como también en la de escape ( 0.3 mm. ). Al ser este espacio estrecho o demasiado ancho, soltar la contratuerca 2 ( figura No 20 ) por uno o dos hilos de rosca y ajustar el tornillo de graduación 4, por medio de un destornillador 8 ( figura No 21 ), de tal forma que, habiendo vuelto apretar la tuerca de afianzamiento 2 ( figura No 20 ) el calibre de espesores 7, se debe sacar sin dura resistencia.

El juego de válvula resulta del necesario espacio 1 entre los topes de balancín y la válvulas 5 ( figura No 20 ). El correcto ajuste

de dicho juego se demuestra en el motor por su buen funcionamiento y elevada potencia.

En el cuadro No 5.8, se muestra los movimientos de válvula y cilindros ajustar.

#### 5.3.11 Sustituir los cartuchos de filtros de combustible

Cada 1200 horas de servicio o al descender la potencia del motor hay que renovar los cartuchos de filtro de combustible. Para esto se cerrara, existiendo tanque elevado, el grifo de cierre de paso de combustible antes de cambiar el cartucho.

Desenroscar, con cuidado el cartucho de filtro 1 ( figura No 22 ), con ello se vacía la tubería de combustible. evacuar la suciedad existentes en las superficies de hermetización de la consola de filtro.

#### Montaje de nuevos cartuchos de combustible

Aceitar un poco la junta de caucho.

Enroscar manualmente el filtro hasta que tope la junta.

Luégo reapretar bien con ambas manos sin emplear un medio auxiliar.

Luego se debe purgar el aire existente, por los racores respectivos.

Después de ello, controlar durante la marcha del motor, la perfecta estanqueidad.

### 5.3.12 Revisar los elementos de fijación

Cada 1200 horas de servicio se controlará la estanqueidad y el firme asiento del conducto de aire de sobrealimentación 1 ( figura No 23 ) conducto de escape 2 y tubería de aceite lubricante 3 hacia y desde el turbo-sobrealimentador . Al controlar el conducto de aire de sobrealimentación se revisará especialmente la perfecta estanqueidad de los manguitos de unión 4 entre los diversos tramos de dicho conducto y turbo-sobrealimentador.

### 5.3.13 Control del funcionamiento del sistema de bujía de incandescencia-llama antes de entrar en la época fría del año o al producirse dificultades en el arranque

Para verificar el buen funcionamiento eléctrico de la bujía de incandescencia-llama, se efectuará primeramente un precalentamiento de aproximadamente un minuto, disponiendose el conmutador de incandescencia-arranque a la posición I. A continuación deberá encenderse el control de incandescencia.

Para controlar el abastecimiento de combustible al sistema de bujía de incandescencia llama se aflojará por unas vueltas, la unión roscada en la tubuladoras de

empalme 1 ( figura No 24 ) de la bujía.

Se llevará luego, sin permanecer en la posición I de precalentamiento, el conmutador de arranque a la posición II, girándose el motor por el arrancador, con cuya ocasión deberá encontrarse la palanca de graduación de revoluciones del regulador de la bomba de inyección en la posición stop, para evitar que pudiera arrancar el motor; entonces deberá salir combustible en la unión roscada aflojada. Si no saliera, el motor no arrancará, se desmontará la bujía de incandescencia - llama 2 y se revisará respecto al paso libre de combustible, para lo que la bujía desmontada se volverá a conectar a la tubería de combustible 3 y se arrancará por breve tiempo el motor.

Bujías entaponadas se sustituirán por bujías nuevas.

Funcionando debidamente el sistema de bujía de incandescencia llama deberá caldearse el tubo de admisión 4, cerca del punto de montaje de la bujía, al arrancar el motor.

#### 5.3.14 Trabajos de mantenimiento en el taller

##### Teletermómetro

Cada 600 horas de servicio se desenroscará de la culata el detector térmico ( figura No 25 )



y se immergerá en aceite caliente a 170 - 175°C, con cuya ocasión deberá asomar en la ventanilla de teletermómetro la indicación roja de stop.

Los detectores térmicos quedan montados en las culatas, a saber para motores de :

6 cilindros, en las culatas 2 y 5.

8 cilindros, en las culatas 2 y 6.

10 cilindros, en las culatas 2 y 7.

12 cilindros, en las culatas 2 y 8.

#### Injectores

Cada 600 horas de servicio se desmontarán los inyectores y se limpiarán eficientemente en combustible diesel comprobando su presión de descarga prescrita de  $175 + 8 \text{ Kg. / (cm.)}^2$ . Tal verificación se efectúa en un dispositivo verificador de toberas.

#### Revisión de la generatriz de corriente continua

Se recomienda realizar revisión y mantenimiento cada 600 horas.

#### Revisar la generatriz de corriente trifásica

Se debe realizar su mantenimiento cada 1200 horas de operación ( figura No 26 ).

Suministra corriente ya en marcha en vacío del motor, encargándose de esta manera de que la batería esté completamente cargada.

Para su mantenimiento se debe tener en cuenta lo siguiente:

A motor en marcha, no interrumpir la conexión entre batería, generatriz y disyuntor, en caso contrario se desconectarán los conductos entre generatriz y disyuntor, cuando trabaja el motor sin batería.

No cambiar la conexión de bornes de batería.

Una lámpara de control de recarga averiada se sustituirá inmediatamente.

Para trabajos de soldadura eléctrica, desconectar la batería y fijar el borne a masa directamente a la parte a soldar.

En sistemas de corriente trifásica no se permite de ninguna manera efectuar la comprobación usual para sistema de corriente continua, tocar con el conductor positivo contra masa para comprobar si existe tensión en un conducto.

#### Comprobar el arrancador

En caso de utilizarse en forma continua, debe realizarse mantenimiento cada 1200 horas, ( figura No 27 ).

#### Limpieza del turbo-sobrealimentador

Deficiente potencia, excesiva temperatura del motor o constante formación de humo en el escape

pueden tener su origen, entre otros, en un ensuciamiento del lado de compresor del turbosobrealimentador. En tal caso se revisarán los datos de graduación del motor (comienzo de alimentación, inyector) y, al sospecharse que exista tal ensuciamiento, se limpiará el turbosobrealimentador. A tal objeto soltar los manguitos de unión 1 (figura No 28) al filtro y a la turbería de aire de sobrealimentación. De acuerdo con la ejecución, quitar el circlip 2 desenroscar el tornillo hexagonal y quitar la caja de compresor 3 (figura No 29). Limpiar la caja de compresor 3 y el rotor de compresor 4 con un detergente no cáustico, por ejemplo gas oil, P3 o un medio de limpieza en frío. Después del ensamble, prestar atención al firme asiento de los manguitos de unión.

Durante la limpieza, el turbosobrealimentador quede bien unido con el tubo de escape por medio de tornillos.

#### 5.4 Plan de mantenimiento programado recomendado los usuarios

A continuación detallamos una tabla de mantenimiento que comprende los períodos y trabajos que deben efectuarse para un motor diesel Deutz. Cuadro No 5.9.

Para que su motor se conserve debidamente para evitar oxidaciones, sobretodo cuando se ha dejado parado por un tiempo prolongado, recomendamos el siguiente mantenimiento:

1. Limpiar el exterior del motor con combustible Diesel o medio de limpieza en frío.

2. Evacuar el aceite caliente del motor y llenar aceite de conservación (Shell-ensis 20).

3. Evacuar el aceite de la parte inferior del filtro de aire, limpiar este último y llenar aceite de conservación.

4. Evacuar el combustible del tanque, mezclarlo con 10% de aceite de conservación y volver a echarlo en el tanque en lugar de añadir aceite de conservación al combustible, es también posible llenar el tanque con aceite de verificación para bombas de inyección con características anticorrosivas (Calibration fluid B).

5. A continuación hacer marchar el motor unos 10 minutos, llenandose así con dicha mezcla las tuberías, filtro, bomba, y toberas; habiendose llenado con aceite nuevo todas las partes del motor.

6. Después de esta breve marcha quitar las caperuzas de culata y la tapa lateral de la bomba de inyección y rociar las cajas de balancines y el recinto de los muelles de la bomba de inyección para una mezcla de combustible Diesel y 10% de aceite de

conservación o aceite anticorrosivo de verificación de bombas de inyección, volviendo luego a atornillar las caperuzas de culata y la tapa.

7. Girar luego el motor manualmente varias vueltas, luego encenderlo, para que se rocien con dicha mezcla las cámaras de combustión.

8. Quitar la correas trapeciales y rociar con aceite de conservación las gargantas de las poleas acanaladas. Antes de poner en marcha el motor, evacuar el aceite de conservación.

9. Entaponar el conducto de aspiración del filtro de aire con baño de aceite y la desembocadura del escape.

#### 5.5 Plan de mantenimiento programado con el uso de la computadora

En la actualidad es de necesidad y aplicación inmediata el uso de informática para un departamento de mantenimiento o talleres que prestan servicio de mantenimiento.

En el caso actual existe una serie de paquetes en computación que contienen programas definidos sobre la aplicación de los mantenimientos programados en forma preventiva y predictiva.

En los programas por computación cada actividad está definida por códigos, sujeta a una orden de trabajo independiente a la cartilla o programa

preventivo ya definido por número de horas o días de operación de cada equipo, componente o subcomponente.

Es conveniente llevar también los datos históricos de cada motor en nuestro caso indicando el equipo en que fué instalado desde su inicio, número de reparaciones, componentes o repuestos cambiados en algún servicio o reparación, movimientos en otros equipos, bombas de inyección utilizadas, mantenimiento de arrancadores, alternadores, cambio de marcas de aceite de motor y motivo del cambio, etc.

Independientemente a los programas controlados en computo para los equipos también se debe llevar un control estricto de la logística para los equipos en operación desde los elementos básicos de cambio rutinario hasta los elementos que tienen larga vida útil. Con ello evitar paradas prolongadas por falta de repuestos o elementos básicos para los mantenimientos, esta información debe mantenerse controlada en forma conjunta con el departamento logístico.

## 5.6 Sistema de lubricación recomendado

### 5.6.1 Características técnicas de los lubricantes

Su objeto principal es el de lubricar esto es, proporcionar una superficie suave y deslizando para rebajar el desgaste y corrosión

de las piezas de un motor. Otras funciones importantes de un aceite para motor incluyen las siguientes:

Limpieza.

- Sellante (para la compresión).

- Refrigerante.

- Lubricación.

El aceite para motor da la lubricación esparciendo una película fuerte, suave y delgada por sobre todas las superficies que se mueven dentro de un motor. Las piezas metálicas verdaderamente no están en contacto una con otra, sino que se deslizan sobre una capa de aceite que existe entre pieza y pieza.

Para efectuar este trabajo, el aceite debe fluir libremente sobre las superficies que protege y a veces por entre orificios e intersticios pequeñísimos entre pieza y pieza.

También debe tener suficiente cuerpo y grosor para no ser desplazado y proteger las piezas metálicas contra el desgaste de la fricción.

En la figura A muestran las posiciones de los anillos del pistón y la superficie del cilindro. Bajo ampliación, esta superficie se ven como muy bastas. La figura B nos muestra la película de aceite entre las superficies que sirven como

lubricante y sellante.

El aceite debe funcionar en motores que pueden estar muy fríos en el arranque a temperaturas menores de 0°F y tiene que sostener su funcionamiento protector cuando el motor se calienta a temperaturas de 150 °F y aún mayores en ciertas piezas.

Otra función muy importante de la acción lubricante es la protección de la corrosión por ácidos. Gases ácidos se forman en la cámara de combustión y pueden pasarse de los anillos y llegar a la parte inferior del motor.

Estos ácidos penetran rápidamente a las piezas metálicas si el aceite no las protege.

#### Limpiador

Otra función importante es la de limpiar el motor. Esto significa el poder transportar el combustible quemado o quemado parcialmente y que se ha escurrido a través de los anillos de los pistones y las paredes de los cilindros, el vapor de agua que se condensa dentro del cárter y el polvo que pasa por entre el filtro de aire y tubo de respiración del cárter.

Esta acción limpiadora ha sido mejorada por la naturaleza detergente de los aceites para motor de los mejores grados que se obtiene hoy en día.



Esto se obtiene por medio de agregados detergentes que por lo general son jabones metálicos. Los detergentes reducen la formación de depósitos. Sin embargo, cuando existen los depósitos, la acción limpiadora de los detergentes los suelta los barnices y cienes entonces flotan dentro del aceite para ser drenados cuando se cambia el aceite del motor.

### Sellante

El aceite para motor ayuda a sostener la compresión sellando el espacio entre los anillos de pistón y las paredes del cilindro.

No importa que fuerte se ajustan los anillos dentro del cilindro, tiene que existir un espacio entre los dos, de lo contrario el pistón no podría ni subir, ni bajar. Por lo tanto, mientras el aceite lubrica este espacio y permita que el pistón se mueva suavemente, también tiene que sellar este espacio y al hacerlo evita que los gases de combustión sean forzados hacia la parte inferior del motor. Esta acción es de suma importancia debido a que los motores usan más y más alta compresión.

### Refrigeración

Quitar el calor es una función vital de un aceite para motor.

La mayor parte del intenso calor producido el proceso de la combustión se trasmite por la capa de aceite en la pared del cilindro hasta el agua de refrigeración en las camisas.

La acción refrigerante del aceite es de importancia para las chumaceras del motor, las cuales estan fabricadas de un metal resistente a la fricción, pero también se derrite a temperaturas relativamente bajas. El flujo constante de aceite lubricante que proviene desde la bomba de aceite arrastra el calor que se produce dentro de las chumaceras. Las chumaceras se derriten o quemarán rápidamente si se suspende el flujo de aceite mientras esta funcionando el motor.

El motor está luchando constantemente contra el lubricante mientras éste trata de hacer su trabajo de cuatro funciones importantes lubricar, limpiar, sellar y refrigerar.

El motor también requiere aceite para que trabaje a temperaturas extremas y también a temperaturas muy bajas y en el momento de dar arranque al motor.

#### Vida efectiva

Además de las cuatro funciones principales y a las condiciones severas a que tiene que

funcionar, el aceite para motor tiene dos características más :

1. Consumo reducido.

2. Resistencia al deterioro o descomposición.

Consideremos el consumo como un factor de mucha importancia del aceite el cual controla su consumo de acuerdo a su cuerpo o grosor la cual se llama viscosidad. Un aceite que es grueso tiene una alta viscosidad y fluye lentamente. Baja viscosidad significa que el aceite es delgado y fluye con más rapidez. Dentro del motor, donde las temperaturas suben a 300 °F y aún mayores, el aceite debe tener suficiente viscosidad para dar buena lubricación y evitar el consumo excesivo.

Consideremos la resistencia al deterioro (formación de cienos y barnices). Las mismas temperaturas altas de operación que afectan la viscosidad y promedio de consumo pueden causar depósitos de cieno y barníz que no solamente perjudican la lubricación sino que interfieren con el funcionamiento del motor. Por medio de uso de crudos (petróleo) seleccionados y por medio de aditivos químicos que frenan la oxidación, un buen aceite para motor proporciona protección contra estos tipos de depósitos de

cienos o barnices.

Para que un aceite llene todas estas condiciones, dentro de motores que funcionan más rápidamente y con más calor y potencia, depende en gran parte de lo que entra dentro del aceite en sí.

#### 5.6.2 Cuadro comparativo de marcas de lubricantes

Hay tres sistemas de uso general en la clasificación de los aceites para motor que se utilizan hoy en día:

1. La clasificación de viscosidad SAE para aceites de cárter.
2. La clasificación de servicio API.
3. Las especificaciones del Gobierno Americano o especificaciones militares.

Cada uno de estos sistemas ha sufrido cambios de acuerdo al desarrollo tecnológico de los motores y al perfeccionamiento de los métodos de elaboración de aceites lubricantes.

#### Clasificación de viscosidades SAE para aceites de cárter

La clasificación SAE fué creada en 1926, cuyas iniciales corresponden a " Society of Automotive Of Engineers "

Esta clasificación SAE para aceites de cárter es un método de identificar los aceites

en función de la viscosidad.

La viscosidad de los líquidos varía con la temperatura, ya que a mayor temperatura corresponde una menor viscosidad y viceversa.

Así pues, decir que un aceite tiene una viscosidad de 11 cSt no nos indica nada, en cambio, decir que un aceite tiene 11 cSt a la temperatura de 210 °F sí nos está definiendo que el aceite es un grado SAE - 30.

Sin embargo, esta clasificación, no considera el factor de calidad del aceite, ni el rendimiento del mismo.

La clasificación SAE J300d ( cuadro 6.0 ) adoptada en junio de 1978 está basada en las viscosidades a 100 °C para los grados que no tienen la letra W ( W significa invierno ) y en las viscosidades a -18 °C para los grados que si tiene dicha letra. Un aceite es multigrado cuando su viscosidad a -18 °C está dentro del margen prescrito de uno de los grados W y cuya viscosidad a 100°C está dentro del margen de uno de los grados que no tienen W en su designación.

La viscosidad a 100 °C es una medida según el método ASTM D 445, Método de Ensayo de Viscosidades Cinemáticas para líquidos transparentes y opacos, y los resultados se

reportan en centistokes. En verano, para la selección del aceite, debe considerarse la máxima temperatura ambiente esperada.

La viscosidad del aceite a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  es una medida según el método ASTM D 2602, Método de Ensayo de Viscosidades Aparentes para Aceites Motor a Baja Temperatura usando Simulador de Cáster en Frío y los resultados se reportan en centipoises. Estas mediciones se hacen para asegurar, un arranque satisfactorio del motor en condiciones de baja temperatura ambiente. La selección de un aceite de invierno debe considerar la mínima temperatura ambiente esperada.

Existen ciertos fenómenos que se producen a bajas temperaturas, relacionadas con la viscosidad, que no se miden con los métodos anteriores; razón por la cual el Sub Comité 2 : Aceites - Motor, del Comité Técnico de Combustibles y Lubricantes SAE Y la División VII del Comité de Investigación y Desarrollo sobre Propiedades de Flujo, después del estudio sobre la temperatura de fluidez de los aceites de motor desde 1969, ha considerado una nueva clasificación SAE J 300 SEP 80.

La clasificación SAE 300 SEP 80 reemplaza a

la clasificación SAE J 300 d y está vigente desde el 31 de marzo de 1982, toma en cuenta la necesidad del aceite que se encuentra sometido a severas condiciones de temperatura y batido en el motor, de ser suficiente fluido, para fluir hacia el filtro de aceite en las condiciones existentes de presión hidrostática y para fluir a través de las restricciones impuestas por el filtro y el tubo de entrada de la succión de la bomba.

Esta clasificación se ilustra en el cuadro 6. 1. Se observa que se define dos series de grado de viscosidad, los que tienen la letra W y las que no la tienen y que además aparecen nuevos grados OW, 15W y 25W.

La viscosidad del aceite a bajas temperaturas es medida de acuerdo a un procedimiento que es una versión multi-temperaturas del ASTM D 2602, llamado Método de Ensayo de Viscosidad Aparente de los Aceites para Motor a Bajas Temperaturas usando el Simulador de Cáster en Frío, y los resultados se miden en centipoises. Las viscosidades medidas por este método se correlacionan con las velocidades del motor desarrolladas durante el arranque en frío.

La temperatura de bombeo límite se mide de

acuerdo al Método ASTM D 3829, y los resultados se reportan en grados centígrados dicha temperatura es una medida de la capacidad del aceite a fluir hacia la succión de la bomba de aceite de motor y proveer adecuada presión de aceite durante la etapa inicial de operación.

Debido a que el arranque del motor, tanto como la fluidez del aceite, son importantes a bajas temperaturas, la selección de un aceite para condiciones de operación en climas fríos debe considerar tanto la viscosidad requerida para el arranque satisfactorio, como la menor temperatura ambiente esperada.

Algunos aceites para motor son pre-diluidos, para facilitar su mezcla con gasolina cuando se usan en motores de dos tiempos. Para este tipo de aceites prediluidos, los envases deben indicar que el grado SAE se aplica al aceite no diluido.

### Clasificación de servicio API

El Instituto Americano de Petróleo adoptó en 1947 un sistema que dividía a los aceites de cárter en tres tipos, los cuales dependían de las propiedades del aceite y de las condiciones de operación bajo los cuales eran usados. En este sistema los aceites de cárter eran clasificados



como: Aceites Regular, Aceites Premiun y Aceites Heavy Duty.

Generalmente, los aceites Tipo Regular fuerón aceites minerales puros, el Tipo Premiun contenía inhibidores de oxidación y el Aceite para Trabajo Pesado contenía inhibidores de oxidación más aditivos detergentes-dispersantes, cuadro 6.2.

Estas primeras clasificaciones no tamaban en consideración la calidad del motor y condiciones de operación. Consecuentemente API desarrolló un nuevo sistema basado en la Severidad del Servicio Motor, realizado en 1952, revisado en 1955 y nuevamente en 1960.

Esta clasificación incluye tres clasificaciones para motores a gasolina ( ML, MM, MS) y tres para motores diesel (DG, DM, DS).

Los detalles se dierón en el SAE J 303, en el Manual SAE que se publicó en 1971 ( cuadro 6.3 ).

Como, la clasificación API de Servicio de Motor no definía técnicamente la calidad del aceite del motor, se recurrió a la combinación de dicha clasificación en ciertas especificaciones de los fabricantes de motores y las especificaciones militares de entonces. Es

así como cada fabricante definía la calidad del lubricante de una manera particular de tal forma que se tuvieron que desarrollar lubricantes especiales aceptables sólo por un fabricante de maquinarias.

La actual Clasificación de Servicio y de Rendimiento de los aceites Motor ( cuadro 6.4 ), es un Sistema "abierto" en el cual, nuevas categorías pueden ser incluídas, tanto como sean necesarias sin cambiar, ni suprimir las existentes.

La responsabilidad de cada una de las organizaciones que cooperan en el establecimiento y administración de la clasificación es según SAE J 183 A, como sigue:

SAE - Evaluación de Categorías sugeridas y promulgación de la Categorías que seran incluídas.

ASTM Establecimiento de los métodos de prueba y límites de rendimiento; esto es, desarrollo de un lenguaje técnico que describa las Categorías a los fabricantes de motores y los formuladores de aceite.

API Identificación de las Categorías y descripción de su servicio; esto es aclaración del lenguaje técnico a los consumidores.

El Rendimiento del Aceite Motor y la Clasificación de Servicio Motor, han sido preparadas por SAE, API, ASTM, en forma conjunta.

Esta clasificación es revisada totalmente en forma anual para asegurar la conformidad con los requerimientos de las industrias automotrices, petroleras y el consumidor.

#### Especificaciones del Gobierno Americano

Esta especificaciones son conocidas como de trabajo, fueron establecidas para los aceites motor que puedan cumplir con determinadas exigencias de trabajo, propuestos por el Gobierno Norteamericano y la Caterpillar Tractor Co. ( Cuadro 6.5 ).

A partir de 1941, se dió a conocer la primera Especificación Militar Americana U.S. Army 1-104, la cual fué establecida en los laboratorios militares a propuesta del Gobierno Americano y la Caterpillar Tractor Co., diseñada para cubrir los requerimientos de calidad de los motores a gasolina. Hasta 1950 se sucedieron seis especificaciones, siendo la última la MIL - L - 2104.

En 1954 se dió la Especificación Militar MIL L - 2104 A para motores Diesel, con un nivel

mínimo de aditivo detergente dispersante y usando combustible de 0.35 % de peso de contenido de azufre.

Podría ser usada en motores Diesel de aspiración natural.

En 1958 se publicó la Especificación Militar MIL - L - 45199, ahora obsoleta, para aceites de cárter de motores Diesel moderadamente sobrealimentados.

Anteriormente a esto, en 1955 Caterpillar Tractor Co. publicó sus requerimientos de calidad para los aceites llamados serie 3.

En 1961 se dió origen a la MIL L - 2104 B.

Lo anterior con el fin de evaluar la detergencia de los aceites para motores.

En 1968 se publica la nueva modificación MIL L 45199 B, exclusivamente para motores Diesel sobrealimentados sometidos a trabajos severos, de alta velocidad, donde se requiere un efectivo control de los depósitos y el desgaste del motor.

Entre 1969 y 1970 se dan las Especificaciones Militares MIL L - 2104 C y MIL - L - 46152.

Entre 1980 y 1981 se dieron las Especificaciones Militares MIL - L - 46152A y MIL L - 46152B. Esta última corresponde al

nivel de servicio API SF/CC para determinados motores, que requieren aceites que eviten el desgaste y la oxidación. Cuadro 6.6.

### 5.6.3 Cuadro de equivalencias de lubricantes

En el cuadro 6.7 se muestra los productos equivalentes de aceites para motores, actualizado al año 1990, teniendo como base de equivalencias a los productos Texaco.

### 5.6.4 Control de stock y consumo de lubricantes

El control de stock que se puede mantener en almacén o bodegas están determinados por el número de equipos o motores que se encuentran en reparación y/o en mantenimiento preventivo.

El consumo se relaciona con lo anterior y además con el manipuleo hasta llegar al motor, la calidad de aceites, viscosidad de acuerdo a factores tales como clima, ambiente de trabajo, etc.

#### Control de stock

Un equipo del tipo scoop con motor de 6 cilindros tiene un promedio diario de trabajo de 16 horas, para lo cual se debe mantener un stock mensual de 35 galones de aceite.

Un equipo del tipo scoop con motor de 8 cilindros, tiene un promedio diario de 20 horas de trabajo, debe mantenerse un stock de 47

galones mensuales.

Un equipo tipo volquete con motor de 6 cilindros, tiene un promedio diario de 16 horas de trabajo, debe mantenerse un stock mensual de 30 galones mensuales.

Un equipo tipo volquete con motor de 8 cilindros, tiene un promedio diario de trabajo de 20 horas, debe mantenerse un stock de 39 galones mensuales.

#### Calidad de aceite

Durante el funcionamiento del motor, se consume por operación ( se quema ) una parte del aceite destinado a la lubricación, pero también se desgasta por los procesos térmicos, por la calidad de los aditivos, agentes dispersantes o detergentes y los productos residuales de la combustión del combustible. Nunca deben mezclarse distintas marcas de aceite de motores.

#### Viscosidad

Como el aceite lubricante cambia de viscosidad de acuerdo a la temperatura, es determinante para la elección de la clase de viscosidad (clase SAE), la temperatura del ambiente de trabajo en el lugar de funcionamiento del motor.

Como ejemplo se puede considerar que un

aceite SAE 40 para temperatura menores a -10 grados centigrados, ocasiona problemas en el arranque del motor. Es recomendable usar los aceites tipo multigrado, para evitar los problemas expuestos.

#### Manipuleo

Se debe usar bombas de llenado en forma directa al motor y evitar el uso de recipientes abiertos que produce contaminaciones al aceite (suciedad), y pérdida de lubricante al ser trasladado.

#### 5.6.5 Manipuleo, utilización y almacenamiento de los lubricantes

Durante años, la industria minera ha constituido una operación de tipo de línea de producción, en la cual maquinaria representa una parte predominante y cada vez más importante. Es necesario una mayor manipulación de la materia en bruto, no sólo para satisfacer necesidades en aumento de productos terminados, sino también para manipular volúmenes mayores de minerales de grado inferior procedentes del agotamiento de los materiales de grado más elevado, que generalmente son extraídos primero.

La cantidad cada vez mayor de equipos en servicio ha justificado que los operarios

mineros asignen ciertos hombres a la labor de coordinar los requisitos de lubricación para asegurar que se observen adecuadas prácticas de lubricación.

Los fabricantes de lubricantes realizan programas muy amplios de investigación a fin de producir los aceites y grasas que mayor protección y rendimiento brinden a los equipos mecánicos; también desarrollan procesos especiales en la refinación y producción de lubricantes a fin de evitar cualquier contaminación que pueden afectar a sus características durante la producción o el envasado. Generalmente, un minucioso control de calidad puede asegurar y garantizar que el contenido de cualquier envase al ser entregado a un consumidor posee la calidad y pureza que corresponde al tipo de lubricante cuyo nombre lleva impreso.

### Tipos de industria mineras

La forma en que se presentan los depósitos de combustible fósil y minerales gobierna en gran medida el tipo de técnica minera empleada para recobrarlo.

Cada depósito tiene sus propias



características particulares y puede requerir métodos especiales de minería.

Factores que deben considerarse al proyectar un área para almacenamiento suministro de lubricantes

1.- Almacén :

a.- Determinar cuántos lubricantes deben almacenarse ?.

b.- Determinar que cantidad de cada lubricante debe almacenarse ?.

c.- Determinar el espacio y resistencia para los anaqueles.

d.- Considerar la posibilidad de combinar el almacenamiento con otras sustancias inflamables ( pinturas, barnices, etc.)

e.- Considerar los materiales de construcción tomando en consideración los reglamentos contra incendios y la seguridad de la planta.

2.- Distribución de lubricantes:

a.- Determinar cuántos lubricantes deben surtirse ?.

b.- Determinar cuántos envases deben tenerse para cada lubricante ?.

c.- Determinar cómo se va ha distribuir el lubricante ? :

Tamboras con válvulas y soportes mecedoras.

Por medio de bombas especiales para tambores.

Desde tanques estacionarios o móviles.

d.- Considerar el espacio necesario para el equipo de aplicación de todas las personas que deben lubricar.

e.- Considerar el espacio necesario para el equipo misceláneo.

f.- Considera la localización de la fuente eléctrica y de aire comprimido.

#### Factores que afectan a los lubricantes

La lubricación de la maquinaria minera debe ser enfocada partiendo de un completo conocimiento, de los requisitos de lubricación y una comprensión amplia de los efectos de los alrededores de la mina sobre los lubricantes empleados; o sea, la presencia de agua, calor, frío, polvos contaminantes, condiciones ácidas, alta presión, etc.

#### Agua

La contaminación por este medio puede hacer que algunos aceites lubricantes se emulsionen, desaparezcan o pierdan las

cualidades lubricantes. Las atmósferas húmedas y de agua pueden causar también la formación de herrumbre.

### Calor

Esto hace que algunos aceites se vuelvan excesivamente livianas, la cual puede destruir la película lubricante y cause escapes de los cojinetes o cajas de engranajes. Si los aceites hidráulicos se vuelven cada vez menos espesos y la temperatura aumenta cada vez más, puede ser que se reduzca la eficiencia de bombeo a causa del deslizamiento. El calor también puede aumentar la velocidad de oxidación, lo cual fomenta la formación de sedimentos y reduce la utilidad del lubricante.

### Frío

Esto hace que algunos lubricantes se espesen excesivamente. Esta condición puede llevar a una lubricación inadecuada, especialmente si se trata de lubricación por salpicadura. El excesivo espesamiento puede llevar también a la ineficiencia de la bomba a causa de la cavitación y excesivo consumo de energía.

Además, el frío puede hacer que el lubricante pierda sus cualidades adherentes y se

desprenda

### Polvo

Cuando se presenta éste elemento o materiales sólidos divididos en partículas finas mezclados con un lubricante, puede ser que éste se espese o pierda sus cualidades adherentes o ambas cosas. Esto puede interferir con la lubricación, y si los sólidos son abrasivos, puede ocurrir un desgaste excesivo de las piezas metálicas.

También tiende a acelerar la oxidación, en los aceites de circulación.

### Presiones

Las presiones empleadas en los sistemas de lubricación tendrán poco efecto sobre los aceites, los cuales aumentan en viscosidades bajo presiones muy altas.

Las presiones altas, tienden a expulsar al lubricante.

### Condiciones ácidas

Pueden presentarse a causa de la contaminación con aguas o atmósferas ácidas de minas, esto deteriora rápidamente el lubricante. También pueden llevar a la corrosión y picadura de las piezas metálicas.

Los productos suministrados de alta

calidad deberán ser almacenados debidamente para evitar los efectos deteriorantes del clima y la contaminación que podría sufrir con la suciedad y el agua.

Almacenaje de lubricantes:

Almacenaje a la intemperie: Se debe evitar en lo posible el almacenaje en el exterior, ya que cuando los envases se exponen a la intemperie las marcas se borran, ésto dá lugar a posibles errores en el empleo y aplicación de lubricantes que contengan.

Para poder identificar el contenido de estos envases, es necesario enviar muestras para su análisis en el laboratorio y no siempre es posible su identificación exacta, requiriendose una serie de pruebas que toman tiempo y ocasionan retardos y gastos innecesarios.

El almacenamiento prolongado a la intemperie, eventualmente puede ocasionar fugas y pérdidas del producto, esto se debe en parte a los esfuerzos a que se someten las uniones de los envases por las expansiones y contracciones alternativas del metal cuando se ve sujeto a cambios considerables de temperatura.

La posibilidad de que se contaminen los lubricantes con agua, herrumbre y polvo, es otra

objeción para el almacenamiento a la intemperie. El agua es succionada gradualmente a través del tapón, debido al efecto de respiración de los tambores durante los períodos alternativos de frío y calor.

Frecuentemente se presentan casos en que pasa una cantidad considerable de agua al tambor perfectamente cerrado. Cuando estos se abren existe el peligro de que se encuentren contaminados.

El almacenamiento a la intemperie en lugares sin calefacción durante tiempo sumamente frío, puede destruir la naturaleza de algunos productos dentro y fuera.

La bodega de aceites: Es un lugar donde se reciben los envases llenos que se abren para su distribución a las máquinas. Es el lugar lógico para almacenar y limpiar el equipo de aplicación y para almacenar otros materiales tales como los fluidos de limpieza, estopa, trapos, etc.

La experiencia ha demostrado que toda las bodegas de aceite deben permanecer cerradas y en muchos casos, protegidas con cerradura e impedir el paso a cualquier persona ajena a la lubricación.

Nunca se debe almacenar aceites secantes

tales como linaza, ricino, etc. ya que por algún error se aplican a un sistema de lubricación éstos pueden considerar daños muy considerables.

Para localizar la bodega se debe analizar los efectos contaminantes del área, viabilidad de máquinas, personas.

Almacenamiento bajo techo: Debe escoger tomando en cuenta la conveniencia para la descarga y los puntos en que se usaran eventualmente en las plantas. La disposición para este tipo de almacenamiento presentan dos problemas principales, siendo: el espacio dentro del almacén para envases llenos sin abrir, y el espacio ya sea en el almacén o en un almacén de lubricantes por separado, para los envases abiertos desde los cuales se surtan los diversos puntos de aplicación. En cualquier caso, es deseable contar con medios para conservar una temperatura moderada y uniforme durante todas las estaciones del año.

Manipulación de lubricación: Cuando se debe economizar espacio en el almacenamiento de envase llenos sin abrir, requiere la utilización de anaqueles resistentes. También se debe considerar la necesidad de almacenar los

productos fácilmente, así como para utilizar y acabar primeramente las existencias antiguas.

La manipulación de los tambores para colocarlos y sacarlos de los anaqueles, requiere algún tipo mecánico de equipo para su manejo. Las grúas de mano operadas eléctricamente, son utilizadas con mucha amplitud, así como también elevadores operados a mano o eléctricamente, o montacargas. Estos últimos son mas flexibles y por lo general también se usan para transportar el desembarque de los envíos, son factores secundarios que deben planearse cuidadosamente.

Equipos de lubricación: Las aceiteras de mano, los containers de seguridad, los vehículos para lubricantes, pistolas de grasa, bombas de drenado, etc., deben conservarse dentro de la bodega de lubricantes. Estos equipos requieren espacios considerables, pero es preferible conservarlo dentro la bodega de lubricantes y no dejarlo en cualquier lugar en donde obstruyan y quede sujeto a las contaminaciones.

Equipo de transporte: Llevar lubricantes desde la bodega hasta la maquinaria en donde van a ser usados, es una fase tan crítica, que justifica el mismo cuidado que se debe



tomar en la bodega. El problema es evitar la contaminación y la confusión de los productos.

Este problema se complica aún más por la necesidad de transportar envases que puedan transportarse fácilmente, los cuales con frecuencia no son los envases originales. Esta fase del problema de aplicación consiste esencialmente en seleccionar los envases adecuados que puedan manejarse económicamente. Cada grado de aceite debe tener su envase marcado claramente, éste equipo no debe considerarse intercambiable.

Los depósitos más deseables para transportar lubricantes desde la bodega, son aquellos que puedan llenarse en la bodega de lubricantes y llevarse a la máquina sin necesidad de transferir el producto a un segundo o tercer envase. Logrando ésto, se reduce considerablemente la posibilidad de contaminación.

Nunca se deben utilizar envases galvanizados para transportar el aceite, ya que muchos aceites industriales modernos, contienen aditivos que reaccionan con el zinc y forman jabones metálicos. Estos jabones pueden entupir pequeños conductos de aceite, mechas,

etc.

Cuando se necesitan transportar mayores cantidades de aceite, se utilizan carros especiales provistos con bombas de mano y mangueras para su aplicación.

CUADRO No 5.1  
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	No PARTE	B FL 413	FL 413W	B/ FL 413F	B/ FL 413FW	DESCRIPCION
1	100020	x		x		Pieza de empalme para verificador de compresión.
	100030	x		x		
	100040		x		x	
	100060	x		x		
2	100400	x	x	x	x	Micrómetro de reloj 0.01 mm. para dispositivos de medición y de ajuste
3	100620	x	x	x	x	Dispositivo de ajuste para determinar el punto muerto superior, en combinación con el micrómetro de reloj 100400 y las escalas graduadas - agujas correspondientes.
4	100900	x	x	x	x	Plato graduado, magnético, para el control del comienzo de alimentación, aplicable en motores con poleas acanalladas libremente accesibles. No 100900 diámetro 80 - 160 mm. No 100910 diámetro 160 - 230 mm.
	100910	x	x	x	x	
5	101300	x	x	x	x	Indicador para escalas graduadas.
6	101600	x	x	x	x	Llave de vaso para caja de perno de expansión.
7	101610	x	x	x	x	Soporte para micrómetro de reloj.
8	101620	x	x	x	x	Perno de prolongación para micrómetro de reloj.
9	101630	x	x	x	x	Calibre de espesores 0.2 x 3 mm.
10	101900	x	x	x	x	Dispositivo indicador de grados de ángulo para apriete de pernos de culata.
11	101910	x	x	x	x	Dispositivo indicador de grados de ángulo para apriete de pernos de cojinetes de bancada, de cabeza de biela y del volante.
12	102510	x	x			Dispositivo de verificación para asientos de tobera de dispersión en el bloque motor. (Refrigeración de émbolo).
13	102520	x	x	x	x	Palanca para graduar toberas de inyección de aceite.
14	102540	x	x	x	x	Dispositivo de verificación para asiento de tobera de inyección de aceite en el bloque motor (refrigeración de émbolo).
15	110010		x		x	Llave especial para inyector en combinación con 110020.
16	110020		x		x	Llave de macho exagonal doble.
17	110030	x	x	x	x	Extractor para inyectores, en combinación con 150800.
18	110040	x	x	x	x	Extractor para inyectores, a emplearse existiendo refrigerador de aire de sobrealimentación montada.
19	110800	x	x	x	x	Mandril de montaje para casquillo de soporte y anillo retén del casquillo de graduador de avance de inyección.

20	110810	x	x	x	x	Mandril de montaje para anillo de hermetización de eje de accionamiento de bomba de inyección.
21	111420	x	x	x	x	Dispositivo de extracción para brida de acoplamiento de bomba de inyección.
22	120030	x	x	x	x	Llave de vaso para pernos de culata.
23	120410		x		x	Llave para bujías de incandescencia.
24	120610	x		x		Extractor para anillo de junta bajo el inyector.
25	120620	x		x		Casquillo de suplemento para extraer el anillo de junta bajo el inyector, combinado con 120610.
26	120640	x		x		Extractor para anillo de junta bajo el inyector, en combinación con 110040.
27	120900	x	x	x	x	Caballote de fijación, para culata.
28	120910	x	x	x	x	Placa de fijación para 120900.
29	121110	x	x	x	x	Tensor de resortes de válvula.
30	122304	x	x	x	x	Soporte.
31	122306	x	x	x	x	Accesorios.
32	122341	x	x	x	x	Fresas de asiento de válvula.
	122342	x	x	x	x	122341 admisión 30 / 45 grados. 122342 escape 30 / 45 grados.
33	122343	x	x	x	x	Mandril de guía.
34	122430	x	x	x	x	Mandril de fijación para quitar al torno anillos de asiento de válvula.
35	123320	x	x	x	x	Mandril de montaje para guías de válvula de diámetro 10 mm.
36	123520	x	x	x	x	Escariador para guías de válvula diámetro 10 mm.
37	123860	x	x	x	x	Mandriles de montaje para anillos de asiento de válvula de admisión 123860;
	123870	x	x	x	x	escape 123870.
38	124460	x	x			Dispositivo para fresar superficie de hermetización en la culata.
39	125040	x		x	x	Cono de introducción para conos protectores de varillas de empuje.
40	125500	x	x	x	x	Dispositivo de fijación para mecanizar al torno la superficie de hermetización de culatas.
41	130300	x	x	x	x	Dispositivo universal para montaje de aros del émbolo.
42	130370	x	x			Calibre para medir desgaste de ranura de aro trapecoide del émbolo.
	130380			x	x	
43	130560	x	x			Fleje tensor de aros de émbolo.
	130570			x		
44	131300	x	x	x	x	Dispositivo de extracción y de montaje para casquillo de perno de émbolo.
45	131530	x	x	x	x	Llave de vaso de 14 mm. para pernos de cojinetes de biela.
46	131560		x	x	x	Alicates para circlips de perno de émbolo.
47	139000	x	x	x	x	Aparato para calentar émbolos.
48	140300	x	x			Mandril de montaje para casquillos guías de aceite.

49	140350	x	x	x	x	Mandril de montaje para casquillos guías de aceite.
50	140420	x	x			Pieza de presión para mandril 140300.
51	140720	x	x			Herramienta para colocar por laminado
	140750	x	x	x	x	casquillos guía de aceite.
52	140850	x	x	x	x	Mandril doble para tapas de cierre de de cárter de cigüeñal.
53	142380	x	x	x	x	Extractor para el anillo de hermetización tipo HUTH del cigüeñal, atrás.
54	142390			x	x	Extractor para el anillo de hermetización tipo HUTH del cigüeñal, delante.
	142430	x	x			
55	142420	x	x	x	x	Mandril de montaje para el cojinete de bolas en el volante.
56	142460	x	x			Dispositivo de montaje para insertar el
	142470	x	x	x	x	anillo de hermetización del cigüeñal. De-
	142480			x	x	lante 142460 y 142470; atrás 142480.
57	142700	x	x	x	x	Dispositivo de extracción para anillos guías del cigüeñal.
58	143200	x	x	x	x	Dispositivo de montaje y desmontaje para casquillos de soporte de árbol de levas.
59	143640	x	x	x	x	Dispositivo de montaje y desmontaje para casquillos de soporte de árbol de levas.
60	143650		x	x	x	Dispositivo de expulsión para árbol de levas.
61	144110	x	x	x	x	Sujetador para engranaje sobre árbol de levas.
62	144500	x	x	x	x	Mandril para montaje para soporte y anillos retén del eje de piñon.
63	150010	x	x	x	x	Dispositivo para tornear la superficie de asiento del cilindro en el bloque.
64	150300	x	x	x	x	Herramienta para colocar por laminado el tubo principal de aceite.
65	150600	x	x	x	x	Carraca para la herramienta de laminado.
66	150800	x	x	x	x	Dispositivo de extracción.
67	150830	x	x	x	x	Suplemento para desmontar tubos de aceite en puentecillos de taqués en combinación con 150800.
68	151350	x	x	x	x	Nacho de roscar, para repasar taladros roscados en el bloque H 15.3 x 2.
69	151400	x	x	x	x	Herramienta especial para extraer tapa de cojinetes de bancada.
70	160010	x	x	x	x	Dispositivo de extracción para filtro centrifugador de aceite.
71	160200	x	x	x	x	Dispositivo para fijar la corona de arrastre del ventilador de refrigeración de accionamiento hidráulico.
72	160240	x	x	x	x	Sujetador para eje de acoplamiento de ventilador.
73	160250	x	x	x	x	Llave especial para tuercas ranuradas en el acoplamiento del ventilador.
74	170030	x	x	x	x	Para desenroscar filtro de aceite.

75	170300	x	x	x	x	Para tornillos de fijación de arrancador.
76	170800	x	x	x	x	Llave cárdan especial con lote de prolongación para pernos de colector de admisión.
77	190200	x	x	x	x	Mandril para varillaje de motor 34 mm. de diámetro. No 190200 39 mm. de diámetro. No 190210
78	190230	x	x	x	x	Sujetador.

=====

CUADRO No 5.4  
MOTORES DIESEL COMPONENTES  
B / FL 413 F/W ( 6 - 12 CILINDROS ).

PISTON

Diámetro normal mm.	124.87 +/- 0.007
Cantidad de medidas de desgaste.	2
Medidas de desgaste, escalonados mm.	0.5 +/- 0.007
Distancia del pistón a la culata mm.	FL413F : 1.15 - 1.30 BFL413FW : 1.25 - 1.40
Agujero para perno de pistón mm.	FL: 45 + 0.006 BFL: 45 + 0.011
Diámetro del perno para pistón mm.	45 - 0.007
Ranuras para anillo de pistón, altura para primer anillo mm.	( 0 122 ) 2.71 +/- 0.015
Altura de ranura para segundo anillo mm.	2.5 + 0.06
Altura de ranura para anillo de aceite mm.	4.0 + 0.03

ANILLO DE PISTON

Juego axial	
Primer anillo de compresión mm.	( 0 122 ) 0.100 - 0.150
Valor límite mm.	0.5
Segundo anillo de compresión mm.	0.070 - 0.102
Valor límite mm.	0.2
Anillo ranurado de aceite mm.	0.040 - 0.072
Valor límite mm.	0.15
Juego entre topes de anillos mm.	0.3 - 0.45
Valor límite mm.	1.5
Juego entre topes de anillos de aceite mm.	0.3 - 0.45
Valor límite mm.	2.0

BIELA

Agujero para el casquillo de perno del pistón mm.	48 + 0.016
Diámetro exterior del casquillo del perno del pistón mm.	48.065 + 0.03
Diámetro interior, casquillo insertado mm.	45.040 + 0.015
Juego de perno del pistón en el casquillo mm.	0.042 - 0.062
Valor límite mm.	0.25
Agujero para cojinete de cabeza de biela mm.	80 - 0.002
Casquillo de cojinete de biela, diámetro interior normal mm.	75.070 + 0.040
Cantidad de medidas de desgaste	6
Medidas de desgaste escalonada mm.	0.25 + 0.040
Espesor de la pared normal mm.	2.465 + 0.01

VALVULAS

Guía de válvula, diámetro exterior mm.	Vál. de admisión : 160 + 0.038 Vál. de escape : 160 + 0.038
Cantidad de unidades de desgaste	2
Medidas de desgaste escalonadas mm.	V. A. : 0.25 + 0.038 V. B. : 0.25 + 0.038

Agujero en la culata mm.	16 +/- 0.000
Cantidad de medidas de desgaste.	2
Medidas de desgaste escalonados mm.	0.25 +/- 0.000
Guía de válvula insertado, diámetro interior mm.	10 +/- 0.000
Husillo de válvula, diámetro admisión mm.	9.94 - 0.02
Husillo de válvula, diámetro escape mm.	9.92 - 0.015
Juego de husillo de válvula de admisión normal mm.	0.060 - 0.095
Admisión valor límite mm.	0.25
Escape normal mm.	0.08 - 0.11
Escape valor límite mm.	0.6

#### ANILLOS DE ASIENTO DE VALVULA

Válvula de admisión, diámetro exterior normal mm.	56.18 - 0.02
Cantidad de medidas de desgaste	2
Medidas de desgaste escalonadas mm.	0.1
Escape diámetro exterior normal mm.	49.18 - 0.02
Cantidad de medidas de desgaste.	2
Medidas de desgaste escalonados mm.	0.1
Agujero en la culata, admisión mm.	56 +/- 0.000
Agujero en la culata, escape mm.	49 +/- 0.000
Plato de válvula, diámetro admisión mm.	53.6 +/- 0.05
Plato de válvula, diámetro escape mm.	46.6 +/- 0.05
Ancho de asiento de válvula admisión mm.	2 +/- 0.4
Ancho de asiento de válvula escape mm.	3.2 +/- 0.1
Angulo de asiento admisión (grados).	45 - 10'
Angulo de asiento escape (grados).	45 - 10'
Escape de borde, admisión mm.	1.5 +/- 0.05
Escape de borde, escape mm.	1.5 +/- 0.05
Límite de desgaste, admisión mm.	1.0
Distancia del plato de válvula al fondo de la culata mm.	(FL413FW) V. A. : 3.6 + 0.000 / -0.4 V. E. : 3.35 + 0.000 / -0.4
	(BFL413FW) V. A. : 2.3 + 0.000 / -0.4 V. E. : 2.05 + 0.000 / -0.4
Valor límite mm.	(FL413FW) V. A. : 2.7 V. E. : 2.45
	(BFL413FW) V. A. : 1.4 V. E. : 1.15
Juego de válvulas a motor frío, adm. mm.	0.2
Juego de válvulas a motor frío, esc. mm.	0.3
Después de una reparación, admisión mm.	0.3
Después de una reparación, escape mm.	0.4



Medida por la que retrocede el fondo de la culata respecto a la cara de asiento de la culata mm.	(FL413FW) 7.7 + 0.2 (BFL413FW) 6.4 + 0.2
Valor límite mm.	(FL413FW) 7.4 (BFL413FW) 6.1 2
Resorte de válvula	Resorte exterior 6.0
Espiral en total.	Resorte interior 8.0
Longitud sin tensar normal mm.	Resorte exterior 59 +/- 0.5 Resorte interior 55 +/- 0.5
Longitud sin tensar, límite de fátiga mm.	Resorte exterior 57 Resorte interior 53
Perno de culata, longitud mm.	334 +/- 0.7
Perno de culata, longitud máxima mm.	336

-----

CILINDRO

Agujero normal, interior mm.	125 + 0.04
Agujero interior, lima de desgaste mm.	+0.35
Cantidad de desgaste	2

-----

BIELA

Ancho de cojinete mm.	27.8 +0.000 / -0.2
Ancho de cuerpo de biela	33.85 +0.000 / -0.1
Juego radial normal, cojinete de biela mm.	0.06 - 0.118
Juego radial valor límite mm.	0.25
Juego axial normal mm.	0.3 - 0.6
Juego axial valor límite mm.	1.0

-----

ARBOL DE LEVAS

Juego axial del árbol de levas mm.	0.2 - 0.7
Valor límite mm.	1.0
Juego radial del árbol de levas mm.	(1) Coj. deslizamiento 0.060 - 0.137 (2) Coj. deslizamiento 0.060 - 0.148
Juego radial valor límite, (decisiva es la presión de aceite) mm.	0.25
Curso de leva de admisión mm.	8.5
Curso de leva de escape mm.	9.0
Casquillo de soporte de árbol de levas, diámetro interior normal mm.	(1) Coj. deslizamiento 60 +0.047 / - 0.000 (2) Coj. deslizamiento 60 + 0.058 / - 0.000

-----

-----  
 VERIFICACION DEL LADO DE DISTRIBUCION  
 NOTA: Ténganse en cuenta las circulares TR.  
 Juego de válvulas mm.

	Admisión 0.2
	Escape 0.3
Admisión abre a PMS. (grados).	(1) 22
	(2) 46
Admisión cierra PMI (grados).	(1) 52
	(2) 48
Escape abre a PMI (grados).	(1) 67
	(2) 66
Escape cierra PMS (grados)	(1) 27
	(2) 46

-----

CIGÜEÑAL

Muñón de cabeza de biela, diámetro mm.	75 - 0.10
	75 -0.029
Cantidad de medidas de desgaste.	6
Medidas de desgaste escalonadas mm.	0.25 - 0.010
	0.25 - 0.029
Ancho de muñón mm.	68 + 0.1
Radio de garganta lateral mm.	5.5 +/- 0.1
Ovalidez de muñón, límite de desgaste mm.	0.08
Dureza de muñón, normal HRc.	53 - 60
Valor límite HRc.	50
Muñón para cojinete de bancada:	
Diámetro normal mm.	95 - 0.012
	95 - 0.034
Cantidad de medidas de desgaste.	6
Medidas de desgaste escalonadas mm.	0.25 - 0.012
	0.25 - 0.034
Ovalidez de muñón, límite de desgaste mm.	0.08
Ancho de muñón mm.	45 +/- 0.05
Radio de garganta lateral mm.	5.5 +/- 0.1
Dureza de muñón normal HRc.	53 - 60
Valor límite HRc.	50
Agujero para cojinete de bancada mm.	101 + 0.022
Casquillo de cojinete, diámetro int. mm.	95 + 0.042
Cantidad de medidas de desgaste.	6
Medidas de desgaste, escalonadas mm.	0.25 + 0.042
Espesor de pared, normal mm.	2.96 +0.01
Cantidad de medidas de desgaste	6
Medidas de desgaste escalonads mm.	0.125
Juego radial normal mm.	0.072 - 0..136
Juego radial valor límite mm.	0.3
Cojinete de ajuste de cigüeñal:	
Agujero para asiento de coj. de bancada mm	101 + 0.022

-----

Casquillo de cojinete, diámetro int. mm.	95.06 + 0.042
Cantidad de medidas de desgaste.	6
Medidas de desgaste, escalonadas mm.	0.25 + 0.042
Espesor de pared, normal mm.	2.96 +0.01
Cantidad de medidas de desgaste	6
Medidas de desgaste escalonads mm.	0.125
Agujero para coj. bancada, diám. ext. mm.	101.5 +0.022
Casquillo de coj. diámetro interior mm.	95.06 + 0.042
Primer desgaste mm.	94.81 + 0.042
Segundo desgaste mm.	94.56 + 0.042
Tercer desgaste mm.	94.06 + 0.042
Muñón de cigüeñal, para coj. de ajuste:	
Diámetro normal mm.	95 - 0.012
	95 - 0.034
Cantidad de medidas de desgaste.	6
Medidas de desgaste escalonadas mm.	0.25 - 0.012
	0.25 - 0.034
Ovalidez de muñón, límite de desgaste mm.	0.08
Ancho de muñón mm.	41 + 0.62
Ancho de cojinete, dist. ext. de los anillos de tope (cojinete de ajuste) mm.	40.825 + 0.000
	40.825 - 0.080
Juego axial normal mm.	0.175 - 0.317
Valor límite mm.	0.6
Juego radial normal mm.	0.072 - 0.136
Juego radial, valor límite mm.	0.3

#### BOMBA DE ACEITE

No rev. bomba / No rev. motor	3500 / 2650
Caudal de bomba a 5 bar, 90 °C,aceite SAE 30 ( l / hr. )	B/F6L : 7600 B/F8L : 9800 B/F10L : 11100 B/F12L : 13800
Ancho de rueda impelente mm.	B/F6L : 36 B/F8L : 46 B/F10L : 52 B/F12L : 52
Juego axial de ruedas impelentes, mm.	B/F6L : 0.040 -0.085 B/F8L : 0.040 - 0.085 B/F10L : 0.060 - 0.136 B/F12L : 0.060 - 0.136
Valor límite mm.	0.12

---

Juego entre flancos de dientes hacia engranajes sobre cigüeñal mm.	0.105 - 0.173
Presión de aceite, en bar :	
A marcha lenta en vacío, mínimo.	0.5
Válvula de seguridad, en la bomba.	10
Válvula by-pass en el refrigerador .	1.5
Válvula by-pass en el filtro de aceite.	2.5
Válvula reguladora final.	4.5 - 6.0

---

CUADRO No 5.5  
 PERNOS Y ANGULOS DE REAJUSTE  
 B / FL 413 F/W ( 6 - 12 CILINDROS ).

---

Pernos de volante	M 16 * 1.5 * 62 = 30° + 60° = 90° M 16 * 1.5 * 82 = 60° + 60° = 120°
Pernos de contrapeso	M 16 * 1.5 * 128 = 30° + 60° + 60° = 150° 30° + 60° + 60° = 150° BM 12 * 1.5 * 65 = 90° BM 12 * 1.5 * 180 = 30° + 60° + 60° = 150° (rosca a la izquierda) M 14 * 1.5 * 75 = 30° + 60° = 90°
Tuerca ranurada ventilador.	200 - 250 Nm
Perno para accionamiento ventilador	M 14 * 1.5 * 60 = 90° BM 14 * 1.5 * 80 = 120°
Perno de expansión en el extremo delantero de cigüeñal.	BM 16 * 1.5 * 70 = 60° + 60° = 120° M 16 * 1.5 * 85 = 60° + 60° = 120° M 16 * 1.5 * 110 = 60° + 60° + 60° = 180° BM 16 * 1.5 * 100 = 60° + 60° = 120°  BM 16 * 1.5 * 120 = 30° + 60° + 60° = 150° BM 16 * 1.5 * 120 = 30° + 60° + 60° = 150° BM 16 * 1.5 * 120 = 60° + 60° + 60° = 180°
Angulos de reapriete para pernos en grados.	A) 30 Nm. B) 40 Nm. C) 50 Nm. D) 60 Nm. (valores de ajuste inicial)
Pernos de culata	60° + 60° + 60° = 180°
Tuerca para caballete de balancines	30° + 30° + 30° = 90°
Pernos para engranaje sobre árbol de levas.	30° + 45° = 75°
Pernos para puente de taques.	30° + 30° = 60°
Pernos de cojinete de bancada.	30° + 60° + 60° = 150° (vertical). 30° + 30° = 60° (horizontal).
Pernos de biela.	60° + 60° = 120°
Pernos de caja de balancines de fundición.	25 Nm.
Elementos de fijación para inyector 1) perno 2) tuerca.	60° + 60° = 120° (2)
Transmisión de 2 engranajes.	220 Nm.
Perno para accionamiento de la bomba de inyección.	M8 x 50 38 Nm.
Tuerca empalme inyector.	60 - 80 Nm.
Pernos - caja de adaptación.	M12 x 1.5 x 40 DIN 912 10.9-A4C = 30° + 30° = 60° BM12 x 1.5 x 40 DIN 960 10.9 = AM12 x 1.5 x 55 DIN 912 10.9 = BM12 x 1.5 x 60 DIN 960 10.9 = = 30° + 60° = 90°

---

## CAPITULO 6

### ORGANIZACION Y UBICACION DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PARA MOTORES DIESEL, DEUTZ

La empresa en la sociedad contemporánea es a la vez resultado y causa de la misma. La empresa realiza las funciones económicas básicas para producir, dar empleo, vender, distribuir y crear riqueza.

La empresa modernamente es un centro en el que convergen el derecho, la tecnología, la economía, las ciencias naturales, las relaciones humanas, la psicología social y la administración.

En la empresa todo el saber de la civilización contemporánea se reúne con el propósito práctico, concreto y específico de satisfacer ciertas necesidades de un determinado mercado de consumo, mediante la producción de bienes o servicios, de manufacturas, prestaciones,

materias primas, gracias a la utilización de capitales y demás recursos económicos de ciertos equipos y de un grupo humano organizado, compuesto por una Gerencia, una Gerencia media, empleados, superiores y trabajadores calificados y no calificados.

Para organizar un sistema de mantenimiento debemos considerar:

A.- Las acciones de mantenimiento que harán posible que el equipo esté operativo (ciclo de mantenimiento).

- Lubricación diaria, semanal, engrase, cambios de filtros, etc.

- Inspecciones programadas.

Análisis de inspecciones - resultados.

Reparaciones programadas.

Reparaciones de emergencia.

- Control de calidad de reparaciones.

- Entrenamiento.

B.- Las funciones de personal de mantenimiento que hará lo posible el cumplimiento de las acciones de mantenimiento (ciclo), como son del supervisor, mecánico, inspector, planificador, etc.

C.- El flujo de información y registro que serán utilizados por el personal de mantenimiento, que permitirá mediante un adecuado sistema, el control de las acciones. ( figuras No.1, No.2, y No.3 ).

## 6.1 Organización de la Empresa

La empresa estará constituida por un Directorio, como punto principal de la organización. Además se encomendará a la Empresa de Servicios a un Gerente General, del cual dependerá un Gerente de Servicios y un Gerente de Repuestos.

Cada Gerencia tendrá el personal respectivo a su cargo, de acuerdo a las funciones encomendadas.

#### 6.1.1 Estructura Organizativa de la Empresa

La estructura organizativa de la empresa se muestra en el organigrama de la figura No.4.

#### 6.1.2 Funciones específicas en cada área

##### a. El Directorio

Puede estar conformado por un grupo de cinco personas, entre sus funciones estarán:

-Trabajar con espíritu de equipo, en el sentido de que todos participen aplicando con honestidad, imaginación, inteligencia y energía sus conocimientos, con el fin común de cumplir los objetivos de la empresa.

- Debe ser una entidad fiscalizadora.

- Debe cumplir una labor de asesoramiento técnico - administrativo, financiero, económico y jurídico del más alto nivel de ayuda a la empresa, en especial a su Jefe Ejecutivo que es el Gerente.

- Deben poseer una información extensa y



precisa para interpretar como afecta a la empresa los cambios económicos, sociales, tecnológicos y científicos; de la política nacional e internacional.

**b. Gerente General**

Es el Jefe Administrativo, en él se concentra la unidad y continuidad del mando ejecutivo.

Planea medidas y métodos destinados a satisfacer la necesidades de la empresa en todas las áreas de acción de la misma.

Dirige y supervisa de manera inmediata el trabajo del Gerente de Servicio y del Gerente de Repuestos, del Jefe de Taller, del Jefe de Servicios de Campo, del Jefe de Logística, así como también el trabajo del Jefe de Almacén y de Compras, del Presupuestador Técnico. De manera mediata dirige y supervisa la labor de todo el personal de la compañía.

Da cuenta al Directorio de la marcha de la empresa.

Por Ley es el personero legal de la compañía y da cuenta a la empresa de sus acciones.

Ordena pagos y cobros, cuida de los fondos de la empresa.

**c. Gerente de Servicios y Gerente de Repuestos**

Es un funcionario de la línea su comando ejecutivo que tienen autoridad ejecutiva directamente delegada del Gerente General.

Su superior inmediato es el Gerente General. Tienen como subordinados a todos los funcionarios de su departamento.

d. Funciones del Taller de Servicios

Reparar componentes en los talleres de Lima. Ejecutar reconstrucciones integrales de motores diesel en nuestros talleres, servicio luego del cual el motor serán entregados al usuario con una garantía de 1000 horas o de un año, el cual suceda primero.

Reparar unidades en el campo.

Entrenar el personal de operaciones y mantenimiento; ya sea, en los programas integrales o globales en nuestros locales de Lima o programas específicos para clientes, en las instalaciones de la mina.

Prestar asistencia técnica al usuario en general.

e. Presupuestador Técnico

Dependerá del Gerente de repuestos.

Trabjará en coordinación directa con el Jefe del Taller.

Valorará y/o presupuestará los servicios que

brindará la empresa.

f. Control de Calidad

Dependerá del Gerente General.

Dar el visto bueno del mantenimiento efectuado al motor.

g. Jefe de Logística

Debe supervisar la sección de compras y de almacenes

h. Compras

Su misión es satisfacer dentro los plazos señalados y/o requeridos, las necesidades materiales de la empresa con las mejores condiciones técnicas, económicas y financieras.

Su misión en el interior de la empresa se da con:

Servicio financiero

Programa de compromiso de gastos.

Conjunción de los pagos con los recursos de tesorería.

Determinación de las condiciones de pago y de las modalidades de compra, según reglamento.

Servicio Comercial

Intercambio de informaciones complementarias sobre los mercados de consumo y de aprovisionamiento.

Problemas de reciprocidad.

### Gestión de stock

Suministro por el servicio de compras, de las informaciones sobre los pedidos en curso, sobre la demora de los proveedores.

Medidas tomadas en común para asegurar la rotación de stock.

Calendario de suministros continuos.

### Servicio de mantenimiento

Política de piezas de sustitución equivalentes y/o reemplazos.

Modalidades administrativas del arreglo de averías.

### Servicio jurídico

Determina las cláusula de los contratos.

Tratamiento de los litigios graves.

### Servicio del personal

Calificación del personal para el servicio de compras.

### Almacén

Dirigirá y coordinará la labor de los diferentes elementos que constituyen su dependencia, responsabilizándose por su buen funcionamiento y por el cumplimiento de la finalidad del almacén.

## 6.2 Ubicación de la Planta de Servicios

En la distribución que se ha adoptado, se ha

tenido en cuenta que las operaciones a realizar no sufran interrupciones o traslados innecesarios, que origina tiempo perdido y por consiguiente un costo adicional a la empresa de servicios.

El diagrama que nos indica como debe ser el terreno y la distribución de las áreas se dan a continuación.

Area total del terreno 851 metros cuadrados, y se puede apreciar a grosso modo la disposición tanto del proceso de servicios como las áreas que controlan, apoyan e inspeccionan dicho proceso.

A continuación el cuadro No 1 nos va a detallar un poco el área disponible que tienen cada una de las zonas de la empresa de servicios en donde se efectuarán el servicio de mantenimiento y además ubicación de oficinas y otros.

La planta debe ser ubicada en la zona industrial de Lima, localidad de Ate - Vitarte por que la mayoría de empresas mineras se encuentran ubicadas en la zona centro y se logra una mejor comercialización de insumos y repuestos.

### **6.3 Disposición y Distribución de la Planta de Servicios**

En el cuadro No 1 se muestra la disposición por áreas de trabajo y el diagrama nos indica una distribución lógica del taller de servicios.

### **6.4 Análisis Económico de la Implementación del Taller**

En el cuadro No 2 nos indica los costos de

adquisición del terreno, costos de infraestructura,  
costos de implementación de las áreas de trabajo, etc.

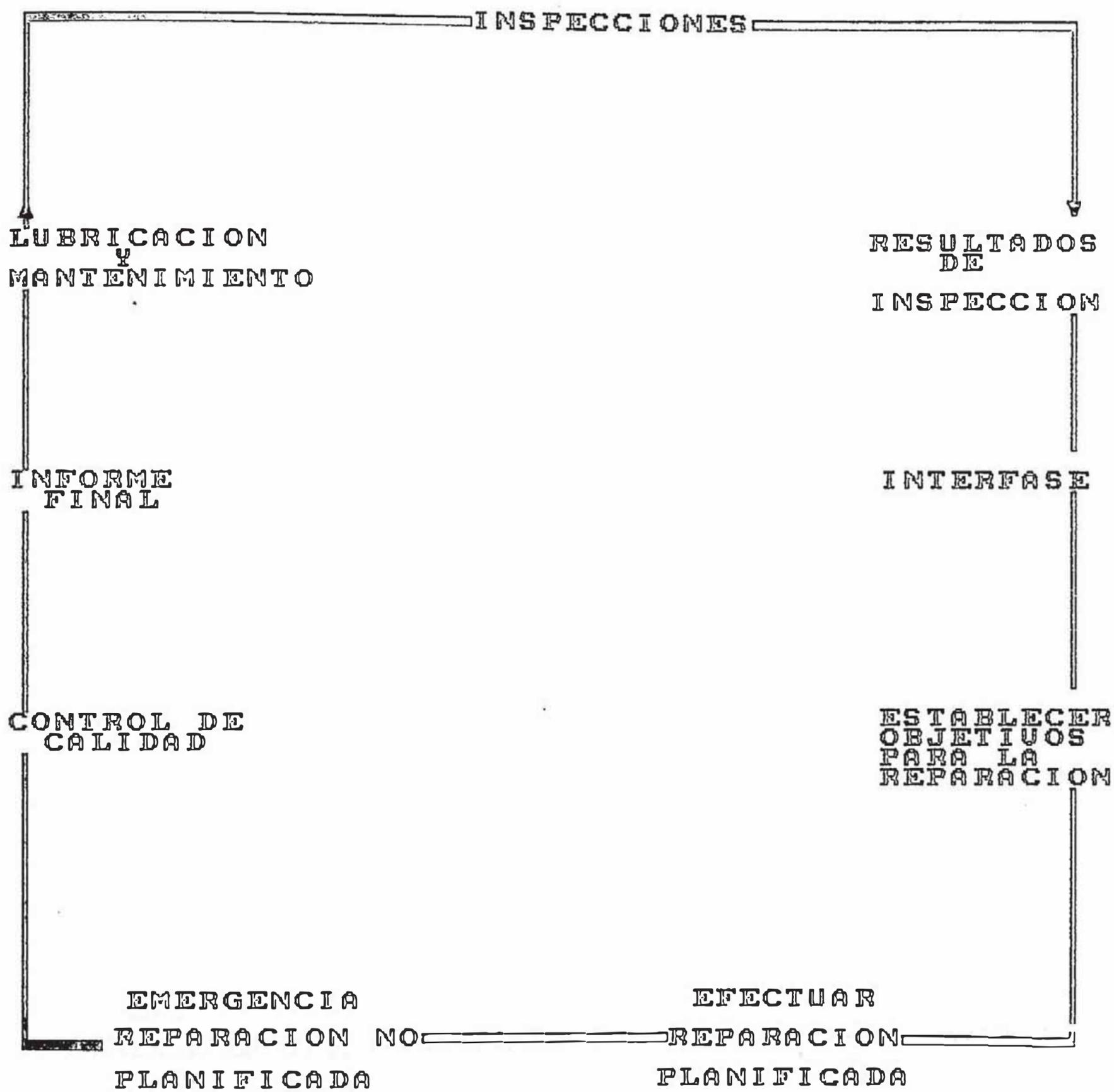


FIGURA No 1

# CICLO DE MANTENIMIENTO

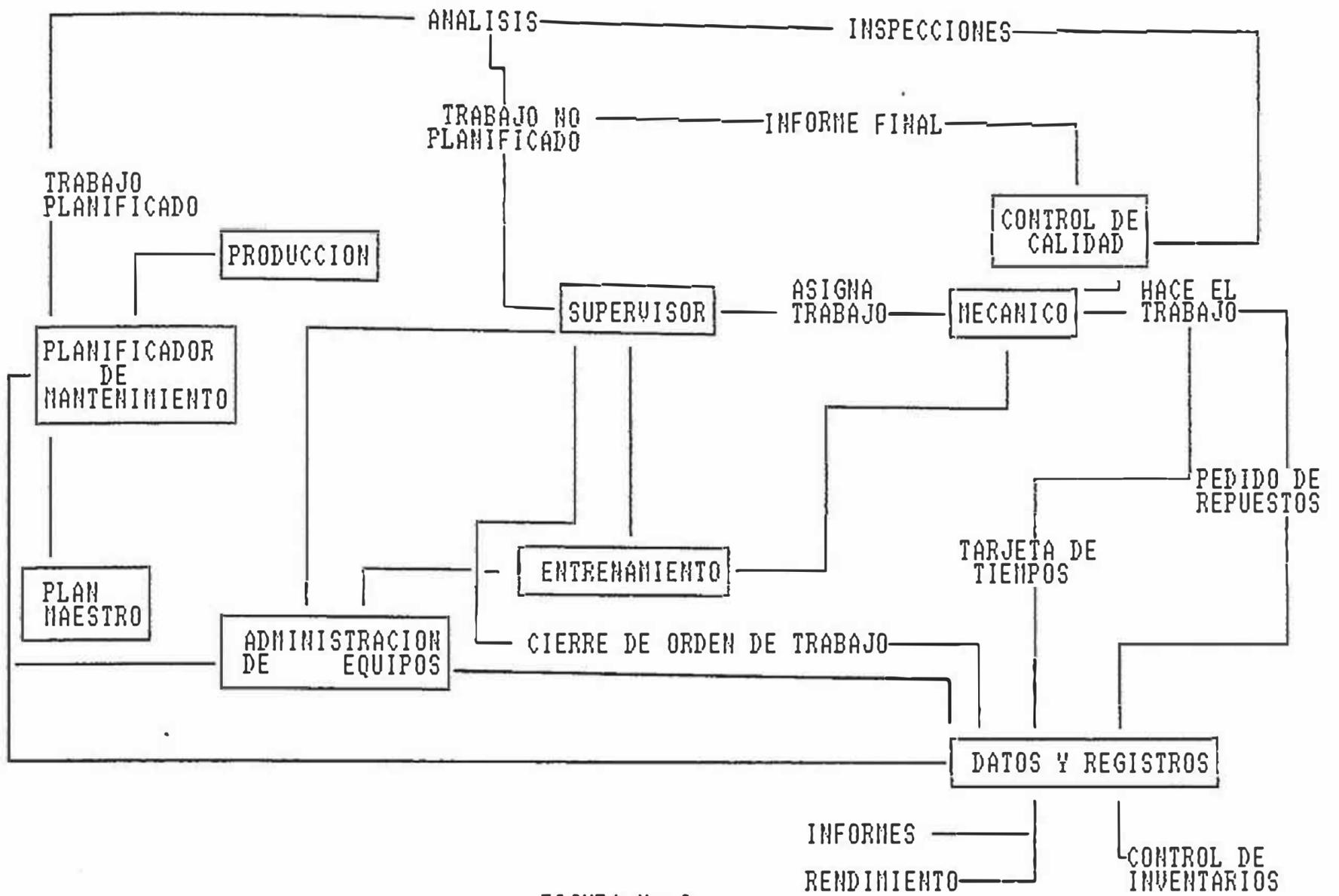


FIGURA No 2

## ORGANIZACION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

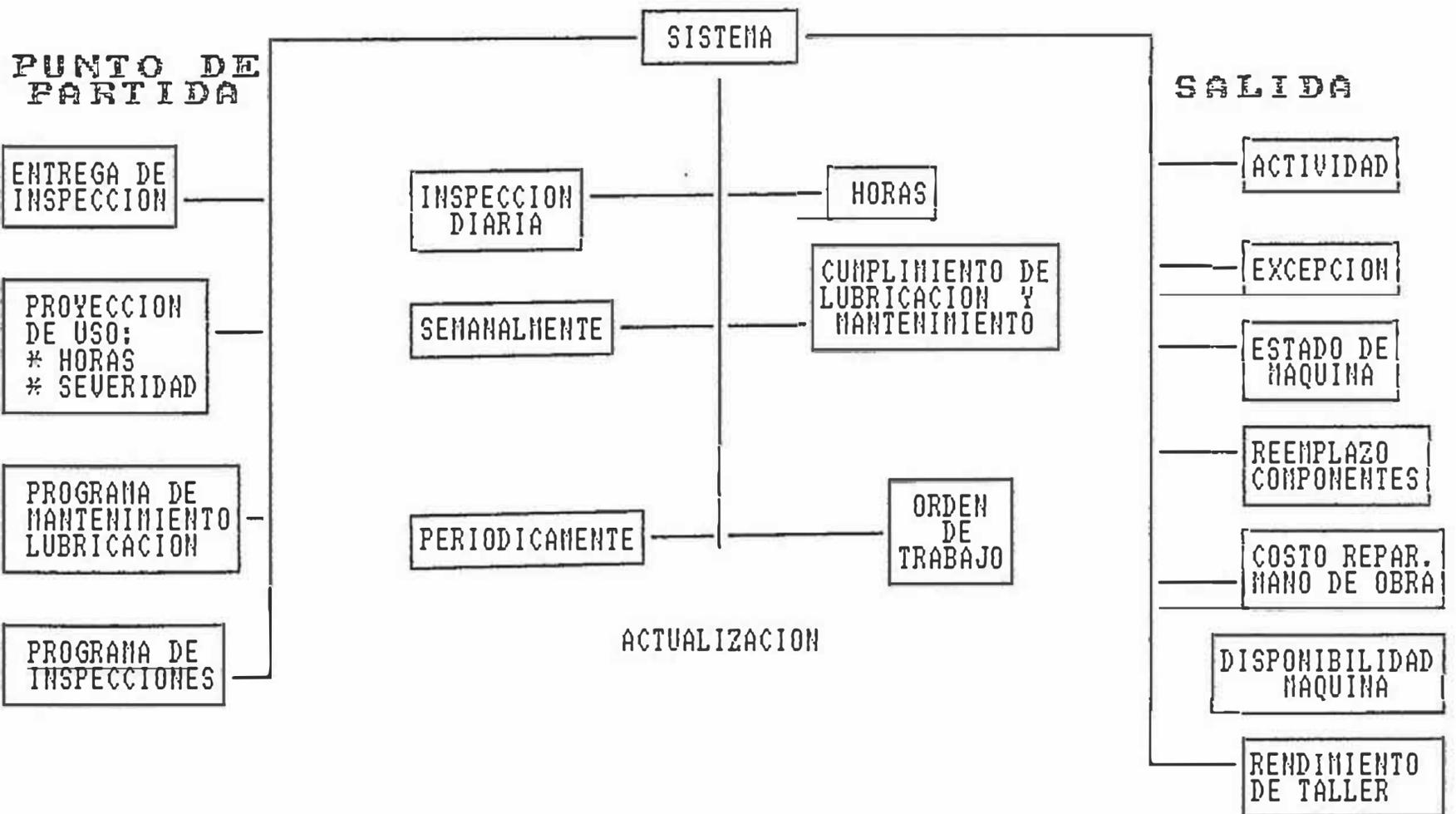
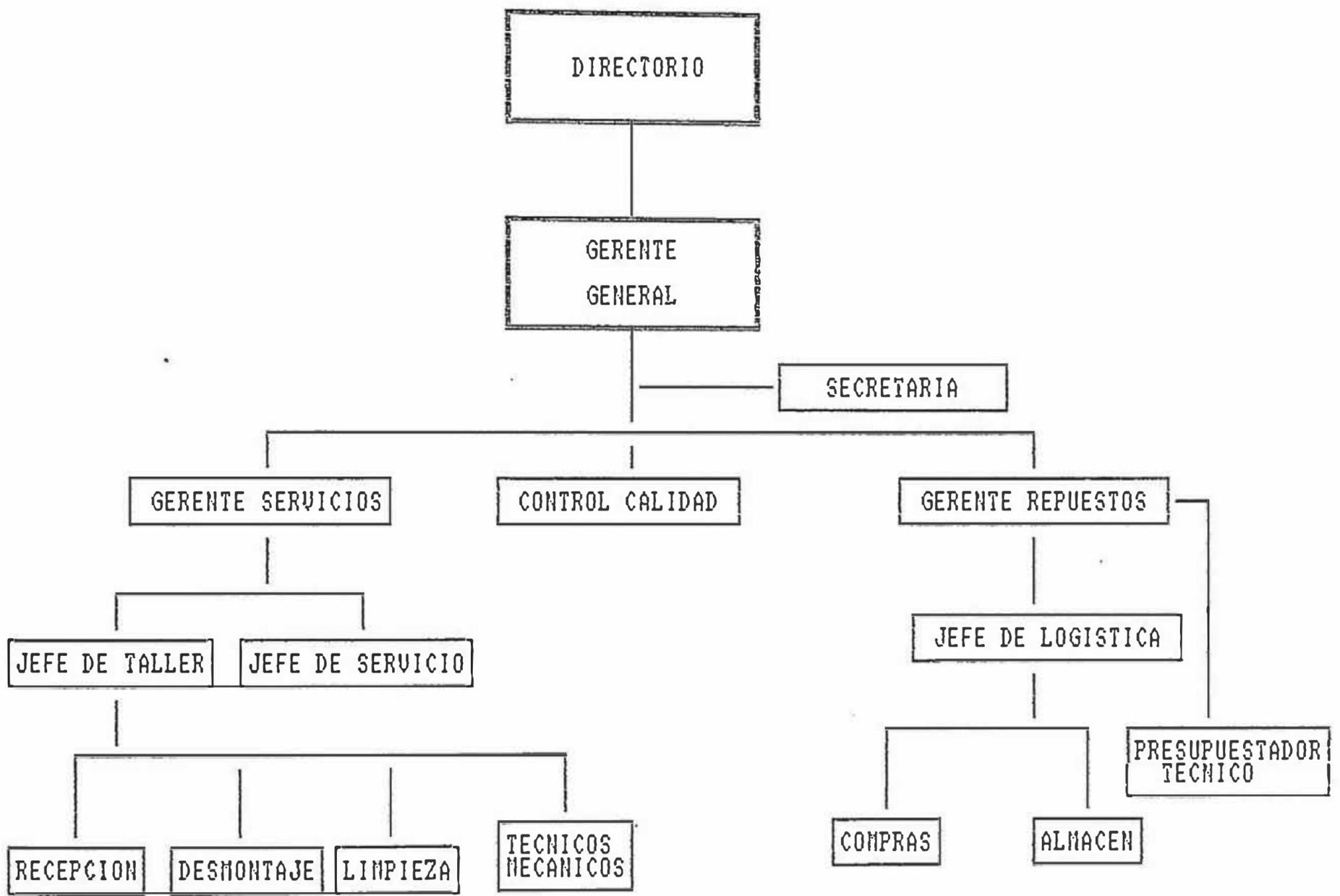
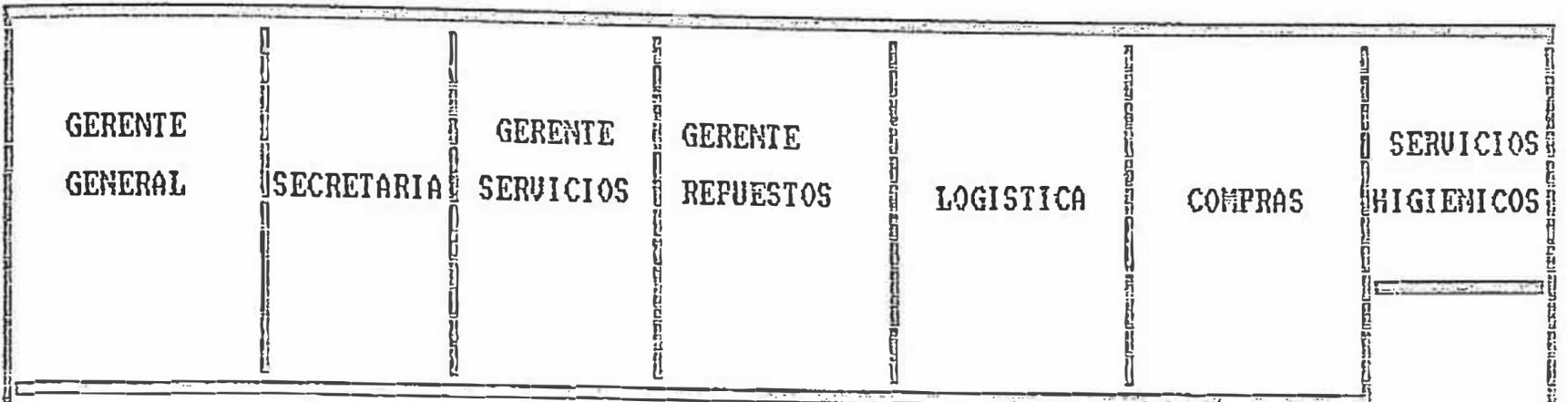


FIGURA No 3

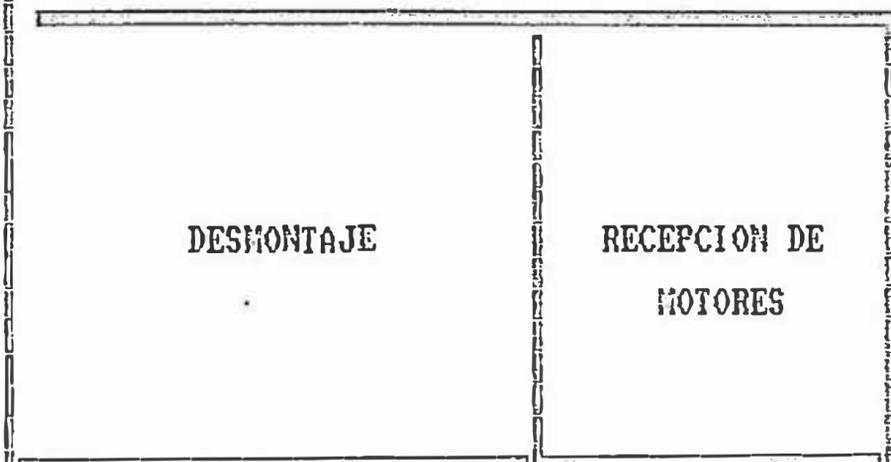
## FLUJO DE DOCUMENTOS Y REGISTROS



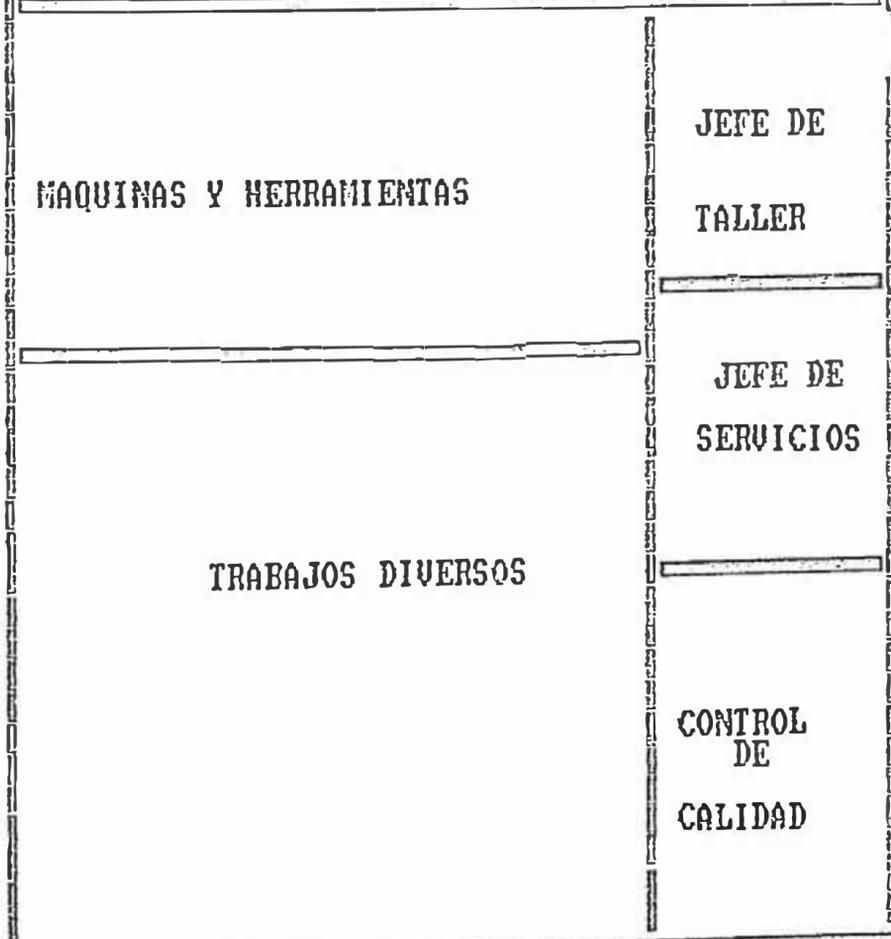




VIGILANCIA



LIMPIEZA



## CAPITULO 7

### SISTEMA LOGISTICO PARA LA EMPRESA DE SERVICIOS

La función denominada "gestión de stock", tiene por objetivo concreto el mantenimiento en volumen de stocks al mas bajo nivel, compatible a la vez con la alimentación regular de la empresa y con la mejor ejecución de la otras subfunciones de aprovisionamiento.

Frecuentemente se compara a las existencias con un depósito que posee una válvula de entrada y otra de salida, de tal manera que accionando sobre una u otra es posible mantener un nivel de existencias convenientes. Queda sin embargo por discutir sobre, cuál de las válvulas es preferible activar ?.

Si para controlar el nivel de existencias recurrimos a manipular la válvula de salida de nuestro depósito, obtendremos resultados poco o nada satisfactorios. Tales

salidas por cierto están acondicionadas a cada empresa según sus necesidades. En cambio si se acciona sobre la válvula de entrada de nuestro depósito, los resultados serán más razonables. En efecto, solo regulando el volumen y ritmo de los pedidos que deben alimentar el stock.

De este modo, pues el problema de mantenimiento de su nivel adecuado de stocks queda reducido a determinar la forma como se debe realizar las adquisiciones, en tal sentido, de modo general y esquemático se puede recurrir a dos alternativas:

-Realizar pedidos de cantidades fijas, determinadas arbitrariamente o por cálculo en fechas variables.

-Emitir en fechas fijas, determinadas arbitrariamente o no, pedidos de cantidades variables.

#### 7.1 Sistemas propuestos para el control de repuestos

Existe una serie de técnicas aplicables a la solución de la problemática de stocks. La elección de la técnica a aplicar en cada caso particular, así como el grado de afinamiento elegido, deberá ser en función del tipo y la magnitud del problema.

Es evidente, que cuanto mayor sea el problema, mayor deberá ser el esfuerzo y la dedicación aplicada a resolverlo. Cuanto menor sea, podemos dedicar parte de este esfuerzo a resolver otros problemas. Tal concepción simple, guarda relación con lo que en Administración de Empresas se denomina "Dirección por

excepción"

Es necesario realizar un estudio selectivo de los stocks, el primer paso consistirá en distribuir nuestros artículos de acuerdo a las características de su utilización de esta manera tendremos cinco clases de stock:

- Normal
  - En tránsito
  - De seguridad
  - Sobrante
- De recuperación

#### 7.1.1 Normal

Esta constituido por artículos nuevos de cierto uso, cuyo aprovisionamiento se efectua en forma cíclica.

#### 7.1.2 En tránsito

Constituido por artículos de consumo variable, no aplicables a la producción normal.

#### 7.1.3 De seguridad

Comprende aquellos artículos de consumo esporádico o raro, pero pro su trascendencia es preciso ponerlos para cubrir posibles eventualidades.

#### 7.1.4 Sobrante

Consiste en artículos nuevos que han caido en desuso, pero que pueden utilizarse para un

fin distinto al original. Son materiales a extinguirse, pero no es conveniente retirarlos del stock, dado que pueden tener alguna aplicación en la empresa.

#### 7.1.5 De recuperación

Compuesto por materiales usados, los cuales pueden usarse; por lo que no es conveniente su eliminación.

Clasificados de esta manera nuestros artículos, procedemos a realizar un estudio selectivo de stock normal aún cuando, de acuerdo a su importancia, puedan hacerse extensiva la aplicación a otros tipos de existencias.

El objetivo es determinar el grado de intensidad de control que aplicaremos en los distintos artículos.

Tal estudio selectivo se denomina "Sistema ABC". La experiencia demuestra que la mayoría de las organizaciones se ajustan a la siguiente situación:

La mayor parte del dinero invertido corresponde a un pequeño número de artículos diferentes.

- La menor parte del dinero invertido corresponde a un gran número de artículos diferentes.

Los datos que se requieren para el Sistema ABC son:

Códigos de artículos.

- Consumo anual de los artículos.

- Precio unitario de cada artículos en \$ o S/.

Y para confeccionar un gráfico ABC, se requiere:  
- Multiplicar el consumo anual de cada artículo por su precio unitario, dando como resultado la Inversión Anual de cada artículo.

-Ejecutar la suma acumulada de todo los artículos.  
-La última cifra obtenida será el total acumulado de la inversión anual, siendo el 100 % de la inversión entonces para determinar los artículos que se ubican en cada zona utilizaremos una regla de tres simple, aplicando los porcentajes de cada zona.

## 7.2 Sistema o métodos para los pedidos

Los pedidos de repuestos, de acuerdo a su urgencia y disponibilidad, los podemos clasificar en:

### 7.2.1 A nivel nacional

Aquí están comprendidos la mayoría de los pedidos que atienden las empresas que importan partes o en forma completa los motores diesel, como Europa diesel, Diesel técnica, Diesel centro, Asesa, EJC, MSA, etc. Con tiempo de entrega inmediato.

### 7.2.2 Para importación

Si se da el caso de no contar en nuestros abastecedores con un repuesto requerido de urgencia, de inmediato se solicita por vía fax o télex a uno de los almacenes centrales de repuestos. Desde allí se localiza el repuesto en

cualquiera de los almacenes.

Una vez localizado el repuesto, es despachado vía aérea el mismo día del pedido dependiendo obviamente de la disponibilidad de vuelos.

El tiempo de entrega, entre 1 y 6 horas para localizar el repuesto más lo que tarda el despacho, el vuelo y desaduanaje, en casos favorables se puede atender estos pedidos en 48 horas.

A toda esta gestión se le denomina comúnmente importación por vía rápida.

Los pedidos por vía directa son los que tienen un tiempo de atención normal de 3 a 6 meses, pero con un costo bajo. El transporte de estos pedidos son por vía marítima normalmente.

### 7.3 Computación en el sistema logístico

Existe una serie de programas o paquetes de computación de aplicación directa a los sistemas logísticos empleados actualmente.

Se debe tener un concepto básico para el empleo de estos paquetes de computación:

1. Facilidad de control desde lo que significa solicitud del componente, métodos de adquisición, control de envío y ubicación en el almacén principal.

2. Formas de ubicación, lo cual se debe estructurar como componentes, sub componentes y sus



complementarios.

En el caso de un motor diesel el motor es el componente de un equipo, sus sub componentes sería : el motor en si y sus complementarios los pistones, anillos, camisas, etc.; otro sub componente sería el arrancador, bomba de inyección, alternador, filtros, etc.

Se puede tener casos de otros componentes tal como: sistema de transmisión : caja de transmisión y convertidor, etc.

3. Sistema de control del movimiento de los componentes de mayor aplicación y considerarlo en situación para reposición de inmediato o crítico, determinado período de tiempo de acuerdo a lo estimado por el usuario vida útil del componente.

Los puntos anteriores son aplicables si se desarrolla primeramente los parámetros de catalogación por tipo, unidad de equipo y la similitud que se tiene entre ellos por sus componentes.

Es necesario también llevar una logística adecuada de almacenes de compañías cercanas o de distribuidoras de repuestos.

#### 7.4 Caso práctico : Jarco Scoop JS = 350

##### 7.4.1 Comentarios técnicos sobre el cargador frontal de bajo perfil Jarvis Clark modelo JS = 350

El cargador frontal de bajo perfil JS - 350

es un "Scoop" del orden de las 3.5 a 4 yardas cúbicas de capacidad, cuyo diseño fué largamente probado por varios años, antes de salir a producción standart, en minas canadienses y en estricta coordinación con los mismos operadores y usuarios quienes en buena cuenta, han intervenido en su diseño final y definitivo haciendo del JS 350 un equipo altamente eficiente y productivo, fácil de operar y mantener, sumamente confiables, capaz de obtener una performance superior a sus equivalentes de otras marcas.

A continuación nos permitimos describir algunas de sus características mas relevantes que acreditan lo mencionado.

Capacidad de carga y transporte de 13000 Libras ( 5909 Kg. )

Los Scoops similares tienen sólo 12000 lb., como el Wagner ST - 3 1/2, y algunos bastante menos, como el Toro 250 de 9900 lb. Esto significa que el JS - 350 puede llevar media tonelada mas por viaje que el Wagner y una y media más que el Toro conservando su velocidad de acarreo y su capacidad superior para subir rampas.

Cucharón de 4.0 yd. cu.

Debido a su capacidad de carga superior, el JS - 350, para las aplicaciones específicas de Condestable, Milpo, vendría con cucharón de 4.0 yd. cu. en vez de las tradicionales de 3.5 yd. cu., lo que representa un 15 % más de capacidad de acarreo por viaje.

#### Motor Deutz F6L-413 FW y F8L-413 FW

Para aplicaciones como la de Condestable practicamente a nivel de mar el motor es de 139 HP. que utilizan los equivalentes de otras marcas, es el adecuado y a 4100 metros sobre el nivel del mar el motor es de 185 HP. Sin embargo, en el JS 350 hay un mayor aprovechamiento de la potencia para mover carga efectiva.

#### Sistema de transmisión Clark

La transmisión Clark Full Power Shift R 28368 y el convertidor Clark C - 273 son mas robustos y de mayor capacidad que los usados por máquinas similares como el Wagner ST 3 1/2 que utilizan la transmisión R - 28364 y convertidor C - 272 de menor tamaño, aunque existe una gran compatibilidad en sus componentes internos.

#### Sistema hidráulico más robusto

Debido a su mejor capacidad y diseño el JS 350 tiene componentes hidráulicos mas robustos

con respecto a máquinas similares. Por ejemplo los dos cilindros de levante y el de volteo en el JS - 350 tiene 6 1/2" de diámetro mientras que en el Wagner ST - 3 1/2 tiene sólo 6" de diámetro.

#### Dimensiones compactas y mayor alcance del brazo

Las dimensiones generales del JS - 350 como largo, ancho, altura, radios de giro, etc., son casi iguales a las de sus similares de 3 1/2 yd. cu. netas. Sin embargo, una diferencia notable es el alcance del brazo del JS - 350 diseñado pensando también en la carga de camiones dentro de una operación minera combinada. En los scoops similares como el Wagner ST - 3 1/2, el alcance horizontal es de sólo 0.76 m. mientras que el JS - 350 tiene 1.35 m. de alcance lo que facilita la operación descrita.

#### Mayor fuerza de arranque (Breakout Force)

El JS - 350 tiene un "Breakout force" de 19000 lb. ( 8618 kg. ), largamente superior a la de Scoops equivalentes, el Wagner ST - 3 1/2, tiene sólo 16990 lb. ( 7708 kg. ) lo cual mejora su ciclo de operación ya que una mayor fuerza de arranque permite el carguío de mineral en una sola pasada.

### Control de dirección por palanca

Sólo Jarvis Clark ofrece control de dirección por palanca de poder hidráulico, todo los demás tienen timón con válvula orbitrol, lo cual representa una facilidad mayor para la operación, una menor fátiga para el operador consecuentemente mayor eficiencia en ciclos de trabajo prolongados y un ahorro en el mantenimiento, ya que la válvula orbitrol es mas complicada y requiere mayores cuidados y mantenimiento.

#### 7.4.2 Relación de repuestos necesarios para un Scoop JS = 350

En el cuadro No 1 mostramos la relación de repuestos que debe mantenerse en stock de almacén para garantizar un servicio normal de dos anos y prevención para un adecuado mantenimiento.

Este estudio se realizó para la Compañia minera Condestable S. A., como pedido directo.

CAPITULO 8  
ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA ACTUAL Y EL  
PROYECTADO

El problema del mantenimiento principalmente en las empresas mineras de nuestro país es agudizante, por los aspectos de preparación del personal de mantenimiento en situ, adquisición de repuestos, herramientas adecuadas y condiciones de trabajo.

El mantener un taller de reparaciones de motores en los talleres de mina significa:

- Area adecuada de trabajo.
- Herramientas para reparación de los motores, deben ser adecuadas, calibradas y especiales, para el fin a conseguir.
- Personal exclusivo, para el trabajo de reparación debe ser un maestro mecánico y ayudante mecánico.

- Horas de trabajo normal para la reparación, no menos de 15 tareas normales, con un total de 30 tareas para las dos personas.

- Horas extras de trabajo, no menos de 4 horas diarias, con un total de 120 horas extraordinarias, lo cual considerando lo establecido en la legislación laboral del Perú, tendríamos por las 120 horas, el equivalente en costos de 18.75 tareas ordinarias.

El total de tareas ordinarias sería 48.75.

- El control de componentes o repuestos a utilizarse, en algunos casos se ha detectado que este tipo de procedimiento para reparar motores el mecánico de mina que lo realiza efectúa cambios de repuestos nuevos por algunos que se encuentran en regulares condiciones de trabajo.

- El aspecto más importante, es la garantía que no se ofrece en estos tipos de trabajo, por ser de la misma compañía; las horas de operación logradas para los motores diesel después de la reparación es máxima de 3000 horas de trabajo, de acuerdo a las condiciones que requiere la operación.

El costo de este tipo de reparaciones significa aproximadamente \$ 20,000, lo cual se incrementa periódicamente de acuerdo al número de reparaciones que se va realizando en los motores, se considera hasta una quinta reparación como máximo. Este incremento es de 20 a

25 % del valor inicial de la primera reparación, llegando a valorizarse en la última reparación \$ 40,000.

El valor de adquisición de un motor nuevo de importación es de \$ 45,000, referente a un motor modelo o tipo F8L413FW, lo explicado anteriormente también se refiere al mismo tipo de motor Deutz.

Los valores de reparación para los motores Deutz de acuerdo a modelos son:

- F6L413FW        \$ 17,000 a \$ 17,500.
- F4L413FW        \$ 14,000 a \$ 15,500.

En el proyecto existe una gran viabilidad de apoyo tanto a la parte operativa del equipo y el aporte técnico para el personal de operación para que se realice en forma adecuada los mantenimientos preventivos y calibraciones necesarias para su operación normal del motor diesel Deutz.

Se ofrece garantía de reparación del motor, con puesta en marcha de éste en el equipo, por parte de nuestro personal técnico, en la zona de operación (mina).

El taller de servicio contará con una adecuada implementación de herramientas y ambientes adecuados para reparación de los motores diesel, además de ofrecer un ambiente de entrenamiento técnico teórico - práctico.

Los costos de reparaciones de los motores son los siguientes:

- F8L413FW    \$ 15,000 a \$ 16,000.



- F6L413FW \$ 13,000 a \$ 14,000.

- F4L413FW \$ 7,000 a \$ 8,000.

- La vida útil que se ofrece a los motores diesel después de las reparaciones son las siguientes:

En la primera reparación se logrará 12,000 a 14,000 horas de operación.

- En la segunda reparación 10,000 a 11,000 horas de operación.

- En la tercera reparación 9,000 a 10,000 horas de operación.

- En la cuarta reparación 8,000 a 9,000 horas de operación.

- En la quinta reparación 6,000 a 8,000 horas de operación. (Previa evaluación del cigüeñal).

Todo ello se debe lograr primeramente con el servicio que se dé en el taller de reparaciones.

Segundo aspecto es el cumplimiento de la periodicidad del mantenimiento preventivo que se recomienda al usuario, en los casos de cambios de aceite motor, filtros de admisión sellados, filtros de admisión adecuados de exigencia deben ser filtros secos o de cartuchos, con lo cual se logra una eficiencia del 99 % de filtrado del aire en la admisión.

El desconocimiento de algunas especificaciones técnicas de calibrado en los motores, bombas de inyección, originará un funcionamiento inadecuado del motor, por lo

tanto el usuario debe limitarse a realizar lo recomendado hasta que el especialista realice las correcciones del caso y evitar con ello demoras prolongadas dentro de la operación.

Además garantizamos un stock adecuado de repuestos y componentes como parte de apoyo logístico al usuario, ya que nuestra adquisición sería en forma de directa de importación.

## CAPITULO 9

### DETALLE COMPARATIVO DE COSTOS : CASO EQUIPO JARCO SCOOP DE DOS YARDAS CUBICAS

El detalle comparativo de costos nos referiremos en el subtítulo 9.2. A continuación le detallaremos las características de un camión de bajo perfil en trabajos mineros subterráneos.

#### 9.1 Características del camión de bajo perfil en trabajos mineros subterráneos

El desarrollo del camión de bajo perfil, diseñado para trabajos de transporte en operaciones subterráneas ha estado íntimamente ligada al desarrollo de otros equipos sobre llantas especialmente cargadores, con los cuales se complementan en operaciones conjuntas.

Así mismo las características restricciones de

espacio, ventilación adecuada, calidad de pisos de rampas, etc. Así como la ausencia de iluminación han hecho que la operación de estos equipos sea bastante genérico.

Los camiones de bajo perfil, vehículos destinados al transporte de material de mina, requiere poseer condiciones y requisito de diseño, fabricaciones especiales, los cuales han sido considerados por los fabricantes, basado sin duda en las características típicas de su trabajo.

Entre estos podemos considerar los siguientes:

Capacidad de traslación cargado en pendientes aun de 25 % de gradientes.

Capacidad de traslación en galerías o rampas con pisos de indice de resistencia a la rodadera de 4 % a 5 %.

Capacidad de maniobra en espacios reducidos y con estrechos radios de curvatura.

Disponibilidad para un trabajo continuado.

Adecuados dimensiones para trabajos combinados de carguío con otros equipos o dispositivos para carguío.

### Tren de fuerza

Compuesto por un motor diesel Deutz, con cámara de pre-combustión y enfriados por aire.

En adición al motor diesel se tiene un convertidor de torque el cual va asociado a la caja de velocidades

de la transmisión. Ambos componentes conjuntamente con el motor diesel constituyen la base motriz del vehículo.

La caja de velocidades a través de los ejes cardanes activan a los dos ejes tanto frontal como posterior permitiendo dotar de tracción a las 4 ruedas que van ensambladas a los terminales de cada eje, logrando así en tránsito desplazarse, en pendientes positivas de 25 %.

#### Chasis y tolva

Del diseño, robustez, calidad del acero y fabricación depende sin duda la máxima vida útil que puede alcanzar este vehículo.

Los trabajos de impacto directo a la tolva, por efectos de carga de tolvas neumáticas con mineral debe ser considerado para efectos de selección del acero estructural

Por otro lado las operaciones combinadas con cargadores de bajo perfil, no tiene efectos de deterioro con una buena operación del cargador.

#### Frenos

Las zonas de trabajo de los camiones está sujeto a zonas severas con presencia de agua y lodo, los requerimientos de frenado del vehículo deben ser inmediatas tanto en el servicio como en emergencia.

Actualmente existe 2 medios de accionamiento de los

frenos. Uno de ellos es el sistema neumático-hidráulico y sistema full hidráulico utilizando frenos de disco húmedo los cuales son enteramente selladas, aumentando su vida útil y disponibilidad mecánica.

### Sistema hidráulico

El sistema no es complicado, la bomba hidráulica acciona tanto los cilindros de dirección como los de levante de la tolva. De existir un sistema de discos húmedos, existe una bomba auxiliar para el caso requerido.

### Llantas

Constituyen uno de los elementos mas importantes pues es uno de los agentes de costo directo dentro la operación más significativo y que podría limitar su desplazamiento de operación.

Por lo tanto es recomendable hacer una selección adecuada de los mismos, considerando calidad del área de desplazamiento, pendiente, presencia de agua, peso muerto o inerte del vehículo, radios de curvaturas, etc.

### 9.2 Comparación de costos de posesión, operación mantenimiento de scoops del orden de 2 yds. cu.

Aunque existe una variación de costos por tonelada de mineral tratado en 29 % en forma ventajosa el scoop eléctrico sobre un diesel existe ciertas limitaciones de operación para el mismo (eléctrico), tales como:

desplazamiento entre áreas de trabajo, se usa en caso de equipos cautivos, servicio de emergencia en mantenimiento con mayor retraso que un diesel, limitaciones para el servicio del mantenimiento preventivo por la ubicación de los mismos, etc.

En el cuadro No 1 detallamos los costos comparativos en doláres norteamericanos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La minería en la actualidad está atravesando por una crisis económica y financiera fuerte, lo que conlleva que empresas de débil sostenimiento financiero y de fuertes cargas sociales laboralmente estén cerrando sus puertas o disminuyendo su capacidad de producción, y continuar con las pérdidas que origina ésta crisis.

En el área de mantenimiento resulta económico que los trabajos de reparaciones se efectúen por terceros o servicios externos por las siguientes razones.

- Disminuye costos de adquisición de repuestos, en el cual se invierte por cada equipo no menos de \$ 6000; lo cual origina la disminución de stocks en almacén y se elimina el descanso de dinero invertido.

- La garantía que se ofrece por los trabajos de



servicios externos es confiable, lo cual no sucede con los trabajos realizados por el propio personal de la compañía.

- Se contaría con mayor capacidad de mano de obra para realizar los mantenimientos preventivos, los cuales deben cumplirse estrictamente.

- El supervisor o ingeniero mecánico dispone de una labor menos de evaluación de trabajos por reparaciones realizadas por su personal. Esto le permite que puede efectuar mejor control para los mantenimientos preventivos de los equipos y mejor control de stocks de sus repuestos en almacén mina.

El área de mantenimiento debe dedicarse íntegramente a lo que es el control de mantenimientos preventivos y predictivos e ir eliminando los mantenimientos correctivos con el apoyo de servicios externos, lo cual resulta económico para la empresa minera, como se demuestra en los capítulos anteriores de éste proyecto.

## BIBLIOGRAFIA

Anuario minero comercial. (La minería en el Perú 87 - 88).

Documentación de la oficina general de estadística del Ministerio de Energía y Minas.

A. I. Selivanou " Fundamentos de la teoría de envejecimiento de la máquina". Editorial Mir - Moscú.

Sotoskov, B "Fundamentos de la teoría y cálculo de fiabilidad". Editorial Mir - Moscú.

Maynard, H.P. "Manual de ingeniería de la producción industrial". Editorial Reverte, tomo 2.

Reed Rudiell " Localización Layout y mantenimiento de planta". Editorial El Ateneo.

Cátálogos, manuales de servicio y taller de motores deutz.

Cátálogos y manuales de lubricantes Mobil oil,

Texaco, Castrol y Petroperú.

Cátálogos y manuales de servicio de equipos jarvis clark.

Cátálogos y manuales de servicio de equipos eimco jarvis clark.

Cátálogos y manuales de servicio de equipos wagner.

Manual del ingeniero mecánico.

Manual del ingeniero químico.

Informática en el mantenimiento preventivo, folletos elaborados en Tecsup.