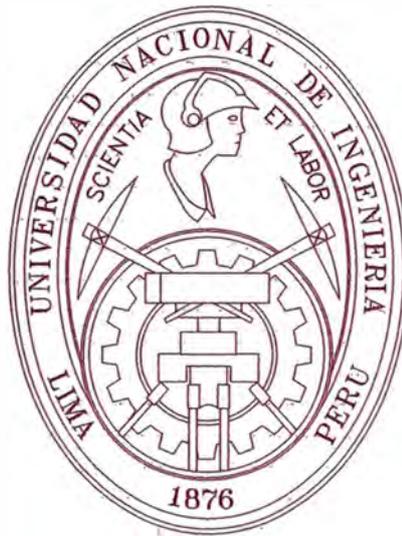


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LOS DUCTOS DE
ESCAPE DE UN MOTOR DE 850 HP DE UNA
EMBARCACION PESQUERA**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO NAVAL**

JUAN CARLOS VILLAFUERTE CCALLI

PROMOCIÓN 2004-I

LIMA-PERÚ

2009

ÍNDICE GENERAL

PRÓLOGO

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Naturaleza y Alcance.....	3
1.1.1 Naturaleza.....	3
1.1.2 Alcance.....	3
1.2 Inquietudes del Autor del Tema.....	4
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivos Generales.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Contenido Temático.....	5
CAPITULO II. GENERALIDADES	6
2.1 Fundamentos teóricos Sobre Instalación y Mantenimiento de Motores Marinos..	6
2.1.1 Instalación.....	6
2.1.2 Mantenimiento en los Motores Marinos.....	11
2.2 Características de los Ductos y Problemas de Instalación.....	17
2.3 La Función del Mantenimiento.....	21
2.4 El Mantenimiento del Pasado.....	22
2.5 El Mantenimiento del Futuro.....	26
2.6 Tipos de Mantenimiento.....	32

III

2.6.1	Mantenimiento Correctivo.....	32
2.6.2	Mantenimiento Preventivo	32
2.6.3	Mantenimiento Predictivo.....	37
2.6.4	Mantenimiento Proactivo	39
2.6.5	Mantenimiento Productivo Total (TPM)	41
2.6.6	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC).....	45

CAPITULO III. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL INFORME PERICIAL..... 48

3.1	Actuantes de Pruebas	48
3.2	Objetivo Pericial.....	48
3.3	Metodología de Trabajo en las Pruebas.....	49
3.4	Reportes Especializados de FERREYROS S.A.A. y Otros.....	50
3.5	Inspección y Observaciones.....	65
3.6	Ensayos en Laboratorio.....	67
3.2	Análisis Pericial.....	68

CAPITULO IV. METODOS Y TECNICAS APLICADAS..... 75

4.1	Problemática del Mantenimiento Para los Ductos de Escape	75
4.2	Tipos de Embarcaciones y Elección del Ducto de Escape	79
4.2.1	Tipos de Embarcaciones Pesqueras.....	79
4.2.2	Elección del Ducto de Escape Para un Motor Marino.....	81
4.3	Propuesta de un Programa de Mantenimiento del Ducto de Escape	82

CAPITULO V. PLANIFICACION Y COSTOS	85
5.1 Plan de Operación del Mantenimiento.....	85
5.2 Costo de Mantenimiento Efectuado	86
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	89
OBSERVACIONES	90
BIBLIOGRAFIA	91
ANEXOS	92

PRÓLOGO

Los trabajos que he realizado en peritajes marítimos dentro del sector pesquero, durante mi experiencia laboral me ha permitido observar que en las embarcaciones pesqueras de nuestro litoral no cuentan con un plan de mantenimiento para los ductos de escape de los motores marinos, lo que ha ocasionado diversos siniestros como incendios, explosiones, etc.; así como también accidentes con el personal que se encuentra dentro de la sala de máquinas, lo que me ha permitido desarrollar un plan de mantenimiento en los ductos de escape y a la vez sugerir ciertas pautas para la operatividad del motor marino.

El cumplir con los parámetros establecidos por los fabricantes de los motores marinos y el plan de mantenimiento de los ductos de escape por parte de los motoristas nos permitirá aumentar la vida útil del motor y a la vez optimizar el rendimiento de este en diversas circunstancias tanto en navegabilidad como en faena de pesca, obteniendo una embarcación segura que cumpla con las normas establecidas por las sociedades clasificadoras, lo que producirá una mejor rentabilidad.

Finalmente este trabajo pretende ser un importante aporte para los estudiantes de ingeniería naval, supervisores, peritos, jefes de mantenimiento del área de flota y los armadores ya que en este informe encontrarán las pautas necesarias para el mantenimiento en los ductos de escape del motor marino.

Agradezco al Ingeniero Ricardo Braschi O'hara por haberme dado la oportunidad de trabajar en sus oficinas y desarrollarme profesionalmente.

Así mismo el presente informe ha sido posible gracias al apoyo que he recibido de mi familia en especial mis padres y mi hermana.

Agradecimiento a la Universidad Nacional de Ingeniería y a la Escuela Profesional de Ingeniería Naval por la formación académica.

CAPITULO I

INTRODUCCION

La embarcación pesquera se que se ha considerado en el presente trabajo es del tipo cerco y de una potencia de 850 HP.

1.1 Naturaleza y Alcance

1.1.1 Naturaleza

El plan de mantenimiento de los ductos de escape está enfocado para la sala de maquinas de las embarcaciones:

- Embarcación con motor propulsor en popa
- Embarcación con motor propulsor en proa

1.1.2 Alcance

- Embarcación adecuada para navegar
- Embarcación segura para la tripulación
- Una embarcación netamente operativa para la faena de pesca

1.2 Inquietudes del Autor -del Tema

- Desarrollar un plan concreto para el mantenimiento del ducto de escape.
- Proporcionar al armador las ventajas para adaptar un plan de mantenimiento a los ductos de escape.
- Evitar futuros siniestros en alta mar, garantizando la vida de la tripulación en alta mar.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos Generales

- Evitar las contrapresiones que se producen dentro de los ductos de escape de los gases de un motor marino.
- Elaborar un plan de mantenimiento enfocado en los ductos de escape.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Cumplir con los parámetros establecidos por los fabricantes de motores marinos.
- Elegir un tipo de mantenimiento para un determinado ducto de escape.
- Aumentar la vida útil del motor.
- Garantizar la seguridad marina normativa.

1.4 Contenido Temático

En el capítulo 2, se menciona la importancia que tiene una buena instalación de las maquinas y equipos que se encuentran dentro de la embarcación como un primer paso del concepto de mantenimiento además se nombra los diferentes tipos de mantenimiento practicados a lo largo del tiempo.

En el capítulo 3, se muestra un informe pericial realizado a un motor CAT de una embarcación pesquera, concluyendo que el problema en dicho motor fueron las contrapresiones producidas dentro de los ductos de escape de la embarcación.

En el capítulo 4, se da a conocer los métodos y técnicas aplicadas en este trabajo en base a la problemática del sector pesquero con respecto al mantenimiento, es por ello que se realiza una propuesta de mantenimiento para los ductos de escape de los motores marinos.

En el capítulo 5, se indica un plan de mantenimiento y los costos que generarían si se adopta esta planificación.

CAPITULO II

GENERALIDADES

La importancia de los motores marinos se observa fácilmente, ya que debido a estos, se obtiene el empuje necesario para desplazar y proporcionar el funcionamiento de la embarcación dependiendo el tipo de trabajo que realiza, para el eficiente desempeño de los motores se debe cumplir con los pasos necesarios para la instalación y un buen plan de mantenimiento.

2.1 Fundamentos Teóricos Sobre Instalación y Mantenimiento de Motores Marinos

Son los procedimientos necesarios para el primer paso de un buen funcionamiento, operatividad y mantenimiento de los motores marinos que se encuentran dentro de una embarcación pesquera (Fig. 2.1).

2.1.1 Instalación

Se mencionan dos aspectos importantes:

- **Alineamiento:** El desalineamiento es la causa que tal vez supere la mitad de los problemas vibracionales de maquinaria rotativa, se presenta cuando los ejes de giro de 2 partes que se acoplan no coinciden.

El desalineamiento puede ser angular, paralelo o una combinación de ambos. Las causas más comunes de desalineamiento son:

- Defecto de acoplamiento de máquinas durante el montaje.
- Expansión térmica en el proceso de trabajo.
- Fuerzas transmitidas a la maquina desde tuberías y miembros de soporte.
- Bases débiles.

Consideraciones previas al alineamiento:

1. Definir el conjunto del motor.
2. Instalar pernos de ajuste de posición.
3. Disponer de calzos.
4. Realizar la nivelación del motor.
5. Revisar patas cojas.
6. Revisar excentricidades.
7. Comprobar desplazamiento axial.
8. Comprobar tensión de tuberías.
9. Considerar crecimiento térmico.
10. Prever el recorrido de la máquina.



Fig. 2.1 Procedimientos de instalación de motores marinos

Procedimientos de alineamiento:

- Mediante la regla
- Mediante reloj de carátula (método de relojes invertidos)
- Mediante un sistema de alineamiento láser
- Mediante un sistema de alineamiento dinámico

Hay niveles de tolerancias que se rigen dependiendo las revoluciones que realiza el eje.

- **Montaje:** El adecuado montaje del reductor y el motor de propulsión en la embarcación, una vez alineados es un factor crítico para el mantenimiento de una buena alineación y el consiguiente funcionamiento

suave y silencioso, por tanto merece una especial atención. Las condiciones previas al montaje (Fig. 2.2):

- El empuje total de la hélice pueda ser transmitido a la estructura de la embarcación (excepto cuando el cojinete de empuje está separado del reductor).
- El empuje transmitido u otras fuerzas externas no influyan negativamente en la alineación del reductor al sistema de ejes de la hélice o al motor.
- Las fuerzas que ejerza sobre el polín no produzca daños.



Fig. 2.2 Montaje de motores marinos

- Los movimientos del casco no puedan llegar al bloque de cilindros del motor y al cigüeñal.
- Las fuerzas de empuje no lleguen al cigüeñal.
- Existan márgenes para la dilatación y contracción térmica natural.

- Las fuerzas que ejerce el polín producen daño.

Procedimientos de alineamiento: El montaje del motor y el reductor generalmente está comprendido en una de las dos categorías siguientes:

- **Montaje rígido:** Se emplea cuando los soportes del motor y los suplementos necesarios se sujetan directamente a la estructura de la embarcación. Los suplementos utilizados para el posicionamiento del motor o el reductor para una correcta alineación, son de acero o de material moldeado, sin tacos anti vibratorios entre los soportes del motor y la estructura de la embarcación, se deberá dar flexibilidad a los soportes del motor para evitar que el bloque del motor sea sometido a esfuerzos por movimiento del casco. Es el procedimiento más sencillo y de menor costo para montar un motor.

La maquinaria del montaje rígido generalmente se atornilla al polín del motor.

- **Montaje elástico:** Se utiliza normalmente para el aislamiento de ruido y vibración de estructuras en la embarcación. Es más costoso y exige mayor atención a los detalles que la montura rígida. Se deben utilizar manguitos de unión flexibles para todas las conexiones (aire para la combustión, refrigerante, combustión, escape, controles, etc.) cuando se realiza el montaje elástico.

2.1.2 Mantenimiento en los Motores Marinos

El diagnóstico técnico de motores Diesel ha evolucionado enormemente en los últimos años. Existen diversos métodos, entre ellos, el basado en el análisis de laboratorio del aceite lubricante que se emplea con rigurosidad científica para saber qué es lo que está ocurriendo en el interior del motor. Sus principales ventajas son: constituye una herramienta del mantenimiento predictivo, evita paralizaciones no programadas, ayuda a prevenir fallas, incrementa la vida útil del motor Diesel, reduce los costos de inventario, mejora la disponibilidad de los motores y contribuye con el control de emisiones de los gases de escape evacuados hacia el medio ambiente, disminuyendo la contaminación del aire.

Los sistemas del motor marino donde se realiza un mantenimiento son:

- **Sistema de Arranque:** El sistema de arranque tiene por finalidad de dar manivela al cigüeñal del motor para conseguir el primer impulso vivo o primer tiempo de expansión o fuerza que inicie su funcionamiento (Fig. 2.3).

El arrancador consume gran cantidad de corriente al transformarla en energías mecánicas para dar movimiento al cigüeñal y vencer la enorme resistencia que opone la mezcla al comprimirse en la cámara de combustión.

La batería suministra la energía necesaria para hacer funcionar al sistema de arranque, a estas baterías se le tiene que realizar periódicamente un mantenimiento para que la fiabilidad del arranque sea buena.

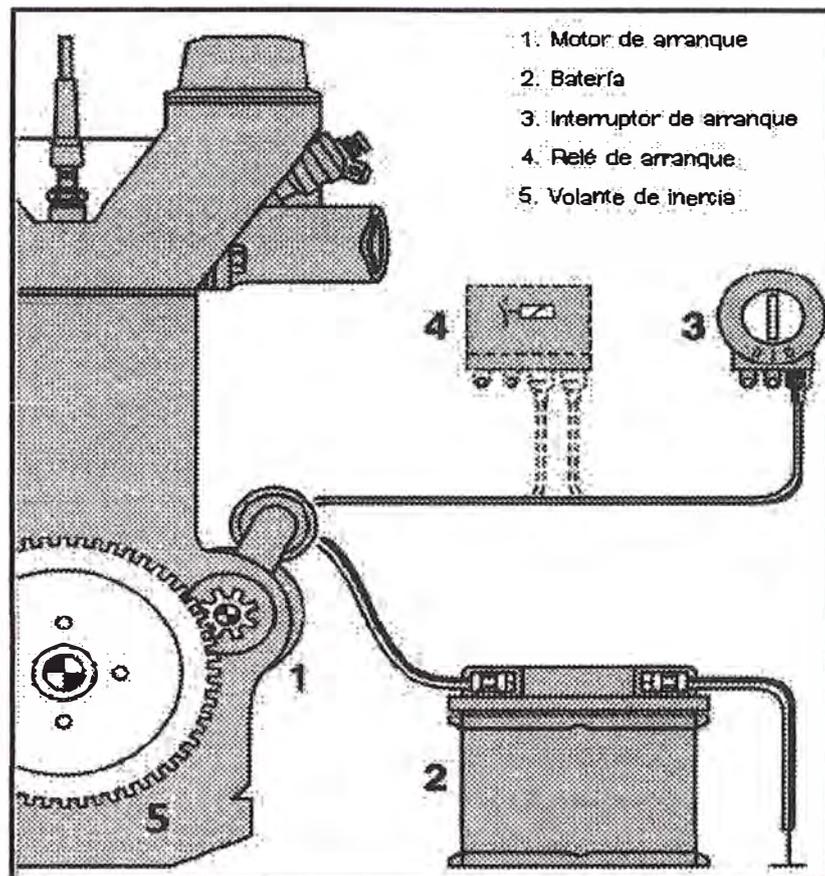


Fig. 2.3 Sistema de arranque eléctrico

➤ **Sistema de Refrigeración:** Este sistema elimina el exceso de calor generado en el motor. Es de suma importancia ya que si fallara puede poner en riesgo la integridad del motor.

Su función es la de extraer el calor generado en el motor para mantenerlo con una temperatura de funcionamiento constante, ya que el motor por debajo o por encima de la temperatura de funcionamiento, tendría fallas pudiendo hasta no funcionar por completo.

Consta de una bomba de circulación (bomba de agua), tanque de expansión, un fluido refrigerante, por lo general agua o agua más producto químico para cambiar ciertas propiedades del agua pura, uno o más termostatos, intercambiador de calor (keel cooler) según el motor y conductos rígidos y flexibles para efectuar las conexiones de los componentes (Fig. 2.4).

El mantenimiento que se realiza en este sistema es el cambio periódico del líquido refrigerante, verificar las lecturas de los termostatos, inspeccionar la bomba de agua y verificar si hay fugas en las conexiones.

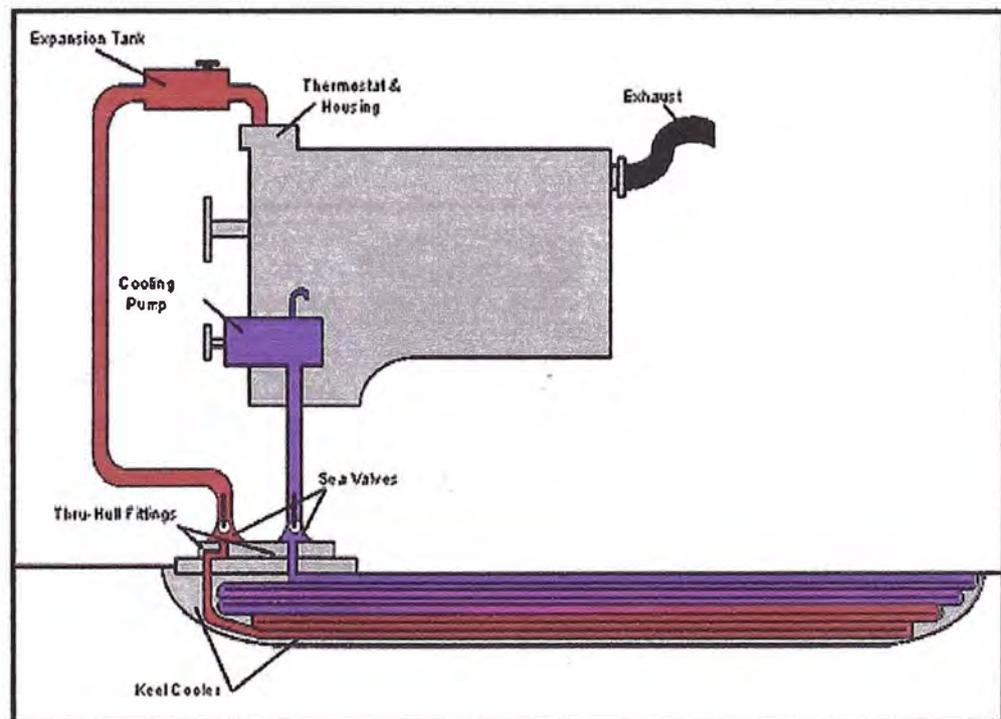


Fig. 2.4 Sistema de enfriamiento

- **Sistema de Lubricación:** La función es la de permitir la creación de una cuña de aceite lubricante en las partes móviles, evitando el contacto metal con metal, además produce la refrigeración de las partes con alta temperatura al intercambiar calor con el medio ambiente cuando circula por zonas de temperatura más baja o pasa a través de un radiador de aceite. Consta básicamente de una bomba de circulación, un regulador de presión, un filtro de aceite, un radiador de aceite y conductos internos y externos por donde circula.

Para el correcto funcionamiento de este sistema se debe inspeccionar visualmente para detectar fugas, y presiones y temperaturas anormales de fluido (aceite) de lubricación (Fig. 2.5).

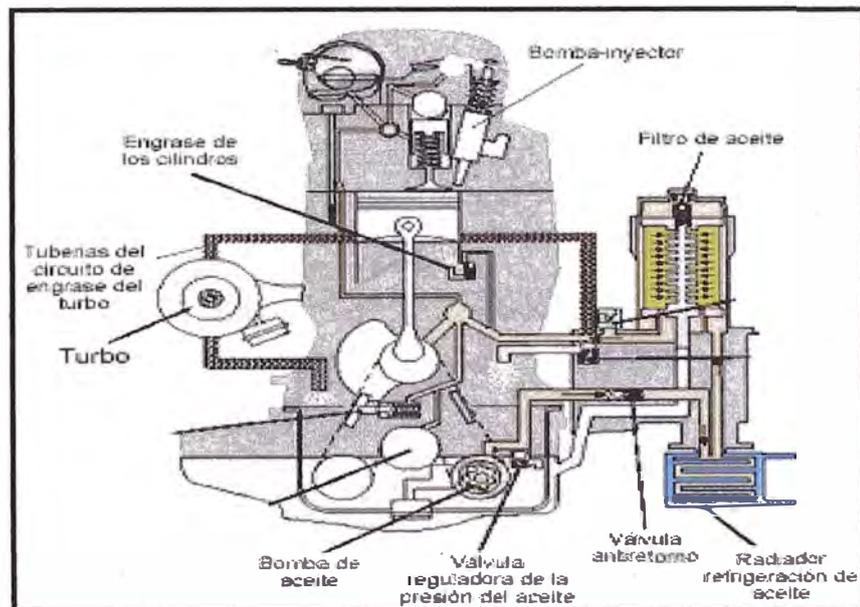


Fig. 2.5 Sistema de Lubricación

El mantenimiento de este sistema consiste en el cambio periódico del aceite además de analizar en el laboratorio el aceite sustraído cada vez que se realiza dicho cambio.

- **Sistema de Combustible:** La función es de entregar la cantidad correcta de combustible limpio a su debido tiempo en la cámara de combustión del motor (Fig. 2.6).

El sistema está conformada con un bomba de combustible accionada por el motor, conexiones, medidores, bomba de inyección, válvulas difusoras del flujo, inyectores.

El mantenimiento de este sistema consiste en la revisión de los inyectores (toberas) ya sea en su reemplazo o reutilización dependiendo de la prueba de presión estática en las mallas, cambio de filtros, además de un consumo de combustible limpio para evitar daños dentro del sistema.

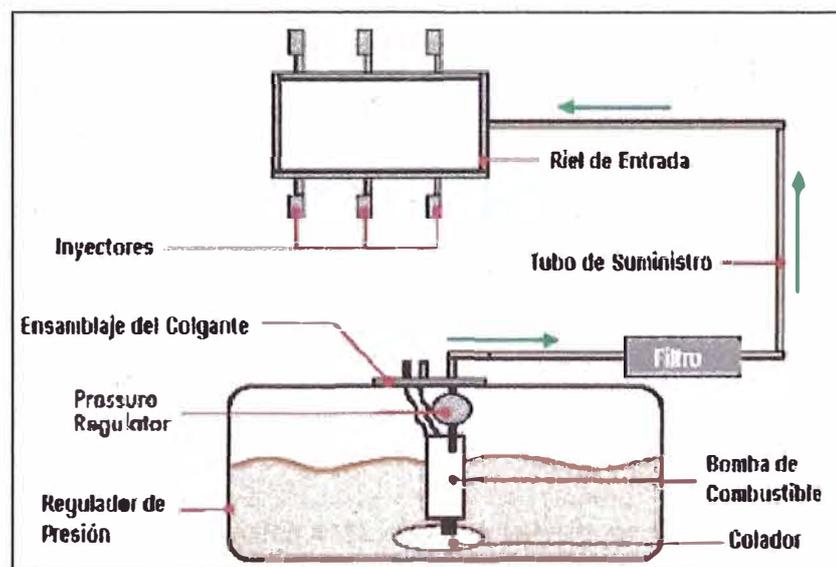


Fig. 2.6 Sistema de combustible

- **Sistema de Escape:** Este sistema conduce los gases del motor al exterior mejorando la combustión y la potencia final obtenida (Fig. 2.7).

La función de los motores de combustión interna es la de ayudar a los gases producidos en la combustión a escapar del motor hacia el exterior mejorar la combustión y reducir en algunos casos las emisiones de gases nocivos.

Consta de un múltiple de escape, conductos, catalizador, silenciador y en algunas instalaciones, de sensores auxiliares.

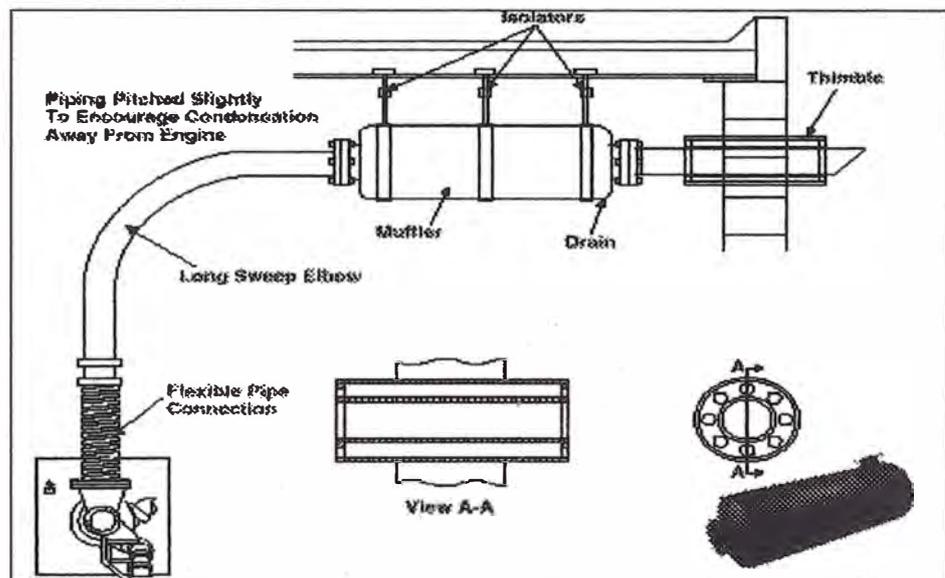


Fig. 2.7 Sistema de Escape

El principio de operación se basa en las leyes de conducción de gases por cañerías y por el estudio de las ondas generadas por el flujo alternativo. Los gases producto de la combustión, son expulsados por el pistón en su carrera ascendente y salen a través de la válvula de escape al múltiple.

Las fallas más comunes de este sistema es el taponamiento de los conductos, por el depósito de partículas carbonosas, producto de una mala combustión, la obstrucción o contaminación de un catalizador o la rotura de un sensor.

Las reparaciones posibles son fundamentalmente la limpieza de los conductos, para extraer los depósitos de carbón, o el reemplazo de un componente como el catalizador si está contaminado, el silenciador si está roto, o un sensor si la señal es defectuosa.

2.2 Características de los Ductos y Problemas de Instalación

Las consideraciones que se deben tomar en cuenta antes y durante de la instalación (Fig. 2.8) son:

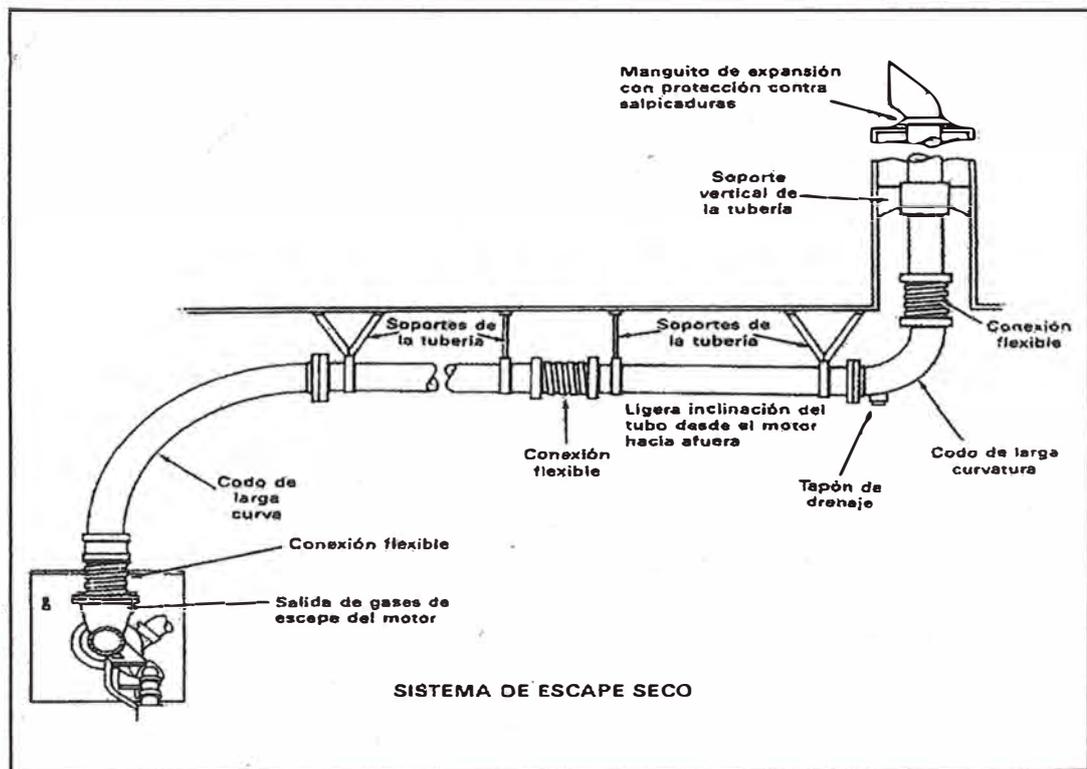


Fig. 2.8 Características de los ductos

- a) El Aislamiento:** El instalador del motor tiene la responsabilidad de proteger las partes inflamables del barco e igualmente proteger al personal contra el calor de las tuberías (ductos) de los sistemas de escape seco.

Las partes de las tuberías de escape al descubierto pueden sobrepasar una temperatura de 650°C.

- b) Lluvia / Agua Pulverizada:** El instalador del motor tiene la responsabilidad de poner conexiones de drenaje apropiadas para la lluvia y otros medios para proteger al motor de la acción del agua dulce o salada pulverizada de manera que no penetre en el motor a través del tubo de escape.

Los tramos largos de tuberías de escape exigen colectores para drenar la humedad. Las purgas instaladas en el punto más bajo de la tubería, cerca de la salida del escape, evitan que llegue agua de lluvia al motor.

Los conductos del escape desde el motor y el silenciador deberían estar inclinados hasta el colector para que se pueda drenar la condensación.

Los colectores se pueden construir insertando un tubo vertical, con un grifo o una llave de purga a partir de una sección de forma de T de la línea.

La parte final de la descarga del tubo de escape deberá formar pendiente para evitar que el agua de lluvia o el agua pulverizada entre al tubo.

- c) **Recirculación de los Gases de Escape:** Las chimeneas de escape se deberán diseñar de manera que el escape del motor se descargue a suficiente altura y en una dirección que las mantenga libres de la turbulencia del aire producida por los remolinos en torno a la superestructura del barco (Fig. 2.9). Los filtros de aire de los motores, los turbos, y los post-enfriadores obstruidos con productos del escape darán lugar a averías en los motores.

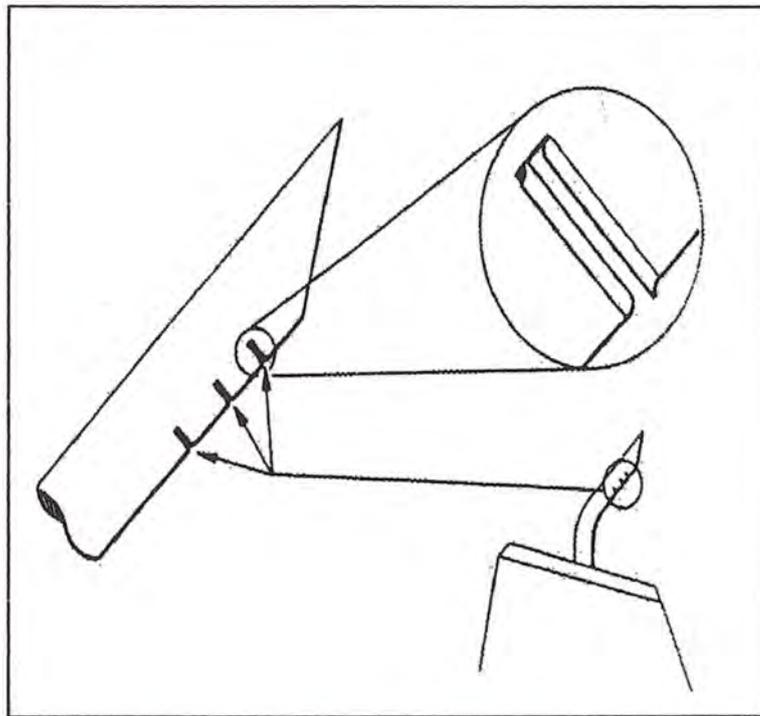


Fig. 2.9 Chimeneas de escape

- d) **Ventilación:** Los silenciadores y otros componentes de gran tamaño del sistema de escape se deberán montar preferiblemente fuera de la sala de máquinas. Se recomienda así, para reducir al mínimo la carga adicional e innecesaria al sistema de ventilación de la sala de máquinas.

- e) **Conexiones Flexibles:** El tubo de escape deberá estar aislado del motor con conexiones flexibles. Se deberán instalar lo más cerca posible de la salida del escape del motor. Una conexión flexible de escape realiza tres funciones básicas:
- Aísla el peso del tubo de escape del motor.
 - Libera a los componentes del escape de esfuerzos excesivos de vibración que puedan producir fatiga en el material.
 - Permite el desplazamiento relativo entre puntos de referencia de los componentes del escape. Este desplazamiento se debe a numerosas causas: Puede ser resultado de la dilatación y contracción de los componentes debido a cambios de temperatura o por procesos lentos pero continuos de deformación plástica que tienen lugar en el curso de la vida útil de cualquier estructura.
- f) **Ductos de Escape:** Mayormente los ductos son prefabricados con planchas roladas de acero naval (A-131) con espesor de 5.0 mm. (3/16'') (Fig. 2.10).



Fig. 2.10 Ductos de Escape

- g) Soportes de los Ductos:** Los soportes o cuelgues son muy importantes, si el ducto esta soportado con una determinada flexibilidad entre los tubos y la estructura del barco, el barco será más silencioso y ofrecerá mayor comodidad a la tripulación.

El problema que se presenta mayormente en la instalación de los ductos de escape de los gases es la mala disposición de estos en la sala de máquinas.

2.3 La Función del Mantenimiento

Toda instalación sufre deterioro o desgaste, ya sea por su uso normal, operación inadecuada, defectos en su montaje, especificaciones técnicas mal concebidas y a su no utilización.

Este proceso obliga a tomar acciones encaminadas a restablecer las condiciones normales de funcionamiento.

Teniendo en cuenta que las empresas deben cumplir con la función social de aportar bienestar a la comunidad, la gestión del mantenimiento es un instrumento que permite conjugar los anteriores conceptos, mediante la aplicación de técnicas de ingeniería y estrategias que otorgan un margen de contribución a las utilidades de cada empresa.

2.4 El Mantenimiento en el Pasado

Los procesos de cambio por el que atraviesan los países como parte de la apertura económica y la creciente globalización exigen mayor productividad.

Lo cual puede lograrse también mediante la implantación de adecuados esquemas de administración del mantenimiento.

En el pasado, el mantenimiento estaba ligado con el incumplimiento, las largas jornadas y la incompetencia, esto se debía a una típica y equivocada concepción tanto de la dirección como de los responsables del mantenimiento; este concepto ha cambiado favorablemente en muchas empresas, pues las gerencias ha aprendido a enfocar y evaluar sus recursos y necesidades, y el mantenimiento ha empezado a manejar sus recursos en forma gerencial; es decir, han ido abandonando el esquema exclusivamente técnico y han adoptado uno administrativo, en el cual su papel es el de colocar en el momento y en la cantidad adecuada los recursos a su cargo, es decir, ser oportuno.

La situación general que viven las áreas de mantenimiento de las diferentes empresas a nivel nacional y, en general, a nivel latinoamericano, se pueden considerar como estándar, pudiendo decirse que se considera al mantenimiento un mal necesario, como el causante de gastos y desviaciones de los objetivos de costos y de producción; se lo considera también como el sitio a donde se trasladan a aquellos empleados problema o de bajo nivel de desempeño; otros

afirman que es sinónimo de bajo rendimiento, falta de seguridad, falta de calidad, baja eficiencia, altos costos, y otros que a continuación se detalla:

- **Altos Inventarios**
- **Formación Artesanal:** Por falta de escuelas suficientes a nivel técnico y por la orientación a la reparación y al reemplazo de componentes, se consideraba que la función del mantenimiento tenía características de trabajo burdo y poco calificado. Este concepto prevalecía aún en personas con conformación universitaria
- **Especialización por área:** Debido a la creación de “repúblicas independientes”, segmentadas y disgregadas, con falta de coordinación y de integración.
- **Esfuerzos aislados con motivación personal:** Si se ha querido cambiar el mantenimiento, pero no es apoyado el proceso por la gerencia y dirección de la empresa, el éxito es remoto.
- **Predominio de lo Empírico:** Durante muchos años, las decisiones se tomaron basadas, casi exclusivamente, en las experiencias; el resultado se juzgaba como bueno si el equipo reparado presentaba un comportamiento satisfactorio.
- **Mantenimiento como función:** “Yo daño, tú reparas” pareció el principal vínculo entre mantenimiento y sus clientes durante mucho tiempo. La subordinación de las áreas de mantenimiento a las otras áreas de la organización era casi una norma.

- **Talleres Industriales Sobredimensionados:** Con el efecto de gobiernos proteccionistas y el deseo de hacerlo todo por el equivocado concepto de que “aquí no cuesta nada”.
- **La Ausencia de Políticas de Reversión:** Posiciones diferentes impidieron la renovación de equipos con nuevas tecnologías, causando ineficiencia y sobrecostos de mantenimiento; lo importante es a veces sostener la operación, sin detenerse a analizar, hasta qué punto el desgaste de los equipos o la tecnología empleada afectaba los resultados económicos. Baja autoestima y posicionamiento por la falta de sentido de pertenencia: Ocasionado por la falta de resultados concretos o, por lo menos, la falta de evidencia de los mismos.
- **Excelente atención a emergencias:** Lo que originó un exceso de confianza en el cliente y, por lo mismo un descuido, en la coordinación y programación.
- **Lenta contratación y adquisición de Recursos:** Exceso de trámites y falta de expertos en las áreas encargadas de estos procesos.
- **Desconocimiento de Gestión:** El no manejar cifras debido a la presión del tiempo y el funcionamiento de los equipos, hizo que las mediciones, valores, costos e índices pasaran a segundo plano.
- **Ambiente no importante:** “Si el equipo funciona, es suficiente”, hizo que se descuidara el medio ambiente y el ruido; las emisiones de partículas y los afluentes pasaron a segundo plano.

- **Alta carga de datos para procesar:** El Mantenimiento genera muchos datos que mal o no procesados dificultan el análisis y toma de decisiones. Se impedía la recolección ordenada de datos y, naturalmente, se estaba muy lejos de convertir en información los pocos datos obtenidos. El intento de reunir datos o escribir experiencias que impidieran repetir la historia, se consideraba pérdida de tiempo.
- **Grandes cuadrillas:** El problema en Mantenimiento no es el número de personas, sino su coordinación que producirá productividad y rendimientos superiores.

Todos estos hechos explican la pésima imagen del Mantenimiento en muchas industrias, pues la vocación de servicio del mismo se confundía con una imagen servil, falta de Gerencia y de Ingeniería.

La forma tradicional como se hizo mantenimiento circunscribiéndose casi de manera exclusiva a la reparación del equipo deteriorado, restó importancia a los aspectos analíticos de la función mantenimiento y originó una imagen de dedicación a la tarea, como respuesta, imprecisa y poco sistemática, a los requerimientos de quienes han operado el equipo.

Las decisiones tradicionales de Mantenimiento, fomentan la permanencia de los procesos, aún cuando cambien la producción y los requerimientos del cliente.

Esto es, el mantenimiento continuamente reacciona a los cambios en los requerimientos de producción, siendo reactivo, más que pro-activo, además, típicamente, el mantenimiento se resiste al cambio, antes de promoverlo.

2.5 El Mantenimiento Para el Futuro

Circunstancias diversas, como la crisis y los éxitos de tipo administrativo, financiero económico y comercial han obligado a muchas empresas a reflexionar y reaccionar sobre sus diferentes áreas para hacerlas más efectivas, hasta el punto de tratar de crear un ambiente empresarial en cada una, con el fin de lograr actitudes gerenciales en cada responsable para garantizar la rentabilidad de su gestión con un manejo eficiente de recursos.

Indudablemente, esto ha generado fuertes choques en las organizaciones, pues costumbres y necesidades superfluas se han eliminado con un alto grado de fricción y, adicionalmente, por un excesivo sentimiento de pertenencia de detalles materiales; es por ello que el desconocimiento del costo del área ocupada, la efectividad de la gestión y el número de equipos utilizados no han permitido visualizar si la función mantenimiento es justificable dentro de la empresa.

En la búsqueda de costos óptimos ha sido necesario replantear la función del Mantenimiento orientándolo a hacerlo más efectivo y a que los costos totales se minimicen.

Luego de un período de crecimiento económico, durante el cual predominaron en las empresas los criterios orientados hacia la producción, se le ha dado prioridad a otros aspectos tales como la operación fácil, baja emisión de ruido, economía durante todo el período de funcionamiento, seguridad de los trabajadores y mantenimiento adecuado.

Las razones de esta situación son las cambiantes condiciones de la competencia, que no admiten ningún desperdicio de recursos tales como materias primas, tiempo, personal, repuestos, etc. La mayor complejidad de las instalaciones, así como también el grado creciente de interrelación de unidades productivas han aumentado considerablemente los costos de paros de producción y reparaciones. En consecuencia, los tiempos de detención breves y un bajo porcentaje de fallas son factores que desempeñan un papel decisivo en el éxito económico. Las nuevas tendencias en materia de mantenimiento, son entre otras:

- Mantenimiento basado en condición, en vez de horas.
- No hacer, en vez de hacer.
- Prevención de fallas, en vez de mantenimiento preventivo.
- Muchas horas de servicio, mínimas horas de parada.
- Centralización de planeación y programación.
- Aplicación de indicadores de resultados.
- Calidad de gestión.

- **Mantenimiento Oportuno.**

Que implican un cambio radical en la actitud tanto de la dirección de las empresas como del personal responsable del mantenimiento, planteamientos que conllevan a una revisión y adecuación de las estructuras organizacionales de las empresas.

Por eso un Mantenimiento debe caracterizarse por:

- **Mayor Sentido de Pertenencia:** Fruto de un esquema de trabajo por resultados y satisfacciones en el cumplimiento de objetivos que conseguirán credibilidad y posicionamiento.
- **Mantenimiento como gestión:** Responsabilidad compartida y no como una solitaria función. El Mantenimiento se inicia en la selección de los equipos, sigue en la instalación, se respalda con una correcta operación y un buen Mantenimiento con apoyo de compras e inventarios.
- **Análisis de Puntos débiles:** El análisis de fallas es el principal respaldo del mejoramiento continuo con la identificación de componentes de repetitivas fallas.
- **Efectividad de contratación y adquisiciones**

- **Inmediata atención al cliente o socio:** Con la prestación de un servicio integral con responsabilidad compartida.
- **Participación en la selección de tecnología:** Como conocedor del acontecer y desempeño de los equipos.
- **Definición de políticas de reposición de equipo:** El análisis de vida residual posibilita el análisis del costo del ciclo global del equipo, proyectando y analizando conveniencia de las reparaciones y re-acondicionamientos.
- **Apropiación del almacén e inventarios:** Es un error pensar en que el Mantenimiento con un papel pasivo y antagónico podrá ser exitoso; la Gestión de Materiales es su principal aliado, por eso codificar, describir y estimar repuestos a consumir en el primer paso para lograr un buen Mantenimiento.
- **Equipo de levante, transporte y herramienta adecuados.**
- **Procedimientos estandarizados:** La normalización posibilita el autocontrol y la institucionalización de conocimiento.
- **Sistema de Información apropiado:** El uso efectivo de sistemas computarizados para la administración de mantenimiento y logística es fundamental para el mejoramiento de la empresa.

- **Ambiente y salud importante en su gestión** (Relación con el medio ambiente).
- **Planeación y programación de actividades:** Factor crítico de éxito que tiene como misión administrar bien los recursos.
- **Mantenimiento de primera línea por el operario.**
- **Control presupuestal:** Iniciativa antes que normas.
- **Inspección Sistemática antes que desarmes por horas**
- **Documentación Apropiada:** Catálogos planos y manuales son el soporte de la información de Mantenimiento.
- **Personal capacitado y convencido de la necesidad del cambio.**
- **Intercambiabilidad y Modularidad de los equipos:** Para mejorar los tiempos de respuesta con cambios rápidos de ensambles o partes para su posterior reparación.

Esto redundará en mayores exigencias al desempeño del Mantenimiento. Las nuevas tecnologías han ampliado las tareas, responsabilidades y exigencias en cuanto a tiempos, calificación, exactitud en la ejecución y organización de las tareas de Mantenimiento.

Las técnicas aplicadas al mantenimiento han evolucionado y se han logrado nuevas herramientas básicas, entre otras, los sistemas de información, capaces de facilitar la toma de decisiones a través del suministro de información sobre aspectos técnicos y económicos, programas de mantenimiento, control de trabajos, diagnóstico de condición de equipos y estadísticas de comportamiento y falla, los planteamientos sistémicos que integran las funciones y la gerencia de procesos. El énfasis en los próximos años radica en:

- **Confiabilidad equipo/sistema,**
- **Control de riesgo,**
- **Control de costo del ciclo de vida.** El impacto de los nuevos conceptos como:
- **Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM),**
- **Mantenimiento Productivo Total (TPM) y**
- **Costeo Basado en Actividad (ABC)**

2.6 Tipos de Mantenimiento

2.6.1 Mantenimiento Correctivo

Comprende cuando se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo. Se clasifica en:

- **Mantenimiento Correctivo No planificado:** Es el mantenimiento de emergencia (reparación de roturas). Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).
- **Mantenimiento Correctivo Planificado:** Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

2.6.2 Mantenimiento Preventivo

Es una actividad programada de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido. El propósito es prever averías o desperfectos en su estado inicial y corregirlas para mantener la instalación en completa operación en los niveles de eficiencia óptimos. Los Principios Básicos Del Mantenimiento Preventivo son:

- Inspecciones programadas para buscar evidencia de falla de equipos o instalaciones, para corregirlas en un lapso de tiempo que permita programar la reparación, sin que haya paro intempestivo.
- Actividades repetitivas de inspección, lubricación, calibraciones, ajustes y limpieza.
- Programación de esas actividades repetitivas con base a frecuencias diarias, semanales, quincenales, mensuales, anuales, etc.
- Programación de actividades repetitivas en fechas perfectamente definidas, siguiendo la programación de frecuencias de actividades, que deberán respetarse o reprogramarse en casos excepcionales (Ajuste de Programa Preventivo por reciclaje de actividades).
- El Control de esas actividades repetitivas se realiza en base a los siguientes formatos: Ficha Técnica - Ordenes o Solicitudes de Trabajo - Hoja de Vida o Registro Histórico - Programa de Inspección - Programa de Lubricación - Programa de Calibraciones – Programa de Operaciones – Programa de Renovaciones, etc.

Las ventajas de un Programa de Mantenimiento Preventivo:

- Con el tiempo se disminuyen los paros imprevistos de equipos ocurridos en un escenario de Mantenimiento Reactivo y / o Correctivo, los que son reemplazados por paros programados.
- Se mejora notoriamente la eficiencia de los equipos y, por lo tanto, de la producción.
- Mejora notablemente la imagen del Departamento de Mantenimiento, al entregar reparaciones más confiables.
- Después del tiempo de estabilización del Programa, se obtiene una reducción real de costos:
 - Por disminuir las fallas repetitivas.
 - Por disminución de duplicación de reparaciones: una para desmontar el equipo y otra para repararlo adecuadamente.
 - Por disminución de grandes reparaciones, al programar oportunamente las fallas incipientes.
 - Por un mejor control del trabajo debido a la utilización de programas y procedimientos adecuados.
 - Por menores costos de producción, al tener menor cantidad de productos defectuosos, debido a la correcta graduación de los equipos.
 - Por disminución de los pagos por tiempo extra al disminuir los paros intempestivos.

- Por disminución de accidentes durante la ejecución de mantenimiento, debido al trabajo programado según procedimientos escritos y no trabajos de emergencia bajo alta presión, para entregar el equipo lo más pronto posible.

Las limitaciones del Mantenimiento Preventivo son:

- Inicialmente pueden aumentarse aparentemente los costos de mantenimiento debido a que se deben seguir programas de frecuencias y fechas calendario que antes no se llevaban a cabo, sino que se trabajaba hasta que el equipo se dañara. Igualmente, los costos de lubricantes y otros insumos posiblemente aumenten, ya que anteriormente no se gastaban con la frecuencia requerida para lograr el correcto funcionamiento del equipo.
- Se generan costos administrativos por el diseño de formatos, registro de equipos, búsqueda de información, consignación de datos, programación., etc. Posiblemente se requiera personal adicional para encargarse de esas labores.
- Cuando se requieran operarios para desarrollar trabajos de Mantenimiento Correctivo, al comienzo del Programa de Mantenimiento Preventivo, éstos pueden estar ocupados en trabajos programados preventivos.

- Posiblemente se debe parar más veces la producción que antes, al menos inicialmente, para cumplir los programas de inspecciones, lubricación etc. Sin embargo, estos paros serán programados, permitiendo a producción adecuar sus propios programas con la debida anticipación.
- Como no todos los equipos se pueden incluir inicialmente en un Programa de Mantenimiento Preventivo, cuando fallen algunos y se deba realizar Mantenimiento Correctivo, se pueden generar críticas destructivas del programa.
- Si no se respetan las fechas y frecuencias programadas, el programa no funcionará eficazmente.
- El líder de un Programa de Mantenimiento Preventivo debe tener una excelente comunicación y relaciones con todos los departamentos de la empresa, si no se cumple esta condición será muy difícil sacar adelante el programa.
- No se pueden esperar resultados importantes hasta después de un año de implementación de un Programa de Mantenimiento Preventivo.

2.6.3 Mantenimiento Predictivo

Es el Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que ésta suceda (predecir), para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc.

Está conformado por una serie de acciones que se toman y las técnicas que se aplican con el objetivo de detectar las fallas y defectos de maquinaria en sus etapas incipientes. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de los tipos de equipo, sistema productivo, etc.

Para ello, se usan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

Las Ventajas de un Programa de Mantenimiento Predictivo son:

- Las fallas se detectan en sus etapas iniciales por lo que se cuenta con suficiente tiempo para hacer la planeación y la programación de las acciones correctivas (mantenimiento correctivo) en paros programados y bajo condiciones controladas que minimicen los tiempos muertos y el efecto negativo sobre la producción y que además garanticen una mejor calidad de las reparaciones.

- Las técnicas de detección del mantenimiento predictivo son en su mayor parte técnicas "on-condition" que significa que las inspecciones se pueden realizar con la maquinaria en operación a su velocidad máxima.
- Reduce los tiempos de parada.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico.
- Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto. Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos. Permitir el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.
- Permite el análisis estadístico del sistema.

El requisito para que se pueda aplicar una técnica predictiva es que la falla incipiente genere señales o síntomas de su existencia, tales como; alta temperatura, ruido, ultrasonido, vibración, partículas de desgaste, alto amperaje, etc.

Las técnicas para la detección de fallas y defectos en maquinaria varían desde la utilización de los sentidos humanos (oído, vista, tacto y olfato), la utilización de datos de control de proceso y de control de calidad, el uso de herramientas estadísticas, hasta las técnicas de moda como; el análisis de la vibración, la termografía, la tribología, el análisis de circuitos de motores y el ultrasonido.

2.6.4 Mantenimiento Proactivo

Es una filosofía de mantenimiento, dirigida fundamentalmente a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria. Una vez que las causas que generan el desgaste han sido localizadas, no debemos permitir que éstas continúen presentes en la maquinaria, ya que de hacerlo, su vida y desempeño, se verán reducidos. La longevidad de los componentes del sistema depende de que los parámetros de causas de falla sean mantenidos dentro de límites aceptables, utilizando una práctica de "detección y corrección" de las desviaciones según el programa de Mantenimiento Proactivo.

Límites aceptables, significa que los parámetros de causas de falla están dentro del rango de severidad operacional que conducirá a una vida aceptable del componente en servicio.

En sistemas mecánicos operados bajo la protección de lubricantes líquidos, controlar cinco causas de falla plenamente reconocidas, puede llevar a la prolongación de la vida de los componentes en muchas ocasiones hasta de 10

veces con respecto a las condiciones de operación actuales. Estas cinco causas críticas a controlar son:

- Partículas.
- Agua.
- Temperatura.
- Aire.
- Combustible o compuestos químicos.

Cualquier desviación de los parámetros de las causas de falla anteriores, dará como resultado el deterioro del material del componente, seguido de una baja en el desempeño del equipo y finalizando con la pérdida total de los componentes o la funcionalidad del equipo.

Para poder detectar y corregir las causas de falla, debemos establecer métodos de control y seguimiento que nos permitan identificar su nivel y comportamiento.

El Mantenimiento Proactivo utiliza técnicas especializadas para monitorear la condición de los equipos basándose fundamentalmente en el análisis de aceite para establecer el control de los parámetros de causa de falla.

2.6.5 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

En la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total, en base a la cual es factible alcanzar la competitividad total. La tendencia actual a mejorar cada vez más la competitividad supone elevar al unísono y en un grado máximo la eficiencia en calidad, tiempo y coste de la producción e involucra a la empresa en el TPM

La empresa industrial tradicional suele estar dotada de sistemas de gestión basados en la producción de series largas con poca variedad de productos y tiempos de preparación largos, con tiempos de entrega también largos, trabajadores con una formación muy especificada y control de calidad en base a la inspección del producto. Cuando dicha empresa ha precisado emigrar desde este sistema a otros más ágiles y menos costosos, ha

necesitado mejorar los tiempos de entrega, los costes y la calidad, simultáneamente; es decir, la competitividad, lo que le ha supuesto entrar en la dinámica de gestión contraria a cuanto hemos mencionado: series cortas, de múltiples productos, en tiempos de operaciones cortos, con trabajadores polivalentes y calidad basada en procesos que llegan a sus resultados en "la primera".

El resultado final que se persigue con la implementación del Mantenimiento Productivo Total es lograr un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) involucra a la alta gerencia, personal de áreas que no tengan relación con el mantenimiento y todo el personal operativo de la maquinaria y equipo de una planta de producción.

El TPM (Mantenimiento Productivo Total) es un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos:

- Pérdidas en las máquinas
- Pérdidas en mano de obra: ausencias y accidentes
- Pérdidas en métodos: en gestión de la empresa, pérdidas por movimientos, organización de la línea, transporte, ajustes y medidas
- Pérdidas en materia prima: pérdida de materiales, rechazos, herramientas y moldes.
- Pérdidas de energía: electricidad y gas
- Pérdidas en medio ambiente: emisiones y vertidos

El TPM adopta como filosofía el principio de mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de equipos.

El TPM constituye un nuevo concepto en materia de mantenimiento, basado en los siguientes cinco principios fundamentales:

- Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
- Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. De tal forma se trata de llegar a la Eficacia Global.
- Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes que se produzcan y se consigan los objetivos.
- Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- Aplicación del sistema de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

La aplicación del TPM garantiza a las empresas resultados en cuanto a la mejora de la productividad de los equipos, mejoras corporativas, mayor capacitación del personal y transformación de los puestos de trabajo. Entre los objetivos principales y fundamentales del TPM se tienen:

- Reducción de averías en los equipos.
- Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos.
- Utilización eficaz de los equipos existentes.
- Control de la precisión de las herramientas y equipos.
- Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de energéticos.
- Formación y entrenamiento del personal.

En conclusión, TPM es la búsqueda de una más eficaz y eficiente utilización de las máquinas y equipos, por lo que es tanto su planificación, como la capacitación del personal, pero para ello es fundamental que antes los directivos tomen conciencia de todos lo que está en juego detrás de un excelente sistema de mantenimiento. Tanto sea a nivel industrial como de servicios, tanto los costos, como la productividad, la calidad, la seguridad, la satisfacción del cliente y el cumplimiento de plazos dependen en gran medida de no sólo el buen funcionamiento de los equipos sino del muy buen funcionamiento que de ellos pueda obtenerse. Como en el caso del control de calidad, incrementar los costos en materia preventiva termina generando no sólo un menor costo total de mantenimiento, sino también un menor costo total.

Todavía una multitud de pequeñas y medianas empresas no han sabido tomar en su debida consideración la gran importancia que tiene, para el mejoramiento de sus resultados económicos, la implementación de sistemas destinados a mejorar el mantenimiento de los equipos, el cambio rápido de herramientas, la reducción de los tiempos de preparación, la mejora del layout en la planta y oficinas, el mejoramiento en los niveles de calidad, el control y reducción en el consumo de energía, la mayor participación de los empleados vía círculos de control de calidad, círculos de incremento de productividad y sistemas de sugerencias entre otros. Son numerosas las herramientas de las cuales pueden disponer las pequeñas y medianas empresas, y notables los resultados que de ellas se pueden obtener.

2.6.6 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)

Es una metodología que procura determinar los requerimientos de mantenimiento de los activos en su contexto de operación. Consiste en analizar las funciones de los activos, ver cuáles son sus posibles fallas y detectar los modos de fallas o causas de fallas, estudiar sus efectos y analizar sus consecuencias. A partir de la evaluación de las consecuencias es que se determinan las estrategias más adecuadas al contexto de operación, siendo exigido que no sólo sean técnicamente factibles, sino económicamente viables.

El objetivo del MCC es mejorar la Confiabilidad, Disponibilidad y Productividad de la unidad de procesos, a través de la optimización del esfuerzo y los costos de mantenimiento, disminuyendo las tareas de mantenimiento correctivo y aumentando las tareas de mantenimiento preventivo y predictivo.

Aplicaciones del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.-El MCC se aplica en áreas donde haya equipos que presenten las siguientes características:

- Que sean indispensables para la producción, y que al fallar generen un impacto considerable sobre la seguridad y el ambiente.
- Generan gran cantidad de costos por acciones de mantenimiento preventivo o correctivo.
- Si no es confiable el mantenimiento que se las ha aplicado.
- Sean genéricos con un alto costo colectivo de mantenimiento.

Beneficios del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.- Cuando se aplica correctamente el MCC, obtenemos los siguientes beneficios:

- Mayor protección y seguridad en el entorno.
- Se logran aumentar los rendimientos operativos.
- Optimización de los costos de mantenimiento.
- Se extiende el período de vida útil de los equipos.

- Se genera una amplia base de datos de mantenimiento.
- Motivación en el personal.
- Mayor eficiencia en el trabajo de grupo.

Limitaciones del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.-Básicamente el MCC presenta dos barreras, las cuales deben considerarse detalladamente a la hora de aplicar los planes que el mismo genera, previo a un estudio. Ellas son:

- El tiempo requerido para obtener resultados es relativamente largo.
- Si bien es cierto que a largo plazo aumenta la relación coste / beneficio, en un principio, requiere una alta inversión de recursos.

CAPITULO III

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL INFORME PERICIAL

3.1 Los actuantes de prueba

Solicitante	:	JUZGADO CIVIL DE LIMA
Referencia	:	EXPEDIENTE N° 1000 -2009
Demandante	:	PESQUERA S.A.
Demandado	:	FERREYROS S.A.A.
Materia	:	PRUEBA ANTICIPADA

3.2 Objetivo Pericial

De acuerdo a la Resolución N° 07, de fecha 09 de noviembre del 2009, la PERICIA JUDICIAL a realizarse sobre el Motor Caterpillar D-398 de 850 HP, el cual operaba como motor principal de la E/P “Juan Pablo”, de propiedad de la empresa PESQUERA S.A., versará sobre:

Identificar las causas que motivaron la inutilización del motor Caterpillar D398 de 850 HP.

3.3 Metodología de Trabajo en las Pruebas

A efectos de cumplir con el Objeto de la Pericia, se aplicará la siguiente metodología:

- Lectura del expediente.
- Entrevistar a las personas responsables de ambas partes, recabar información y/o documentos relevantes al caso.
- Estudio de la documentación técnica existente sobre motores marinos CAT 398, del tipo del materia de la pericia, mediante Catálogos Técnicos, textos y otros.
- Inspección ocular al lugar donde se encuentra el Motor CAT – D398 realizando tomas fotográficas (Ver Anexo N°1).
- Ensayos y pruebas de laboratorio de las piezas del motor afectadas.
- Análisis e investigación de los hechos y sucesos ocurridos así como consultas con especialistas del rubro.
- Formulación de Conclusiones.

3.4 Reportes Especializados de FERREYROS S.A.A y Otros

Se detallan todos los eventos y sucesos ocurridos durante el siniestro del motor CAT D398 en la Embarcación pesquera Juan Pablo (Ver Anexo N° 2).

Septiembre del 2008: FERREYROS S.A.A., ante el reporte de la empresa PESQUERA S.A de la baja presión de aceite en el motor, interviene en el motor D398 en Chimbote, realizándose el trabajo de cambio de las 12 toberas de inyección por nuevas, reparación de la bomba de agua y limpieza del oilcooler y aftercooler, quedando el motor operativo y a conformidad del cliente.

22 de Octubre del 2008: FERREYROS S.A.A., mediante carta SCH 083-08, dirigida a PESQUERA S.A, informa a esta empresa que a raíz del último servicio efectuado al motor, se ha observado fugas de aceite por el turbocompresor y guías de válvulas de las culatas y un alto consumo de aceite por encima de lo normal. En consecuencia, le presentan los Presupuestos # 232-08 por reparación general, # 233-08 por reparación parcial y la Proforma de Venta # CH 207/08, por el suministro de un motor nuevo CAT-3512.

27 de Julio del 2009: FERREYROS S.A.A. de Chimbote, a solicitud de PESQUERA S.A, realiza una prueba de mar al motor Caterpillar D-398 de la E/P Juan Pablo.

30 de Julio del 2009: FERREYROS S.A.A., mediante Informe Técnico # ITC CB 2971 dirigida a PESQUERA S.A le informa de los trabajos efectuados en la prueba de mar del 27-07-09 y problemas detectados.

En sus conclusiones y recomendaciones, presenta dos alternativas, una reparación parcial del motor, que incluye reparación de culatas, cambio de anillos, evaluación de pistones y camisas o una reparación general, que incluya el desmontaje general, cambio de los repuestos que tengan desgaste y montaje general.

01 de Septiembre del 2009: FERREYROS S.A.A., mediante la carta SCH 076-09 dirigida a PESQUERA S.A le remite el Presupuesto # 0234-09 por un monto de US\$ 52,750.00 más IGV, por una reparación general al motor, a motor cerrado, que incluye:

- Desmontaje general del motor.
- Evaluación del monoblock y cigüeñal con instrumentos patrón.
- Evaluación de componente block superior, medio e inferior.
- Reparación de culatas, inyectores, bombas de agua, auxiliar, de petróleo, aceite, bomba de transferencia.
- Reparación de turbocompresor.
- Rehabilitación del aftercooler y oilcooler.
- Evaluación y cambio, si es necesario, de pistones, camisas.

- Montaje de componentes.
- Calibración total del sistema de combustible, incluyendo varillaje.
- Mantenimiento total del sistema de protección e instrumentación.
- Arranque y prueba de operación.

En el presupuesto se mencionaba que el monto podía variar cuando se evalué el motor desarmado, y se indicó que el tiempo estimado de la reparación era de 22 a 25 días.

13 de Septiembre del 2009: FERREYROS S.A.A., inicia el desarmado del motor, debido a que la empresa PESQUERA S.A, deseaba obtener un presupuesto exacto evaluado a motor abierto.

02 de octubre del 2009: FERREYROS S.A.A. entrega a PESQUERA S.A, el presupuesto # 276-09 por el monto de US\$ 58,795.68 más IGV por la reparación del motor D398 (a motor abierto) que incluye los mismos alcances del Presupuesto # 0234-09, más el rectificado de cigüeñal, puño de biela y bancada y maquinado del monoblock. De esta forma, este presupuesto por la reparación general del motor D398 (a motor abierto) reemplaza al anterior presupuesto # 0234-09.

07 de octubre del 2009: PESQUERA S.A, emite la Orden de Compra Nro. 062 por la reparación general del motor, aceptando el presupuesto # 0276-09.

31 de octubre de 2009: El motor es entregado por la firma FERREYROS S.A.A. y llevado a bordo para su instalación.

09 de noviembre del 2009: Según PESQUERA S.A, al culminar la instalación del motor en la embarcación, se procedió a las pruebas, las cuales no fueron satisfactorias, ya que al efectuarse la prueba hidráulica, el agua comenzó a salir por todas las culatas

13 de noviembre del 2009: Según parte diario de operación/mantenimiento de PESQUERA S.A, los técnicos de FERREYROS S.A.A. / SOLTECNIA, evaluaron la falla presentada y procedieron a desmontar los insertos de la boca de camisas, los que fueron retirados de la embarcación para su reparación en taller.

02 de diciembre del 2009: FERREYROS S.A.A., mediante carta SCH 0109-09, dirigida a PESQUERA S.A, le informa que el 27/11/09, se ha realizado la última prueba y entrega técnica del motor D398 de la E/P Juan Pablo, adjuntando copia de los parámetros de la prueba de Mar de Motores Marinos CAT. En esta oportunidad se menciona que los resultados de las pruebas están dentro de las especificado por CAT, recomendando seguir con el mantenimiento de acuerdo a la cedula de mantenimiento preventivo. El motor queda operativo.

04 de diciembre del 2009: Según FERREYROS S.A.A., el cliente PESQUERA S.A, desde Piura, reportó una falla en el arrancador neumático del motor, la que ese mismo día se solucionó

15 de diciembre del 2009: Según Informe de Servicio de Campo, reparación N° PI 02576, Personal técnico de FERREYROS S.A.A., realiza en Piura la inspección y calibración de válvulas, como parte de las recomendaciones de ajuste de 250 horas de uso que se debe dar en todo motor después que se repara en forma general, encontrándose dentro de los límites normales de tolerancia y quedando operativo el motor a conformidad del cliente todo conforme (se consigna que el horómetro del motor se encuentra con la lectura 3,469 horas).

En diciembre del 2009: Según la PESQUERA S.A, el motor D398 presentó fallas encontrándose la embarcación en la zona de Sechura, lo que dio lugar a que se cambiaran 04 toberas que estaban fuera de servicio por parte del personal de FERREYROS S.A.A. en Piura.

07 de enero del 2010: Según FERREYROS S.A.A., en Chimbote, la empresa PESQUERA S.A, compra 05 toberas Código 7M7431 con su Orden de compra # 517, las mismas que son instaladas a pedido del motorista, según su Informe de servicio de campo reparación N° CB03149. (el horómetro del motor se encuentra con la lectura 3,494 horas). También se aprovechó para verificar la calibración de las válvulas de admisión y escape. El motor se dejó funcionando.

20 de enero del 2010: Según FERREYROS S.A.A., encontrándose la embarcación en Ilo, el cliente reporta fallas en la caja de transmisión del sistema de propulsión, solicitando que se cotice un presupuesto a componente cerrado y un listado de repuestos para su reparación. FERREYROS S.A.A., con carta de fecha 20/01/2010 dirigida a PESQUERA S.A, entregó la cotización de repuestos para la reparación de la caja de transmisión.

26 de enero del 2010: Según parte diario de operación/mantenimiento de PESQUERA S.A, se reporta que el turbo de estribor está botando gases de escape a la base del filtro de aire y además está calentando. Se anota que necesita revisión.

29 de enero del 2010: Según parte diario de operación/mantenimiento de PESQUERA S.A., se reporta que el turbo de estribor está silbando y ha subido la temperatura, se pone al rojo por lo que se ha procedido a sacarle los filtros de aire ya que los filtros están contaminados con gases de escape.

30 de enero del 2010: Según parte diario de operación/mantenimiento de PESQUERA S.A, se reporta que se necesita un técnico de FERREYROS S.A.A. para que vea el problema de los turbos.

01 de febrero del 2010: Según parte diario de operación/mantenimiento de PESQUERA S.A, se reporta que los turbos se ponen al rojo vivo y están pasando gases a la base del filtro de aire contaminándolos.

En febrero del 2010: Según PESQUERA S.A reporta un sobrecalentamiento en los turbocompresores del motor D398, comunicando estos problemas a FERREYROS S.A.A., por lo que viaja el técnico Fernando Dante al puerto de Ilo a inspeccionar el motor ante lo sucedido, y emite el informe de servicio de campo N° 0728-0073 con fecha 14/02/10, indicando que los trabajos efectuados fueron realizados entre el 31/01/10 al 08/02/10, detallando lo siguiente:

- Comprobación de funcionamiento registrado: velocidad con carga 1180 R.P.M., Temp. aire antes del aftercooler izq. 105°C, der. 106°C; Temp. aire después del aftercooler izq. 38°C, der. 42°C; Temp. de escape múltiple izq. 560°C, der. 555°C; Temp. de escape después de turbos izq 435°C, der. 440°C; Temp. de agua antes del aftercooler 18°C después 20°C.
- Presencia de pequeñas bocanadas de humo negro a plena carga.
- Se notó fuga de gases de escape por rajaduras de los soportes derecho e izquierdo de los turbos y fuga de aire comprimido por junta de línea del aftercooler.

- Desmontaje de los soportes para rectificar, el turbo derecho para rectificar tiene suelta la tobera interna (nozzle), el aftercooler para limpieza y toberas para prueba.
- El cliente por su parte se encarga de rectificar y limpiar con su proveedor.
- Las toberas se probaron en FERREYROS S.A.A. de Arequipa, dando como resultado que 05 estaban fuera de servicio y realizando su cambio.
- La soldadura y rectificación de los codos soportes no quedan bien, se vuelven a rajar por ser de hierro fundido por lo que se solicitan nuevos.

La elevada temperatura se debe a la fuga de escape, por la rajadura de los soportes 4L6257 y 4L6258, taponearon los filtros de aire y después el aftercooler. Estos soportes ya habían estado soldados.

01 de febrero del 2010: Según PESQUERA S.A, los turbos y los codos soportes se llevaron a un taller en Ilo, soldando las rajaduras y otros trabajos según Factura de terceras personas. También, se repara el Aftercooler por otro servicio de terceros según Recibo de Honorarios de fecha 05/02/10.

03 de febrero del 2010: El técnico de FERREYROS S.A.A., detecta también las toberas en mal estado cambiando 05 de ellas. Se menciona que fue necesario para hacer la prueba, previamente limpiar todas las toberas, porque existía suciedad en la malla de cada tobera, concluyendo que estaban usando petróleo sucio. Se constata según Hoja de Evaluación de toberas, Inyectores e Inyectores de Bomba.

07 de febrero del 2010: Según PESQUERA S.A, al montar el codo del turbo de babor se raja por lo que se vuelve a llevar a soldar. Al día siguiente el Sr. Fernando Dante manifestó que tenía trabajos pendientes en Nazca y abandonó el trabajo (no hay documentación sustentatoria de este hecho de ninguna de las partes).

08 de febrero del 2010: FERREYROS S.A.A., envió por vía fax, la cotización 50Q013949 dirigida a PESQUERA S.A que consistía en la venta de Repuestos de 02 codos soportes y 01 empaquetadura. Debido a lo elevado del precio, la empresa PESQUERA S.A, procedió a adquirirlos en el mercado local, retirándose el técnico de FERREYROS S.A.A. hasta que obtengan dichas piezas.

12 de febrero del 2010: Según PESQUERA S.A, se volvió a montar el codo del turbo de babor volviéndose a rajarse mínimamente, por lo que se soldó en el sitio.

12 de febrero del 2010: Según FERREYROS S. A. A, el cliente informa que ya había conseguido los dos codos usados operativos y les solicitan al técnico para la instalación de dichos codos y dos turbocompresores, pero al no tener personal disponible, se les indica que el lunes se les atendería, sin embargo, el cliente por su propia cuenta y riesgo hace instalar estas piezas por un tercero, quien ocasiona al instalar un turbocompresor la rotura de una punta de la rueda del compresor, malográndolo, pero lo instala en esas condiciones.

13 de febrero del 2010: Según parte diario de operación/mantenimiento de PESQUERA S. A, se reporta que se salió a faenas de pesca, que el color del humo es negro y que persiste la temperatura alta en los 02 turbos, los que se ponen al rojo. Además, persiste el golpe y sonido fuerte en la caja de reducción, asimismo la temperatura de aceite alta.

14 de febrero del 2010: Según parte diario de operación/mantenimiento de PESQUERA S.A., se reporta que persiste el golpe y ruido fuerte en la caja. Además, que se ha vuelto a rajarse el soporte de turbo del lado izquierdo y persiste la alta temperatura en los turbos, los que tienen un sonido fuerte y el motor bota mucho humo negro oscuro. A las 10.30 a.m. el motor comenzó a botar humo blanco signo de que se había soplado una culata. Al revisar se escuchó un ruido fuerte proveniente del turbo derecho, se procedió a parar la máquina observando el eje del turbo roto y de la culata del lado izquierdo botaba aceite y agua. Se reportó la avería.

En el diario oficial de máquinas de PESQUERA S.A, de la misma fecha, se reportan los mismos hechos y se anota que están remolcando la embarcación al puerto.

15 de febrero del 2010: Según parte diario de operación/mantenimiento de PESQUERA S.A, se reporta que está en reparación el Motor.

17 de febrero del 2010: Según el informe técnico de servicio de campo Nro. 0728-0077 de FERREYROS S.A.A. en Ilo, señalando como fecha de servicio entre el 14/02/10 al 16/02/10, indica que los trabajos que realizó fueron los siguientes:

- Desmontaje del aftercooler por estar sucio con aceite del turbo roto y hollín (no fue debidamente limpiado por el proveedor).
- Presencia de aceite en el múltiple de admisión derecho desde el turbo.
- Desmontaje la culata de los cilindros # 1 y # 3 por fuga de refrigerante por la empaquetadura de culata y alrededor de espárragos, se notó la culata con válvulas recalentadas y falta de hermeticidad.
- Se inspeccionó los insertos colocados en el block, se puede observar que se encuentra en condiciones normales.

Además, se menciona que la rotura del turbo se produce cuando el cliente contrata un proveedor para cambiar el soporte rajado y al manipular el turbo rompe un álabe del compresor, así operaron el motor originando desbalanceo y rotura del eje del turbo, siguieron operando el motor con el chirrido (rozamiento) del turbo pasando aceite del turbo al múltiple de admisión.

Los componentes desmontados fueron trasladados al taller de FERREYROS S.A.A. en Lima. Se hace un listado de repuestos para instalación.

Según FERREYROS S.A.A., en Lima, se procede a reparar estos componentes, partes de las cuales el cliente los suministra.

Según PESQUERA S.A., procede a adquirir en el mercado local por no tener FERREYROS S.A.A. en stock los siguientes repuestos nuevos: 02 soportes de turbos, 02 aftercooler y 01 culata nueva que se encontraba en stock propio.

12 de marzo del 2010: FERREYROS S.A.A., mediante carta SCH 018-10 del 08 de Marzo del 2010, dirigida a PESQUERA S.A., le adjuntó el presupuesto # 071-05 que incluye:

- Desmontaje, reparación y montaje de 01 culata y 02 turbocompresores.
- Desmontaje, cambio y montaje de 02 aftercooler.
- Prueba de motor.

En dicha carta informa que dichos trabajos y repuestos no están cubiertos por la garantía de la reparación general del motor, ya que dicha cobertura no asume los gastos ocasionados por la mala intervención de un tercero y adicionalmente aproximadamente el 90% de los repuestos que se están cobrando, no se suministraron ni cobraron en la reparación general del motor, sólo se garantiza los repuestos nuevos que se instalaron en dicha reparación, Solicitando que se sirvan a cancelar dicho presupuesto de acuerdo a lo señalado.

Según PESQUERA S.A, este presupuesto nunca fue aceptado (no hay documentación sustentatoria al respecto).

14 de marzo del 2010: FERREYROS S.A.A., emite Comprobante de entrega # 0002372 de fecha 12/03/2010 a SERVICIO DE CAMPO-CPPSAC Describiendo los componentes reparados y los suministrados por el cliente.

Según FERREYROS S.A.A., entrega estas piezas reparadas, después de que el cliente acordara con su Gerencia, que arribando la E/P a Chimbote se le haría el último chequeo, y arreglaría el pago de lo presupuestado (no hay documentación sustentatoria de estas comunicaciones).

16 de marzo del 2010: Según PESQUERA S.A, se montan los repuestos nuevos por el técnico Sr. Pilco de FERREYROS S.A.A. (no hay documentación sustentatoria de este hecho de ninguna de las partes).

También indica que se presentó entre los días 15, 16 y 17 de marzo del 2010 a la embarcación el Ing. Cesar Pérez, perito del seguro quien a solicitud de la empresa presenta el informe de peritaje Nro. C/355/2010.

17 de marzo del 2010: Según PESQUERA S.A., la E/P Juan Pablo zarpa de Ilo con destino a Chimbote arribando el 19 de marzo presentando nuevamente un ligero calentamiento en los turbos (no hay documentación sustentatoria de este hecho de ninguna de las partes).

21 de marzo del 2010: Según el informe técnico de servicio de campo Nro. 0728-0010 de FERREYROS S.A.A. en Ilo, señalando como fecha de servicio entre el 14/03/10 al 19/03/10, indica que los trabajos que realizó fueron los siguientes:

- Armado e instalación del aftercooler con los núcleos reparados y repuestos nuevos.
- Montaje de los turbocompresores con soportes usados y coupling nuevos.
- Instalación de culata de los cilindros # 1 y # 3 con repuestos nuevos y ajustes a lo especificado.
- Verificación y ajustes de holgura de válvulas de según lo especificado.
- Prueba de funcionamiento.
- Quedando el motor D398 operativo.

25 de marzo del 2010: Según FERREYROS S.A.A., aproximadamente, en esta fecha al encontrarse la E/P Juan Pablo en Chimbote, es observada por el Jefe de Taller FERREYROS S.A.A. Lima, por lo que se comunican con la empresa PESQUERA S.A, para hacer el chequeo al motor, tal como se había acordado con su Gerencia, pero indicaron que no era posible por que se estaba haciendo un inventario a la E/P Juan Pablo.

Además, informaron que uno de los turbocompresores continuaba sobrecalentando. A la siguiente semana FERREYROS S.A.A., insistió en ingresar a la embarcación para hacer el chequeo, pero la empresa PESQUERA S.A, indicó que ya no era posible porque habían instalado otro motor en la embarcación (no hay documentación sustentatoria de estos hechos de ninguna de las partes).

3.5 Inspección y Observaciones

Se encontró el motor CAT D 398, en un patio a la intemperie, sobre el piso de cemento y protegido con plásticos. Se llevaron a cabo las siguientes acciones:

a. Se verificó las características del motor:

- Tipo de Motor Motor marino, turboalimentado.
- Marca CATERPILLAR
- Modelo: D 398
- Potencia: 850 HP
- Número de serie 10000
- Número de cilindros 12 en “V”
- Número de revoluciones 1,225 RPM
- Año de fabricación 1976
- Horómetro 4,200

b. Se observó las condiciones generales del motor, el cual no contaba con el tablero de instrumentación. Los cuerpos del filtro de aire (portafiltros) estaban desmontados y a un costado del motor.

La caja del motor y dos codos del múltiple de escape se encontraron juntos sobre una base de madera, sobre un piso de cemento además protegidos con plásticos,

Los peritos firmaron un Guía de remisión como constancia de haber recibido los codos mencionados.

3.6 Ensayos de Laboratorio

Uno de los 02 Codos del múltiple de escape suministrados a los Peritos en la inspección Ocular, se procedió a efectuarle el Análisis de Falla respectivo en el Laboratorio N° 4 – Laboratorio de Procesos de Manufactura, Ensayos Mecánicos y Metrología de la Universidad Nacional de Ingeniería, según Informe Técnico N° Lb 234 2009, realizándose los siguientes ensayos puntuales:

- Análisis metalográfico.
- Análisis de dureza

Los resultados concluyen fundamentalmente que la falla posiblemente se generó debido a fuerzas anormales (sobre presión interna) en el codo del múltiple de escape (Fig. 3.1).



Fig. 3.1 Fotografía metalográfica del codo

3.7 Análisis Pericial

Desde el mes de Septiembre del 2008, la empresa FERREYROS S.A.A., interviene en el motor D398, realizándose distintos trabajos, posteriormente en octubre del mismo año se presentaron diversos problemas y recomendaron a la PESQUERA S.A, que realice una reparación general.

En una segunda intervención o prueba de mar realizada al motor en Julio del 2009, se detectan mayores problemas, recomendando nuevamente efectuar una reparación general

La empresa PESQUERA S.A, deseaba obtener un presupuesto exacto en base a motor abierto, por lo que el 13 de Septiembre del 2009, FERREYROS S.A.A., inicia el desarmado del motor y entrega el presupuesto por la reparación, que es aceptada por el cliente el 07 de octubre del 2009.

FERREYROS S.A.A., entre el 07 y el 31 de octubre del 2009, concluye los trabajos de reparación y entrega del motor, el que es llevado a bordo para su instalación y pruebas iniciales, formulación y levantamiento de observaciones a los trabajos, quedando operativo definitivamente el 27/11/09, fecha en la que se realiza la última prueba y entrega técnica del motor, adjuntando copia de los parámetros de la prueba de Mar de Motores Marinos CAT.

También, se menciona que los resultados de las pruebas están dentro de lo especificado por CAT, recomendando seguir con el mantenimiento de acuerdo a la cedula de mantenimiento preventivo. El 15 de diciembre del 2009, el Personal técnico de FERREYROS S.A.A., en Piura, realiza la inspección y calibración de las válvulas, como parte de las recomendaciones de ajuste de 250 horas de uso que se debe dar en todo motor después que se repara en forma general, encontrándose dentro de los límites normales de tolerancia y quedando operativo (Fig. 3.2) el motor a conformidad del cliente. En esta oportunidad, se consigna que el horómetro del motor se encuentra con la lectura 3,469 horas.

Como primera conclusión del análisis de los sucesos, podemos mencionar que luego de 18 días de operación normal del motor, al orden de las 250 horas, no se produce ningún evento de falla de importancia y se observa un promedio de operación del motor diario de aproximadamente 14 horas.



Fig. 3.2 Motor marino CAT D398

Entre el 15 de Diciembre 2009 y el 20 de enero del 2010, se presentan diversos sucesos que dan lugar al cambio de 5 toberas de inyección, el 07 de Enero de 2010 el motor queda operativo.

Los días 26, 29, 30 de enero y 01 de febrero del 2009, se reportan las siguientes fallas:

- El turbo de estribor está expulsando gases de escape a la base del filtro de aire y además se está recalentando.
- El turbo de estribor está silbando y ha subido su temperatura y se pone al rojo, por lo que se ha procedido a sacarle los filtros de aire ya que los filtros están contaminados con gases de escape.
- Los turbos se ponen al rojo vivo y están pasando gases a la base del filtro de aire contaminándolos.

Como segunda conclusión del análisis de los sucesos ocurridos, podemos mencionar que el sobrecalentamiento en los turbos y en el sistemas de escape, se presentan a fines de enero de 2010, luego de transcurridos 60 días de la entrega y pruebas del motor y aplicando el promedio de 14 horas de trabajo diario a estos 60 días, se estiman 840 horas luego de la reparación general.

Como tercera conclusión del análisis, podemos mencionar que el motor trabajó adecuadamente durante las 840 horas, lo que demuestra que los trabajos de reparación general efectuados, estuvieron bien ejecutados.

En la primera semana de febrero del 2010 el técnico de FERREYROS S.A.A. en

Ilo, inspecciona el motor y en su informe del 08 de febrero 2010 detalla:

- Presencia de pequeñas bocanadas de humo negro a plena carga

Esto puede ser un indicio de que el combustible no reúne las condiciones de pureza necesarias, las toberas de inyección están sucias, que no haya un ingreso suficiente de aire por los filtros o exceso de combustible.

Los codos rajados inducen a pensar que han estado sometidos a grandes esfuerzos, lo que coincide con los resultados del Análisis de Falla realizado en el Laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería, concluye fundamentalmente que la falla posiblemente se haya generado debido a fuerzas anormales (sobre presión interna) en el codo del sistema de escape.

Igualmente, al consultar la Tabla de localización de Fallas en los Sistemas del Motor, el problema de temperaturas elevadas en el escape puede deberse a:

PROBLEMAS	POSIBLES CAUSAS					
<i>Temperaturas Elevadas en el Escape</i>	<i>Turbo alimentador en mal estado</i>	<i>Tapados los filtros de aire</i>	<i>Temperatura elevada del aire en el múltiple de admisión</i>	<i>Filtraciones del escape antes del turbo alimentador</i>	<i>Alta contra presión de escape</i>	<i>Filtraciones del aire de la admisión después del turbo alimentador</i>

Tabla 3.2

En consecuencia, los Peritos podemos concluir luego de este análisis, que los codos se rajaron debido a una alta contrapresión de escape, lo cual es consistente con el problema típico de recalentamiento observado a lo largo de todos los sucesos de falla (Fig. 3.3).



Fig. 3.3 Tubo de escape del motor

El hecho de que los dos codos se rajen en el mismo evento de falla indica que la alta contrapresión de escape ha sido aplicada simultáneamente, lo que sólo puede darse mediante una obstrucción luego de la derivación de los gases hacia el escape, es decir, en los ductos de salida del sistema de escape, que no forman parte del motor sino de la embarcación.

Luego de los trabajos desarrollados por el técnico, éste se retira hasta que se suministren los repuestos necesarios y el día 12 de febrero, PESQUERA S.A, hace instalar estas piezas por un tercero, saliendo la embarcación a faenas de pesca.

Los días 13 y 14 de febrero, se reporta que continúan los problemas, que el color del humo es negro y que la temperatura es alta en los 02 turbos, además que se ha vuelto a rajar el soporte de turbo del lado izquierdo.

El 14 de febrero el motor sopló una culata por lo que se paró el motor y se remolcó la embarcación a puerto para la siguiente reparación.

Evidentemente, las reparaciones efectuadas no solucionaron los problemas, los que se manifestaron nuevamente al entrar el motor en operación, lo que confirma que el verdadero problema es la alta contrapresión que se presenta en el motor debida a una obstrucción en los ductos del sistema de salida de los gases de escape (Fig. 3.4).

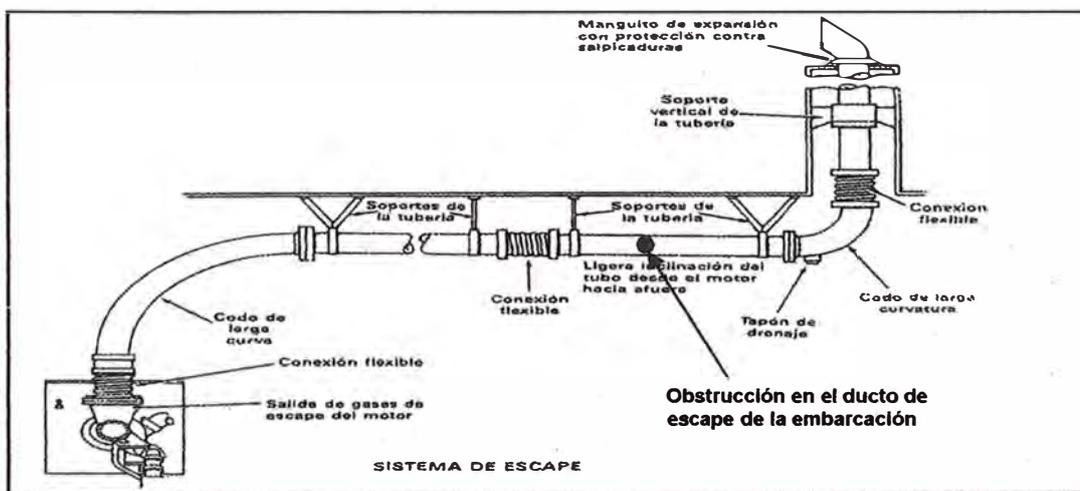


Fig. 3.4 Ductos del sistema de salida de los gases de escape

Entre el 14 y el 16 de febrero, se inician nuevamente los trabajos de reparación del motor, con cambio de repuestos, pruebas, etc., concluyendo con el zarpe de la embarcación el 17 de marzo y en el reporte del 19 de marzo se presenta nuevamente un ligero calentamiento en los turbos, lo que confirma la conclusión anterior.

En el informe pericial al motor CAT D398 no se tomo en cuenta que este se encontraba fuera de la embarcación, ya que fue reemplazado por un motor nuevo CAT 3512 que presento un ligero calentamiento en los turbos.

En conclusión las causas que motivaron la inutilización del motor Caterpillar son las altas contrapresiones en el sistema de escape.

CAPITULO IV

METODOS Y TECNICAS APLICADAS PARA EL INFORME

4.1 Problemática del Mantenimiento Para los Ductos de Escape

- **Análisis de la Problemática del Sector Pesquero:** Las máquinas y equipos se encuentran sometidas a un mantenimiento correctivo y preventivo:

Mantenimiento Correctivo: Las embarcaciones pesqueras siempre están al cuidado de sus supervisores de mantenimiento, ya que al presentarse un problema en el motor, bombas, grupos electrógenos, etc.; siempre tienen que salir del puerto hacia la ubicación de la embarcación mar a dentro para resolver el problema.

Esta problemática se presenta siempre en una faena de pesca, además ser muy reiterativa, ya que no se resuelve el problema desde su origen si no desde que comienza a fallar alguna máquina o equipo dentro de la embarcación, causando pérdidas de tiempo de pesca, por ende pérdidas de producción en las plantas pesqueras.

Mantenimiento Preventivo: Este tipo de mantenimiento es más notorio en los motores marinos, generadores eléctricos, bombas, etc., ya que se rigen por los parámetros establecidos por los fabricantes, pero aun así falta una cultura de mantenimiento de parte de los operarios dentro de la sala de máquinas de la embarcación.

Por lo expuesto anteriormente, el mantenimiento en las embarcaciones pesqueras se rige más en las máquinas y equipos más no en los sistemas dentro de la embarcación como en este caso (en el sistema de ductos de los gases de escape).

Los ductos de los gases de escape realizan un papel importante dentro de la embarcación puesto que estos facilitan la salida de los gases de escape de los motores hacia el exterior de la embarcación (Fig. 4.1).

A estos ductos de escape no se realiza ningún tipo de mantenimiento, por lo visto en las diferentes embarcaciones dentro del sector pesquero.



Fig. 4.1 Ductos de escape de un motor marino

En los trabajos de varadero no se toman en cuenta los trabajos en los ductos de escape de los gases, siendo muchas veces reutilizados sin tomar en cuenta su estado o su antigüedad.

- **Análisis en las Normas de las Sociedad Clasificadoras:** No se mencionan algún tipo de mantenimiento en los ductos de escape de una embarcación específica. Sólo nombran que los ductos deben estar protegidos por un aislante y no debe haber fugas de gases.
- **Análisis Según los Fabricantes de Motores Marinos:** A medida que los gases de escape se desplazan a través del sistema de escape, experimentan resistencia hidráulica que produce contrapresión en la descarga del turbo del motor.

Una contrapresión excesiva produce efectos perjudiciales en el motor reduciendo la vida útil de las válvulas de escape y del turbo debido al aumento de temperatura de escape. También provocan un mayor consumo de combustible. Lo recomendó por los fabricantes es no sobrepasar los límites establecidos con cada motor (Tabla N° 4.1)

Límites Máximos de Contrapresión de Escape	
Tipo de Motor	Presión
Motores de aspiración natural	136 Kpa
Motores turboalimentados	108 Kpa
Motores 3208 de 425 HP	1760 Kpa
Motores de la familia 3600	Los límites de la familia 3600 son equivalentes a otros motores diesel de velocidad media. Una mayor presión afectará el rendimiento y al consumo de combustible.

Tabla N° 4.1

En estos tres análisis ninguno menciona algún tipo de mantenimiento a los ductos de escape de los gases, además de lo mencionado en el capítulo III, que la contrapresión es un problema latente dentro de las embarcaciones, llegando a la conclusión que se debe realizar un programa de mantenimiento en los ductos de escape de los gases.

4.2 Tipos de Embarcaciones Pesqueras y Elección del Ducto de Escape

4.2.1 Tipos de Embarcaciones Pesqueras

Embarcación Con Motor Propulsor a Proa, Es aquella que tiene el motor marino que proporciona el empuje en la sala de máquinas ubicada en la proa de la embarcación, además el eje propulsor se extiende por todo lo largo de la embarcación atravesando las bodegas hasta acoplarse con la hélice (Fig. 4.2).

La entrada a la sala de maquinas se ubica a un lado tanto estribor o babor de la caseta la cual forma parte de la superestructura de la embarcación.



Fig. 4.2 Motor a proa

Mayormente estos tipos de embarcaciones tienen poca capacidad de carga en sus bodegas

Embarcación Con Motor Propulsor a Popa, Es aquella que tiene el motor marino que proporciona el empuje en la sala de máquinas ubicada en la popa de la embarcación, además el eje propulsor es de corto alcance hacia la hélice (Fig. 4.3).

La entrada a la sala de máquinas se ubica en el cubichete que se encuentra a lado estribor en popa de la embarcación.



Fig. 4.3 Motor a popa

Casi la mayoría de estas embarcaciones tienen un bulbo en proa y a la vez una gran capacidad de carga en las bodegas.

4.2.2 Elección del Ducto de Escape Para un Motor Marino

Los fabricantes de motores marinos tienen una forma específica para seleccionar su ducto escape, basándose en parámetros establecidos de cada motor (Fig. 4.4), mencionando las pautas básicas de selección:



Fig. 4.4 Ducto de escape

1. Para hallar el diámetro del ducto de escape se consideran los siguientes parámetros:
 - Limite de contrapresión
 - Caudal de los gases de escape
 - Longitud del ducto
 - Peso específico del gas
2. Características del material del ducto de escape.
3. Los elementos que consiste los ductos de escape del motor marino:
 - Ductos (Tuberías)
 - Flexibles
 - Silenciadores
 - Material Aislante

Cada motor marino de una determinada marca o modelo tiene parámetros diferentes lo que hace que no se pueda estandarizar la forma de selección del ductos de escape

4.3 Propuesta de un Programa de Mantenimiento de los Ductos de Escape

Estos trabajos se pueden realizar en el varadero (Fig. 4.5) o cuando se hace una reparación general al motor marino (en casos de emergencia, se pueden hacer en flote).

- Realizar una inspección visual dentro y fuera del ducto de escape del motor, si hay fugas de gases, grietas, o el estado del material sea defectuoso para su reutilización o su reemplazo de inmediato.
- Colocar manómetros de columna de agua en diferentes tramos de los ductos de escape de los gases para hallar la zona donde se producen las contrapresiones provocadas por la acumulación de hollín o agentes externos. Estos manómetros deben ubicarse de tal forma que sean visibles y fáciles de utilizar.
- Los elementos que comprenden los ductos de escape de los gases deben ser fácilmente desmontables para una posterior revisión tanto fuera como dentro de los ductos.

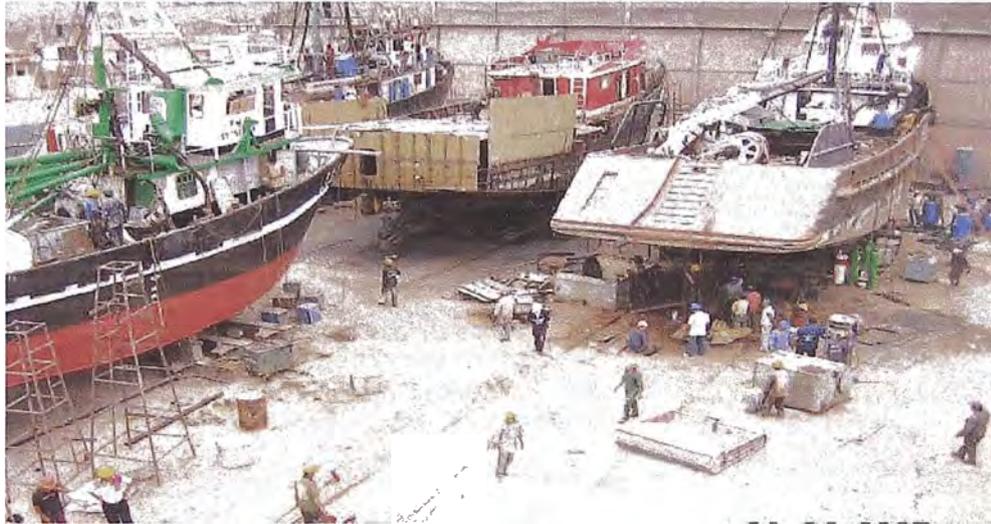


Fig. 4.5 Varadero

Trabajos en operación o faena de pesca.

- Revisar los manómetros de columna de agua en cada tramo de los ductos de escape, observando que no se sobrepase los límites máximos de contrapresión de escape. En el caso que se rebasara estos límites, realizar una revisión y posteriormente una limpieza dentro de los ductos o, en otro caso, esperar que la embarcación pare por un mantenimiento eventual.

Diagrama de flujo para la propuesta de un programa de mantenimiento general
(Fig. 4.6).

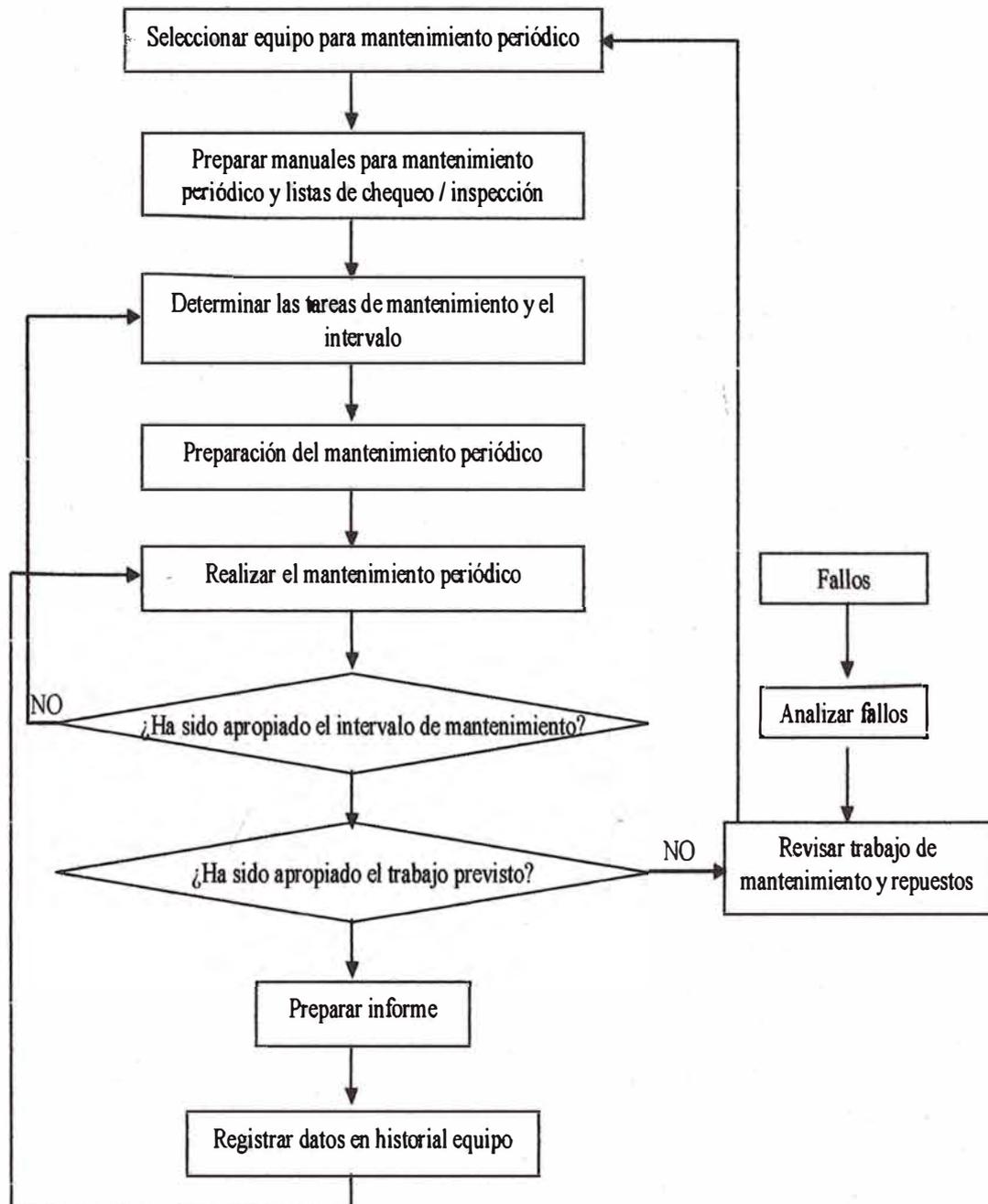


Fig. 4.6 Diagrama de flujo

CAPITULO V

PLANIFICACION Y COSTOS

5.1 Plan de Operación del Mantenimiento

El mantenimiento se planifica a partir de los volúmenes de trabajo aprobados, ello implica que a partir de ese momento los técnicos encargados de la reparación comienzan los trabajos de Planificación del mantenimiento.

El trabajo de Planificación del mantenimiento se programa de la siguiente manera:

- Se preparan los listados de los elementos que conforma los ductos de escape.
- Se relaciona y revisa todos los elementos que conforma los ductos de escape para la ejecución del mantenimiento.
- Se prepara los listados de herramientas necesarias.
- Se planifica la plantilla necesaria para la ejecución de los trabajos preparatorios y de mantenimiento.
- Se elabora el plan de interrelación entre las tareas de mantenimiento y la ejecución de los trabajos de talleres.
- Como una etapa de preparación necesaria se debe instruir al personal en los métodos de trabajos que se pondrán en práctica durante el mantenimiento.

5.2 Costo de Mantenimiento Efectuado

Observamos que el costo de mantenimiento propuesto a los ductos de escape es menor a comparación a los gastos y costos realizados por la embarcación pesquera en los trabajos de reparación del motor CAT D398 analizado en el informe pericial.

Siguiendo las pautas mencionadas evitaremos altos costos de mantenimientos además de la seguridad de la tripulación.

En este costo de mantenimiento propuesto se considera la instalación de un ducto de escape como si fuera nuevo (Tabla N° 5.1).

Costos de Mantenimiento Propuesto	
Descripción	US\$
Costo de materiales: planchas de acero naval de 5 mm. De espesor.	5,000.00
Flexibles y silenciador	1,500.00
Mano de obra	1,000.00
Costo y instalación de manómetros	100.00
Costo y instalación de aislante.	2.000.00
Total	9,600.00

Tabla N° 5.1

Gastos ocasionados por la embarcación pesquera “Juan Pablo” durante el siniestro
Mencionado (Tabla N° 5.2).

Gastos ocasionados del Motor CAT D398	
Descripción	US\$
Gastos de reparación y repuestos en el motor durante la faena de pesca.	45,000.00
Perdidas en la empresa PESQUERA S.A. por la embarcación	120,000.00
Costo de remolque de la embarcación	40.000.00
Costo de un motor CAT 3512 en reemplazo del motor CAT D398.	230,000.00
Total	435,000.00

Tabla N° 5.2

CONCLUSIONES

1. Las contrapresiones en los ductos de escape siempre serán un problema latente en los motores marinos siendo perjudiciales cuando llegan al límite máximo de contrapresión de escape, este valor se obtiene de los fabricantes de cada motor marino, ya que cada motor tiene una especificación determinada.
2. Plan de mantenimiento en los ductos de escape de los gases del motor marino son el primer paso para atenuar las contrapresiones de escape ya que por experiencia en el sector pesquero nunca se ha tomado en cuenta a los mencionados ductos por su informalidad de trabajo y/o evitar según los armadores costos innecesarios.
3. Algunos armadores diseñan los ductos de escape basados en su experiencia, siendo esta una idea equivocada ya que cada motor tiene diferentes parámetros de operación.
4. Al elaborar el plan de mantenimiento se debe tomar en cuenta los parámetros establecidos por el motor.

RECOMENDACIONES

1. Exigir a los fabricantes de los motor marino la gran importancia que tiene el diseño de los ductos de escape del motor como primer paso para realizar un plan de mantenimiento efectivo.
2. Colocar manómetros de columna de agua en zonas visibles para la medición de las contrapresiones existentes dentro del ducto de escape para evitar la obstrucción dentro de dicho ducto ya sea por hollín o diferentes objetos que se pueden introducir dentro de este. Este tipo de mantenimiento es de emergencia para aplicarlo en una embarcación pesquera que nunca realizo un manteniendo en los ductos de escape.
3. Poner mayor énfasis en el mantenimiento de los ductos de escape realizando mejoras continuas por parte de las empresas pesqueras
4. Los Peritos Navales deben darle mayor importancia a los ductos de escape de los motores marino, realizando inspección tanto fuera como dentro del ducto para observar su estado y conservación con el fin de dar su visto bueno para el zarpe de la embarcación.

OBSERVACIONES

En el presente informe se omitió las características técnicas, matrícula y/o nombre de la embarcación para evitar que se evidencie la pertenencia de dicha embarcación con alguna compañía pesquera, sin embargo se muestran documentos con fechas de emisión cambiadas o alteradas y con algunas características omitidas, además las fotografías muestran un motor CAT D398 similar a otra embarcación pesquera.

BIBLIOGRAFÍA

- **Textos**

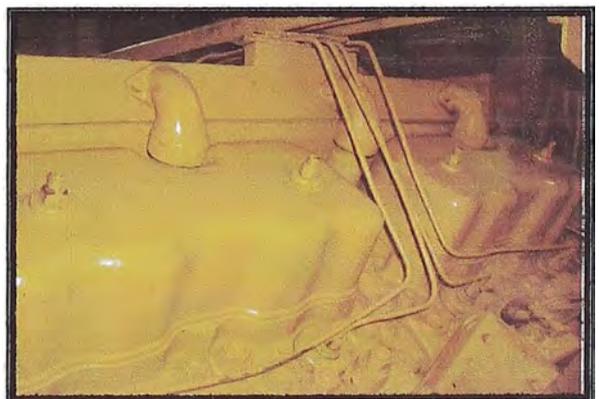
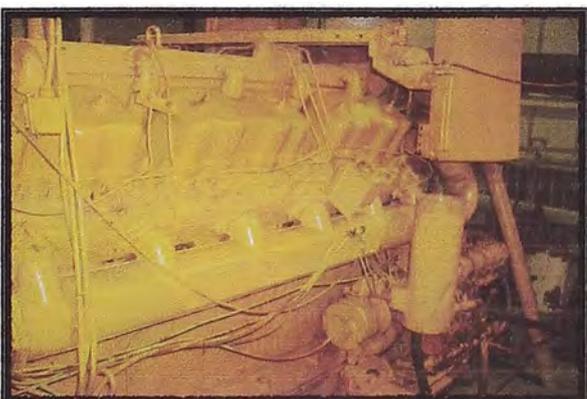
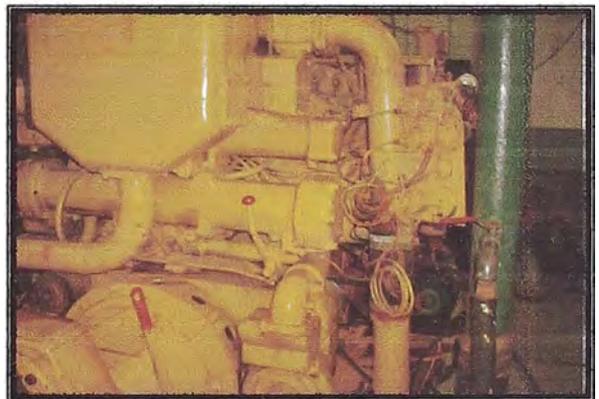
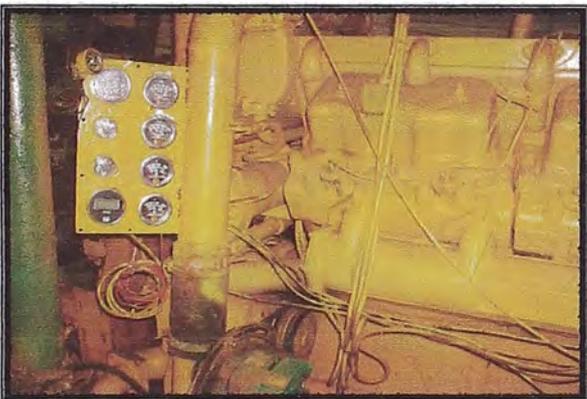
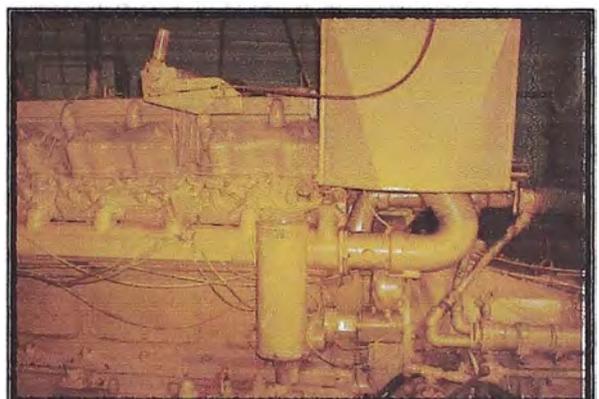
1. Reparaciones De Emergencia Motores Marinos D378, D398, D399
2. Motores Marinos Caterpillar Aplicación y Instalación.
3. Manual de Servicio Caterpillar motores D399, D398, D397, G399, G398, G397
4. Manual de Operación y Mantenimiento Caterpillar.
5. Mantenimiento y Conservación de Barcos; actor Michael Verney, España.

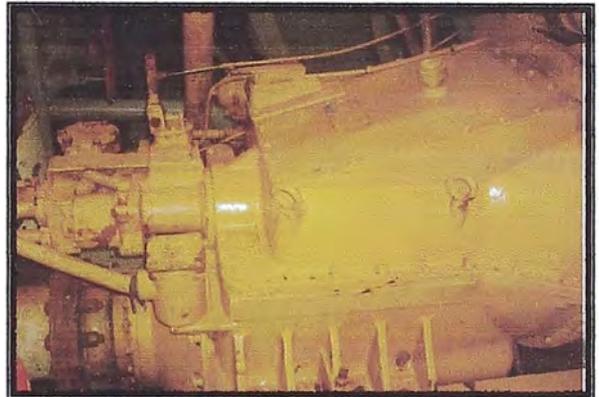
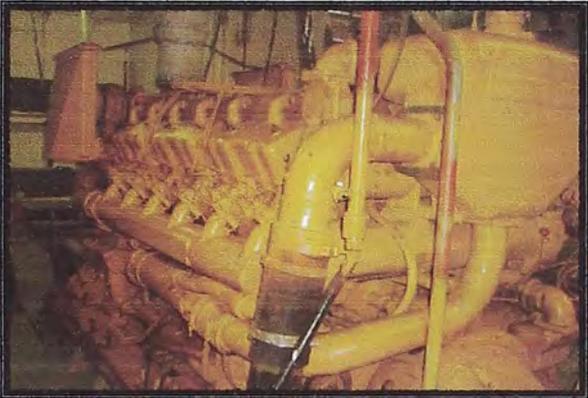
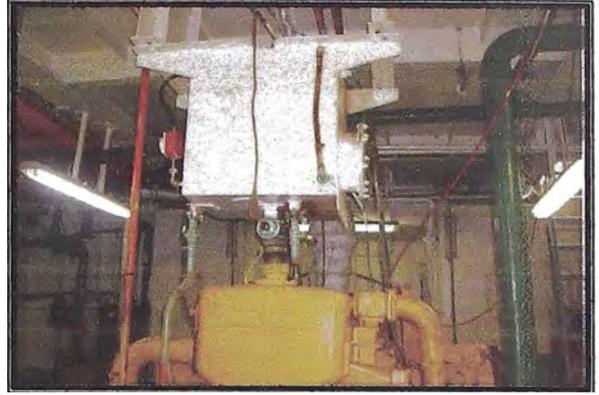
- **Páginas de Internet**

1. <http://www.elportaldelosbarcos.com>
2. <http://www.ferreyros.com.pe>
3. <http://www.mantenimientopredictivo.com>
4. <http://www.monografias.com>
5. <http://www.ricepropulsion.com>
6. <http://www.scribd.com/doc/17688242/Sistema-de-Ejes-de-Propulsion>
7. <http://www.solomantenimiento.com/m-motores-marinos.htm>
8. <http://www.solediesel.com/Motores+Marinos>
9. <http://www.paranauticos.com/Notas/Tecnicas/Motores/motores-indice.htm>

ANEXOS N° 1

(Fotografías)





ANEXOS N° 2
(Reportes)



reparación Nº CB0297H

fecha 27-7-2004

[Handwritten signature]

modelo	Nº de serie	atregio	especifici	horómetro	cliente
máquina					
motor	<u>LANCER</u>	<u>Juan Pablo</u>			lugar de trabajo <u>Maella. PACEIRA</u>
generador	<u>CAT D398</u>	<u>6680840</u>			motivo de la visita <input type="checkbox"/> entrega <input type="checkbox"/> reclamo fábrica <input type="checkbox"/> mantenimiento <input type="checkbox"/>
caja manna	<u>1200 RPM. 1310 - 650 MIN.</u>				tarje uno o más <input type="checkbox"/> reparación <input type="checkbox"/> para hacer ajustes <input type="checkbox"/> a pedido del cliente <input type="checkbox"/>
turbo	<u>1200 RPM. 1200 - 1235 CARB.</u>				fecha del servicio <u>27-7-2004</u>
transmisión	<u>5.1707 RACKS SETTING</u>				
convertidor	<u>POWER. 795 HP.</u>				
toma de luerza	<u>11174 N. LA BATA DE ENKARQUE</u>				
bulldozer	<u>10,000 M. M.H.</u>				
control hidráulico					servicio en proceso <input type="checkbox"/>
winche	<u>0110 meto P/S.</u>				servicio pendiente en repuestos <input type="checkbox"/>
otros					servicio terminado <input type="checkbox"/>

¿que falla encontro? Haciendo Revisión Visual y Revisión evaluación del Motor los valores de prueba este en forma de prueba. Segun los valores este dentro de servicio. Anormal.

¿como corrigió la falla y que chequeos hizo? Si quiero siguientes Tener en cuenta dicho motor no saben cuantas horas tiene desde su Reparación total. Anteriormente Tenio problema de Baja presión para que suba se regula la presión cual subia a 70 cual Baja a 50 PSI.

¿en su opinión a que atribuye la falla? Con Aceite SAE 50 que no es normal este Peligro ES necesario hacer una Reparación Total antes que falle y cause daños mayores y gastos.

* Dichos motores Trabaja con SAE 30 @ 15W40 normalmente.

Nota - ADEMÁS dicho motor consume aceite. 10 G. en 24 Horas. que no es normal. Con Aceite SAE 50.

Nota Los Turbos. Con 1200-1235 RPM se pone Rojo en 5 minutos cual este trabajando solo con 1150 en VACIO con carga 1050 RPM.

dueño gerente administrador jefe de taller ingeniero supervisor mecánico

observación del humo de escape no es normal. Bolo como negro por escape ligero. etc.

nombre DIBERNO MORAIS ZARZOS firma [Handwritten Signature]

nota: si tuviera que hacer una declaración o ampliar algo, hágalo al reverso de esta página.

102 Nota Maella lo Ex. todo derecho en unio de...

INFORME DE SERVICIO DE CAMPO

Ferreyros

Reparación N° LC02369

Cliente: PESQUERA S.A.

Lugar: E/P " JUAN PABLO " - ILO

Fecha: 14-Feb-05

Máquina	Modelo	N° de serie	Arreglo	Especificación	Horómetro	Potencia	Aplicación
Motor	D398	88800840			4113		MP
	Modelo	N° de serie	Generador		N° Parte:	Frec.(Hz):	
Plata marina			Modelo:		N° Serie:	Arr.:	
Turbo alimentador			Voltaje:		Amperaje:	PoL(kW)	
Transmisión			¿Realizó muestreo de aceites?			SI <input type="checkbox"/>	Fecha de servicio:
Invertidor			V* B* Recepción			NO <input checked="" type="checkbox"/>	Inicio 31-Ene-05
Plata de fuerza						Fin 08-Feb-05	
Alisado			¿Realizó el pedido de repuestos necesarios de acuerdo a sus recomendaciones?			SI <input checked="" type="checkbox"/>	¿Utilizó las herramientas adecuadas? SI <input checked="" type="checkbox"/>
Control hidráulico						NO <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Pinche							

¿Cómo encontró la máquina/motor? Operativa (o) Inoperativa (o) Proceso reparación por terceros Reparado por terceros

¿Dónde encontró la máquina/motor? Taller del cliente Taller de terc. Campo

¿Qué trabajo se le asignó? Se reporta elevada temperatura de escape en lado de los turbos, se ponen color rojo.

¿Qué falta encontró? Se reporta elevada temperatura de escape en lado de los turbos, se ponen color rojo.

Trabajo realizado? Comprobación de funcionamiento registrando: Velocidad con carga 1180 RPM, Temp aire antes aftercooler t/zq 105°C, der 106°C

Cómo corrigió la falta? Temp aire después de aftercooler t/zq 38°C, der 42°C; Temp de escape múltiple t/zq 580°C, der 555°C; Temp de escape después de turbos t/zq 435°C, der 440°C

Trabajo realizado? Temp agua antes del aftercooler 18°C después 20°C. Presencia de pequeñas bocanadas de humo negro a plena carga. Se notó fuga de gases de escape

Trabajo realizado? por rajadura de los soportes derecho e izquierdo de los turbos y fuga de aire comprimido por junta de línea del aftercooler.

Trabajo realizado? Desmontaje de los soportes para rectificar, turbo derecho para rectificar tiene suelto el nozzle interno, el aftercooler para limpieza y toberas para prueba.

Trabajo realizado? El cliente por su parte se encargo de rectificar y limpiar en su proveedor, las toberas se probaron en FESA Arequipa se reemplazaron cinco F/S.

Trabajo realizado? La soldadura y rectificación de los soportes no quedan bien, se vuelven a rajar por ser de hierro fundido por lo que se solicitan nuevos.

Observaciones y recomendaciones
su opinión ¿A qué atribuye la falta?

Trabajo realizado? La elevada temperatura se debe a fuga de gases de escape, por rajadura de soportes 4LB257 y 4LB258, taponaron los filtros de aire y después el aftercooler

Servicio en proceso Servicio pendiente por repuestos Servicio terminado

Con quién trató? Sr. Alfredo Fernandez Cargo: Motorista Teff.: _____

Entrega del servicio:
 Entrega Reclamo Garantía Reclamo Evaluación Mantenimiento Servicio Realizar ajustes Otros: _____

FERNANDO PILCO CUBAS
Nombre del mecánico

FERNANDO PILCO
Firma del mecánico

INFORME DE SERVICIO DE CAMPO

N° 0728-0077

ferreyros

Paración N° LC02369

Cliente: PESQUERA S.A.

Lugar: EIP " JUAN PABLO " - ILO

Fecha: 17-Feb-05

Máquina	Modelo	N° de serie	Arreglo	Especificación	Horómetro	Potencia	Aplicación
Motor	D398	66B00840			4130		MP
Marina	Modelo:	N° de serie	Generador:	N° Parte:		Frec. (Hz):	
Bo alimentador			Modelo:	N° Serie:		Arr.:	
Transmisión			Voltaje:	Amperaje:		Pot. (kW)	
Invertidor			¿Realizó muestreo de aceite?			Fecha de servicio:	
Ma de fuerza			SI <input checked="" type="checkbox"/>			Inicio 14-Feb-05	
Excavador			NO <input type="checkbox"/>			Fin 16-Feb-05	
Control hidráulico			V° B° Recepción				
Pinche			¿Realizó el pedido de repuestos necesarios de acuerdo a sus recomendaciones?			¿Utilizó las herramientas adecuadas?	
			SI <input checked="" type="checkbox"/>			SI <input checked="" type="checkbox"/>	
			NO <input type="checkbox"/>			NO <input type="checkbox"/>	

¿Cómo encontró la máquina/motor? Operativa (o) Inoperativa (o) Proceso reparación por terceros Reparado por terceros

¿Dónde encontró la máquina/motor? Taller del cliente Taller de terc. Campo

¿Qué trabajo se le asignó? Motor sin turbo izquierdo por rotura.
 ¿Qué falla encontró?

¿Qué trabajos realizó? ¿Cómo corrigió la falla? Desmontaje del aftercooler por estar sucio con aceite del turbo roto y hollin (no fue debidamente limpiado por proveedor)

Presencia de aceite en el múltiple de aire derecho desde el turbo.

Desmontaje de culata Cyl #1 y #3 por fuga de refrigerante por empaquetadura de culata y alrededor de espárragos. Se notó la culata con válvula recalentada

Falta de hermeticidad. Inspección del inserto colocado en el block se puede ver que esta normal.

Componentes se envían al taller: culata, turbos y núcleos de aftercooler para su reparación.

Observaciones y recomendaciones
 Opinión ¿A qué atribuye la falla?

Rotura del turbo se produce cuando el cliente contrata un proveedor para cambiar el soporte rajado y al manipular el turbo rompe un álabe del compresor.

Operaron el motor originando desbalanceo y rotura del eje del turbo, siguieron operando el motor con el chirrido (rozamiento) del turbo pasando aceite

Desde el turbo al múltiple de admisión.

Componentes se ingresaron al taller de contraponerites.

Hacer listado de rptos para instalación.

Servicio en proceso Servicio pendiente por repuestos Servicio terminado

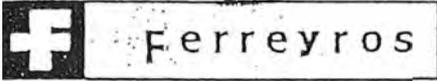
Con quién trató? Sr./Ing. Cargo: Teléf.:

Finalidad del servicio:

Entrega Reclamo Garantía Reclamo Evaluación Mantenimiento Servicio Realizar ajustes Otros:

FERNANDO PILCO CUBAS
Nombre del mecánico

FERNANDO PILCO CUBAS
Firma del mecánico



REPUESTOS



Ingersoll Rand
 Massey Ferguson
 Perkins
 Bob Cat
 Kenworth

SERVICIOS CHIMBOTE

INTERNO: 00071

PRESUPUESTO N° : 0071-05

FECHA : 02/03/05

CLIENTE : PESQUERA S.A.

EQUIPO : MOTOR MARINO CAT

MODELO: D398 SERIE:066B00840

E/P : JUAN PABLO

ATENCION: SR.COMANDANTE OLIVARES

LUGAR : PUERTO DE ILO

TRABAJO : POR EFECTUAR :

1. DESMONTAJE, REPARACION Y MONTAJE DE 01 CULATA Y 02 TURBOCOMPRESORES.
2. DESMONTAJE, CAMBIO Y MONTAJE DE 02 AFTERCOOLER.
3. PRUEBA DE MOTOR.

MANO DE OBRA	2,950.00
MISCELANEOS	653.00
REPUESTOS	9,337.20

COTIZACION 50Q014193	342.80
COT.35E08189,8190,8192,8202	8,279.42
COT.26E001274,1273, Y 1272,	1,003.76
-Descuento especial 3 %	-288.78

VALOR VENTA	US\$ 12,940.20
I.G.V. (19%)	2,458.64
PRECIO VENTA	US\$ 15,398.84

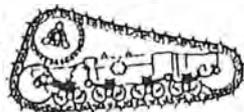
PRECIO DE VENTA en Nuevos Soles, T.C. 3.30 S/. 50,816.18

NOTA.-

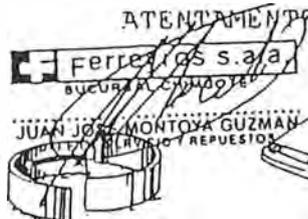
1. FORMA DE PAGO AL CONTADO.
2. LA GARANTIA ES 03 MESES DE ACUERDO A FORMATO ADJUNTO
3. Información adicional sobre el precio venta de esta cotización:
 - El PRECIO VENTA en soles es referencial y ha sido calculado utilizando el tipo de cambio venta de S/. 3.30, vigente en el Banco de Crédito del Perú en la fecha de la presente cotización.
 - El precio de venta es en dólares americanos y podrá ser pagado en soles al tipo de cambio venta vigente en el Banco de Crédito en la fecha de cancelación de la factura de venta (Resolución Cambiaria 030-90-EF/90, Art 7°).



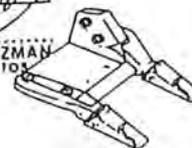
Productos de Mantenimiento



Tron de Rodaje



Motor



Herramientas de Corte



Hidráulicos

ANEXOS N° 3
(Manuales)

TABLA DE LOCALIZACION DE FALLAS EN LOS SISTEMAS DEL MOTOR

CAUSAS POSIBLES											
PROBLEMAS											
Temperatura Elevada del Agua	X	Temperatura Elevada del Agua Basta									
Temperatura Baja del Agua	X	Bajo el Nivel de Refrigerante del Motor.									
Temperatura Elevada del Aire en el Múltiple de Entrada	X	Tapado el Colador, el Enfriador de Quilla ó el Intercambiador de Calor									
Temperaturas Elevadas en el Escape	X	Bomba de Agua Basta en Mal Estado									
Temperatura Elevada del Aceite	X	Regulador de Temperatura del Agua en Mal Estado									
Baja Presión de Aceite	X	Bomba de Agua del Motor en Mal Estado									
Presión Elevada del Combustible	X	Filtraciones de la Combustión al Refrigerante									
Baja Presión de Combustible	X	Tapado el Enfriador del Aceite del Motor									
		Elevada Temperatura del Agua del Motor ó Auxiliar							X		
		Elevada Temperatura del Aire al Motor							X		
		Bomba del Agua Auxiliar en Mal Estado							X		
		Tapado el Enfriador del Aire de la Admisión (del Lado del Agua ó del Aire)							X		
		Turboalimentador en Mal Estado							X	X	
		Tapados los Filtros de Aire							X		

