

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

MÁSTER EN INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO

---



**PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA  
DE MANTENIMIENTO DE UNA TERMINAL  
MARÍTIMA DE GRANELES.**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**Autor:**

**D. SANTIAGO DOMÍNGUEZ PERELLÓ**

**Director:**

**DR. D. BERNARDO TORMOS MARTÍNEZ**

**Valencia, diciembre 2.010**

*Es para mí un motivo de satisfacción, poder resaltar la excepcional predisposición y la elogiabile actitud y voluntad de mejora mostrada por todo el personal que da vida a Terminales Marítimas Servicesa y que, con su inestimable colaboración, han contribuido a hacer realidad este proyecto.*

*Me gustaría transmitir mi más profundo agradecimiento y cariño a las dos personas que me sufren todos los días, por hacer gala de una envidiable paciencia y comprensión. Me consta que no siempre ha sido fácil. Y por último no puedo dejar de recordar al hombre más bueno del mundo y al que llevaré siempre en mi corazón.*

*Gracias por todo papá.*

# PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE UNA TERMINAL MARÍTIMA DE GRANELES

## TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO

### CURSO 2.009 – 2.010

## Índice:

<b>Capítulo 1: Introducción .....</b>	<b>6</b>
1.1 Objeto .....	6
1.2 Desarrollo del Trabajo Fin de Máster .....	6
<b>Capítulo 2: Descripción de la empresa.....</b>	<b>9</b>
2.1 Antecedentes .....	9
2.2 Situación actual .....	9
2.3 Descripción de las instalaciones .....	10
2.4 Descripción de la maquinaria .....	13
<b>Capítulo 3: Sistema actual de mantenimiento.....</b>	<b>20</b>
3.1 Sistema de gestión de mantenimiento .....	20
3.1.1 Gestión de los trabajos de mantenimiento .....	20
3.1.1.1 Mantenimiento correctivo.....	20
3.1.1.2 Mantenimiento preventivo.....	20
3.1.2 Gestión del almacén de repuestos .....	20
3.1.3 Gestión de compras .....	20
3.1.4 Control de costes .....	21
3.1.5 Indicadores de gestión .....	21
3.2 Procedimientos de mantenimiento.....	21
3.2.1 Clasificación de los equipos .....	21
3.2.2 Mantenimiento correctivo.....	23
3.2.3 Mantenimiento preventivo.....	24
3.2.4 Control de almacén.....	27
3.2.5 Control del consumo de carburante .....	32
3.2.6 Gestión de compras .....	33
3.2.7 Indicadores de gestión .....	34
3.3 Recursos de mantenimiento .....	35
3.3.1 Recursos humanos existentes .....	35
3.3.2 Jornada laboral.....	36
3.3.3 Presupuesto anual .....	36
3.4 Planes de mantenimiento preventivo .....	36
3.4.1 Grúas móviles .....	36
3.4.2 Maquinaria móvil .....	38

<b>Capítulo 4:</b>	<b>Auditoría de gestión de mantenimiento .....</b>	<b>41</b>
4.1	Objeto .....	41
4.2	Cuestionario .....	41
4.3	Informe de resultado.....	48
4.3.1	Fortalezas.....	50
4.3.2	Debilidades.....	50
4.4	Plan de acción.....	50
<b>Capítulo 5:</b>	<b>Propuesta de mejora.....</b>	<b>53</b>
5.1	Sistema de gestión de mantenimiento (Manual de Mantenimiento) .....	53
5.1.1	Gestión documental .....	53
5.1.2	Gestión de los trabajos de mantenimiento .....	54
5.1.3	Gestión del almacén de repuestos.....	55
5.1.4	Gestión de compras .....	56
5.1.5	Gestión de los equipos y de las instalaciones .....	56
5.1.6	Control de costes .....	56
5.1.7	Indicadores de gestión .....	56
5.2	Procedimientos de mantenimiento.....	57
5.2.1	PM-01. Procedimiento de codificación documental .....	57
5.2.2	PM-02. Procedimiento de codificación de secciones o grupos funcionales .....	58
5.2.3	PM-03. Procedimiento de codificación de equipos .....	59
5.2.4	PM-04. Procedimiento de generación de órdenes de trabajo .....	61
5.2.5	PM-05. Pautas de prevención en los trabajos de mantenimiento .....	61
5.2.6	PM-06. Trabajos de mantenimiento correctivo .....	62
5.2.7	PM-07. Trabajos de mantenimiento preventivo.....	63
5.2.7.1	Mantenimiento sistemático .....	63
5.2.7.2	Mantenimiento predictivo.....	64
5.2.7.3	Mantenimiento legal .....	65
5.2.8	PM-08. Trabajos de mantenimiento modificativo .....	66
5.2.9	PM-09. Codificación de materiales de repuesto .....	67
5.2.10	PM-10. Clasificación ubicaciones del almacén de mantenimiento.....	68
5.2.11	PM-11. Creación del maestro de materiales .....	69
5.2.12	PM-12. Procedimiento de control de movimientos de almacén .....	70
5.2.13	PM-13. Procedimiento de compras.....	70
5.2.14	PM-14. Control de combustible.....	71
5.2.15	PM-15. Elaboración de gamas de mantenimiento preventivo .....	73
5.2.16	PM-16. Elaboración del plan de mantenimiento preventivo.....	74
5.2.17	PM-17. Elaboración del calendario de mantenimiento preventivo .....	75
5.2.18	PM-18. Cálculo de costes .....	76
5.2.19	PM-19. Obtención de indicadores de gestión .....	78
5.2.20	PM-20. Elaboración del informe mensual .....	81
5.3	Registros de mantenimiento.....	82
5.3.1	RM-01. Listado de procedimientos en vigor .....	82
5.3.2	RM-02. Listado de registros en vigor .....	83
5.3.3	RM-03. Listado de equipos.....	84
5.3.4	RM-04. Orden de trabajo.....	86
5.3.5	RM-05. Lista de verificación de seguridad.....	88
5.3.6	RM-06. Vale de almacén .....	89
5.3.7	RM-07. Parte diario de trabajo .....	90
5.3.8	RM-08. Parte de Incidencias.....	91
5.3.9	RM-09. Plan de mantenimiento preventivo .....	92
5.3.10	RM-10. Calendario de mantenimiento preventivo.....	95
5.3.11	RM-11. Guía de codificación de los materiales .....	99
5.3.12	RM-12. Maestro de materiales .....	102
5.3.13	RM-13. Control anual del consumo de combustible de la maquinaria .....	104
5.3.14	RM-14. Operaciones de mantenimiento preventivo mecánicas.....	108

5.3.15	RM-15. Operaciones de mantenimiento preventivo eléctricas .....	110
5.3.16	RM-16. Operaciones de mantenimiento preventivo de instrumentación y electrónicas .....	111
5.3.17	RM-17. Operaciones de mantenimiento preventivo de lubricación.....	112
5.3.18	RM-18. Gamas de mantenimiento preventivo .....	113
5.3.19	RM-19. Imputación de horas de personal propio.....	114
5.3.20	RM-20. Costes mensuales de las órdenes de trabajo .....	116
5.3.21	RM-21. Informe mensual.....	119
5.3.22	RM-22. Hoja de visita preventiva: Grúas Móviles .....	123
5.3.23	RM-23. Hoja de visita preventiva: Maquinaria auxiliar .....	129
5.3.24	RM-24. Hoja de visita preventiva: Palas Cargadoras .....	132
5.3.25	RM-25. Hoja de visita preventiva: Puente grúa .....	133
5.3.26	RM-26. Hoja de visita preventiva: Grapines .....	135
5.3.27	RM-27. Hoja de visita preventiva: Depósitos de Gasoil.....	137
5.3.28	RM-28. Hoja de visita preventiva: Compresores.....	138
5.3.29	RM-29. Hoja de visita preventiva: Herramientas .....	139
5.3.30	RM-30. Hoja de visita preventiva: Equipos Contraincendios.....	141
5.3.31	RM-31. Hoja de visita preventiva: Cuadros Eléctricos.....	144
5.3.32	RM-32. Hoja de visita preventiva: Torres de Alumbrado .....	145
5.3.33	RM-33. Hoja de visita preventiva: Estación Depuradora .....	146
5.3.34	RM-34. Hoja de visita preventiva: Instalación Alumbrado de Emergencia .....	150
5.3.35	RM-35. Hoja de visita preventiva: Red de aire comprimido .....	152
5.3.36	RM-36. Hoja de visita preventiva: Climatización .....	153
5.3.37	RM-37. Hoja de visita preventiva: Red de aguas pluviales .....	154
<b>Capítulo 6: Mantenimiento predictivo.....</b>		<b>156</b>
6.1	<i>Introducción .....</i>	<i>156</i>
6.2	<i>Grúas móviles.....</i>	<i>156</i>
6.2.1	Análisis de aceite .....	156
6.2.1.1	Análisis realizados .....	156
6.2.1.2	Campo de aplicación .....	158
6.2.2	Medida de concentración de anticongelante .....	160
6.2.3	Medida de concentración de electrolito .....	161
6.2.4	Medida del estado de los cables de elevación.....	162
6.2.5	Verificación de soldaduras por líquidos penetrantes .....	163
6.3	<i>Palas cargadoras.....</i>	<i>164</i>
6.3.1	Análisis de aceite .....	164
6.3.1.1	Análisis realizados .....	164
6.3.1.2	Campo de aplicación .....	166
6.3.2	Medida concentración anticongelante .....	169
6.4	<i>Resumen.....</i>	<i>170</i>
<b>Capítulo 7: Plan de implantación de las acciones propuestas.....</b>		<b>172</b>
7.1	<i>Etapas de implantación .....</i>	<i>172</i>
7.2	<i>Programación de las etapas de implantación .....</i>	<i>172</i>
7.3	<i>Presupuesto de implantación.....</i>	<i>174</i>
7.4	<i>Consecuencias esperadas tras la implantación.....</i>	<i>175</i>
7.5	<i>Conclusiones.....</i>	<i>177</i>
<b>Bibliografía .....</b>		<b>179</b>
<b>Anexos .....</b>		<b>181</b>
1.	<i>Planos de emplazamiento.....</i>	<i>181</i>
	<i>Plano de situación del Puerto de Valencia.....</i>	<i>181</i>

<i>Plano de emplazamiento de Terminales Marítimas Servicesa</i> .....	182
<i>Plano de emplazamiento del área de servicios de TMS</i> .....	183
2. <i>Planos de instalaciones</i> .....	184
<i>Red de baja tensión</i> .....	184
<i>Distribución eléctrica edificio de oficinas</i> .....	185
<i>Red de aire comprimido</i> .....	186
<i>Estación depuradora de aguas residuales e industriales</i> .....	187
<i>Plano constructivo del taller de mantenimiento</i> .....	188
3. <i>Planos de equipos</i> .....	189
<i>Grúas Liebherr LHM 500</i> .....	189
<i>Grúa Gottwald HKM 330</i> .....	193
<i>Características de los motores térmicos de las grúas móviles</i> .....	196
<i>Cuchara de clinker ( 23.5 m<sup>3</sup> )</i> .....	197
<i>Cuchara de coque (42.5 m<sup>3</sup>)</i> .....	198
<i>Palas cargadoras Caterpillar 966H</i> .....	199
<i>Palas cargadoras 972H</i> .....	201
4. <i>Ejemplo de informe de mantenimiento preventivo subcontratado</i> .....	203
<i>Revisión de 2.000 horas de pala CAT 972H</i> .....	203
<b>Tabla de contenidos</b> .....	<b>206</b>
1. <i>Índice de tablas</i> .....	206
2. <i>Índice de fotografías</i> .....	206
3. <i>Índice de figuras</i> .....	207

# **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

# Capítulo 1: Introducción

## 1.1 *Objeto*

La finalidad del presente Trabajo Fin de Máster es el profundo estudio del actual sistema de gestión del mantenimiento de una Terminal Marítima de Graneles y, fruto de su detallado análisis, la elaboración de una propuesta racional que permita mejorar sus resultados en este departamento y abrir así nuevas vías de desarrollo encaminadas a optimizar esta importante área dentro de la empresa.

Por consiguiente, el objetivo fundamental se centra en elaborar y documentar un conjunto de procedimientos y registros que sean capaces de sintetizar una propuesta organizada y metódica de trabajo cuyo fin sea la obtención de herramientas de gestión y de control del departamento.

La concepción del trabajo se ha considerado en todo momento bajo la perspectiva de la perfecta compatibilidad con el sistema actual de gestión de la calidad de la empresa y con la posible integración futura en un sistema informático de gestión de mantenimiento (GMAO), reflejándose en los métodos de codificación y clasificación de los equipos y artículos de almacén, así como en la rutina de generación y tratamiento de órdenes de trabajo. Así pues, se pretende alcanzar el objetivo principal de crear una metodología de trabajo que facilite las herramientas de control necesarias, armonizada con la estructura propia de la empresa y su sistema de gestión de la calidad y, además, incluyendo la posibilidad de optimización futura con la implementación de una aplicación informática de mantenimiento.

El grado de detalle alcanzado en cada una de las clasificaciones tanto de equipos, como de familias de artículos de almacén, de subcentros de coste... es producto de la búsqueda del equilibrio entre el nivel de información útil y beneficio aportado, y el nivel de complejidad y la carga de trabajo introducida por estos. Con ello se pretende conseguir en todo momento la implantación de un sistema de gestión práctico y coherente con el tamaño y los objetivos de la empresa. El sistema está orientado a su constante actualización por lo que siempre se podrá avanzar más en este sentido en estadios posteriores.

## 1.2 *Desarrollo del Trabajo Fin de Máster*

El trabajo se puede agrupar en cinco grandes apartados de temática claramente diferenciada.

El **primer apartado** lo integran los **Capítulos 1 y 2**, en los que se presenta la problemática de estudio y se describe tanto la empresa como la maquinaria y sus instalaciones. Con ellos se ponen de manifiesto las características de la empresa a analizar.

El **segundo apartado** lo forman el **Capítulo 3** y el **Capítulo 4**, que describen el sistema de gestión del mantenimiento en uso actualmente y finaliza con una auditoría de gestión para su valoración. Sirven para dar una clara idea del estado del departamento de mantenimiento en estos momentos.

El **tercer grupo** temático lo componen el **Capítulo 5**, capítulo de mayor importancia porque es en él donde se concentra la propuesta de mejora considerada y es la esencia del trabajo, y el **Capítulo 6**, que recoge las operaciones de mantenimiento predictivo en un capítulo aparte del anterior debido a que considero que merece una mención especial debido a la importancia pedagógica que tiene este campo tan tecnológico del mantenimiento.

El **cuarto grupo** está compuesto por el **Capítulo 7** y se centra en las fases y plazos de implantación, su desarrollo temporal y el presupuesto de ejecución. Como último punto del capítulo se presentan las conclusiones finales.

El **quinto** y último bloque está definido por la **Bibliografía** y la recopilación de **Anexos** que contribuyen a ampliar conceptos tratados durante el desarrollo del Trabajo Fin de Máster.

# **CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

# Capítulo 2: Descripción de la empresa

## 2.1 Antecedentes

La empresa Terminales Marítimas Servicesa, S.A. dispone de una concesión administrativa otorgada por el Puerto de Valencia para poder operar con granel sólido no apto para el consumo humano en el Muelle de la Xitá. Dentro de esta actividad, trabajan principalmente con clinker, carbón y pet coque.

La actividad principal de Servicesa se centra en la descarga del granel de las bodegas de los buques y la posterior carga para la retirada del mismo por parte del cliente destinatario de la mercancía, pudiéndose realizar dicha carga tanto por camión como por tolvas de ferrocarril.

El material se acopia a la intemperie en pilas sobre el suelo de la Terminal hasta que termina la retirada completa de la mercancía de cada barco.

También aunque en menor medida se realiza la operación inversa, es decir, se carga mercancía en las bodegas de los barcos para su exportación o traslado nacional.

## 2.2 Situación actual

Servicesa cuenta con una superficie de concesión de aproximadamente 100.000 m<sup>2</sup>, aunque actualmente la superficie utilizada para su explotación es de 40.000 m<sup>2</sup> puesto que el resto se consolidó mejorando el terreno para la construcción de una futura nave de almacenamiento.

El proyecto de dicha nave de almacenamiento surgió como solución a la problemática medioambiental que genera la manipulación de un producto tan pulverulento como es el clinker. Actualmente la obra se encuentra paralizada como consecuencia directa del brusco descenso del tráfico a operar, por lo que Servicesa trabaja en estos momentos en la dirección de encontrar una vía alternativa que asegure una correcta calidad del aire atmosférico más ajustada a la situación de mercado actual caracterizada por una fuerte incertidumbre en la evolución del tráfico de graneles.

La opción que cobra más fuerza es la adquisición por parte de Servicesa de dos tolvas ecológicas o eco-tolvas para evitar el almacenamiento temporal del clinker en la Terminal. La misión de estos equipos es recibir el clinker de las cucharas de las grúas y cargarlo directamente sobre los camiones que lo retiran, siendo en todo momento respetuoso con el medio ambiente gracias a los sistemas de captación de polvo que llevan incorporados.

## 2.3 Descripción de las instalaciones

Dentro de las instalaciones de Servicesa se distinguen dos grupos: las edificaciones y las redes de servicio.

<b>EDIFICACIONES</b>	Edificio de oficinas
	Nave taller 1
	Nave taller 2
	Lavadero de maquinaria
	Báscula de camiones
	Contenedores auxiliares
<b>REDES DE SERVICIO</b>	Red de baja tensión
	Red de aire comprimido
	Red de pluviales
	Red de comunicaciones
	Red de aguas residuales

Tabla 2.1 Resumen de las instalaciones



Fotografía 2.1. Edificio de oficinas



Fotografía 2.2. Naves taller



Fotografía 2.3. Caseta basculista



Fotografía 2.4. Depósito de gasóleo de 20.000 litros



Fotografía 2.5. Compresor alternativo con calderín (CO-01)

## 2.4 Descripción de la maquinaria

La maquinaria de la Terminal es mayoritariamente maquinaria móvil, accionada por motores térmicos de encendido por compresión.

A continuación se relaciona las máquinas más significativas:

<b>CARGA/ DESCARGA DE BUQUES</b>	1 Ud	Grúa Gottwald 50 tm
	2 Ud	Grúa Liebherr 52 tm
	2 Ud	Pala CAT 966 G II
<b>CARGA DE CAMIONES/TOLVAS DE FERROCARRIL</b>	1 Ud	Pala CAT 980 G II
	1 Ud	Pala CAT 966 H
	3 Ud	Pala CAT 972 H
<b>MAQUINARIA AUXILIAR</b>	1 Ud	Carretilla contrapesada 4 tm
	1 Ud	Plataforma articulada
	1 Ud	Mini excavadora
	1 Ud	Barredora
	1 Ud	Camión motobomba
<b>FLOTA DE VEHÍCULOS</b>	2 Ud	Furgoneta Citroën Berlingo
	2 Ud	Utilitario Hyundai Getz
	1 Ud	Utilitario Citroën C5

Tabla 2.2 Resumen de maquinaria móvil



Fotografía 2.6. Grúa móvil Liebherr (GM-03)



Fotografía 2.7. Grúas móviles Gottwald y Liebherr (GM-02 y GM-04)



Fotografía 2.8. Grapines de coque y de clinker



Fotografía 2.9. Pala cargadora CAT 972 H (PL-05)



Fotografía 2.10. Pala cargadora CAT 972 H (PL-06)



Fotografía 2.11. Barredora (BR-01) y palas cargadoras CAT 966 G II (PL-02 y PL-03)



Fotografía 2.12. Carretilla contrapesada (CE-01)



Fotografía 2.13. Miniexcavadora (PC-01)



Fotografía 2.14. Puente grúa (PG-01)

# **CAPÍTULO 3:**

# **SISTEMA ACTUAL DE**

# **MANTENIMIENTO**

# Capítulo 3: Sistema actual de mantenimiento

## 3.1 *Sistema de gestión de mantenimiento*

### 3.1.1 *Gestión de los trabajos de mantenimiento*

Según el tipo de mantenimiento necesario en cada ocasión, en Servicesa se distingue la gestión a aplicar en cada caso mediante el uso de procedimientos diferenciados.

#### 3.1.1.1 *Mantenimiento correctivo*

Cuando la avería producida en una máquina concreta requiere de asistencia de mantenimiento, se genera el registro *Parte de maquinaria* cuya misión es recoger de manera escrita los trabajos de mantenimiento correctivo llevados a cabo en dicha máquina, tanto en tiempo de mano de obra como en materiales de recambio utilizados. Dicho parte sirve de archivo a modo de histórico.

#### 3.1.1.2 *Mantenimiento preventivo*

La maquinaria reseñable, tanto por su implicación económica en las cuentas de la empresa, como por entrañar serio riesgo en materia de seguridad hacia las personas, están sujetas a un plan de mantenimiento preventivo en el que se recogen los puntos de inspección y control recomendados por el fabricante. Para ello, el personal de mantenimiento rellena los *Partes de mantenimiento preventivo* específicos del tipo de maquinaria.

En los casos de equipos autopropulsados se utiliza el tiempo de funcionamiento (número de horas registradas en el horómetro) como elemento de medición de los períodos de revisión; el resto de equipos sigue el calendario temporal para determinar el momento de realizar la intervención sobre el equipo.

### 3.1.2 *Gestión del almacén de repuestos*

El almacén de mantenimiento es un claro nicho de mejora debido a que los materiales que lo forman no se encuentran clasificados ni valorados económicamente. Se realiza un inventario anual para corregir desviaciones. Actualmente está en fase de revisión.

Los consumos de material se reflejan en el registro *Salida de material*.

### 3.1.3 *Gestión de compras*

El proceso de compra de material lo inician los encargados de mantenimiento que, tras detectar la necesidad de su adquisición, rellenan el parte interno *Propuesta de pedido*. Tras la

supervisión por parte del Director de Mantenimiento y con las correcciones oportunas si así fuese necesario, un administrativo completa la *Solicitud de pedido* según protocolo de compras de Servicesa.

#### *3.1.4 Control de costes*

En esta materia el control que se realiza es fundamentalmente sobre las grúas y el conjunto de palas cargadoras. Para el resto de equipos e instalaciones no se contemplan sus gastos de manera individualizada.

Los costes de estos equipos se reparten en fijos (leasing/renting, amortización y seguros) y variables (combustible, reparaciones externas, repuestos y limpieza).

#### *3.1.5 Indicadores de gestión*

Como indicadores de gestión en materia económica intervienen el total de coste fijo (€/año) y el total de coste variable (€/tm) que se obtienen mensualmente y de manera acumulada para el total del año.

### *3.2 Procedimientos de mantenimiento*

En la actualidad no existe ningún procedimiento de mantenimiento documentado por escrito. A continuación se exponen los procedimientos y las rutinas de trabajo que se siguen diariamente por el personal extendidos por vía oral.

#### *3.2.1 Clasificación de los equipos*

En Servicesa, a pesar de tener un listado actualizado de la maquinaria en uso, como se ha comentado con anterioridad, no existe un procedimiento escrito en el que se refleje el modo de clasificar e identificar los equipos, que sea capaz de, por una parte, explicar la nomenclatura utilizada y, por otra parte, de proporcionar la información necesaria para clasificar la nueva maquinaria que se adquiera de manera coherente con la ya existente.

Las instalaciones quedan excluidas de codificación, por lo que resultaría imposible mantener un registro histórico de elementos tan importantes como pueden ser los cuadros eléctricos o la red de distribución de aire comprimido. Constituyen elementos sujetos a mantenimiento fuera de toda gestión de los que se desconoce el grado de implicación en los costes de mantenimiento.

En el "*Listado de maquinaria*" aparecen las características identificativas y los aspectos más destacados en materia de seguridad (año de fabricación, número de chasis, adecuación al R.D. 1215/97...).

LISTADO DE MAQUINARIA Fecha : JUNIO 2010												
TMS	#V	TIPO	MARCA	MODELO	N° CHASIS	USO	PROPIEDAD	POTENCIA (KW)	CE	RD	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	AÑO DE ADQUISICIÓN
GM 02	V-0-004	BRUJA SOBRE NEUMATICOS	GOTWALD	HMK330EG	530.50000	TIERRA / BARCO	TMS	80 Tn	S	S	2001	2002
GM 03	V-0-007	BRUJA SOBRE NEUMATICOS	LIEBHERR	LHM 500 GII	14.0409	TIERRA / BARCO	TMS	140 Tn	S	S	2004	2004
GM 04	V-0-008	BRUJA SOBRE NEUMATICOS	LIEBHERR	LHM 500 GII	14.0596	TIERRA / BARCO	TMS	140 Tn	S	S	2007	2007
PL01	V-0-027	PALA CARGADORA	CATERPILLAR	960 G II	A7G00483	TIERRA	TMS	10.5 Tn	S	S	2002	2002
PL02	V-0-050	PALA CARGADORA	CATERPILLAR	966 G II	AXJ01230	BARCO/TIERRA	TMS	8.5 Tn	S	S	2003	2007
PL03	V-0-051	PALA CARGADORA	CATERPILLAR	966 G II	AXJ01254	BARCO/TIERRA	TMS	8.5 Tn	S	S	2003	2007
PL04	V-0-055	PALA CARGADORA	CATERPILLAR	966H	ABG02933	BARCO/TIERRA	TMS	8.5 Tn	S	S	2007	2008
PL05	V-0-056	PALA CARGADORA	CATERPILLAR	972H	A7G00947	TIERRA	TMS	9.5 Tn	S	S	2006	2008
PL06	V-0-057	PALA CARGADORA	CATERPILLAR	972H	A7G00949	TIERRA	TMS	9.5 Tn	S	S	2006	2008
PL07	V-0-058	PALA CARGADORA	CATERPILLAR	972H	A7G01021	TIERRA	TMS	9.5 Tn	S	S	2006	2008
EC 1172	N-W-011	BASCULA	METTLER	EPT 1-2206	54.02283 - 58F	PESO DE CAMIONES	TMS		S	S	2005	2005
MONTERO		GENERADOR					ALQUILER		S			
CO01		COMPRESOR	HIMINSA		100.08726		TMS		S			
CO02		COMPRESOR	BLACK & DECKER	CP10012	D00706177		TMS		S			2009
BS-2122	V-0-020	BASCULA	HBM	WE 2108	8.318	PESO DE CAMIONES	TMS		S	S	2006	2006
BR01	V-0-005	BARREDORA	PAT	PR 100	72.0253	BARREDURAS	TMS		S	S	1991	1998
CB01	V-2-042	CUBA CAMION	COBO	APFA 35	ML 1651B	REGO	TMS		S	S		2004
CE01	V-8-025	CARRETLA ELVADORA	CATERPILLAR	DF40	100E5SE 12.5	MANTENIMIENTO	TMS	4 tn	S	S	1998	2005
CT01		CABEZA TRACTORA			VS11231TRDQAK1181	TRACTORA	TMS		S	S		2005
FC 01	V-0-007	PALA CADENAS	PEL JOP	EB 506	19.181	MINI EXCA	TMS		S	S	1989	2002
PE01	V-2-041	PLATAFORMA ELEVADORA	GROVE	AMZ 51 XT	25.4994	MANTENIMIENTO	TMS	15m	S	S	2000	2005
GP01	V-0-047	GRAPIN	VERSTERGEN		6.540	CLINKER	TMS	23.5 m3	S	S	1997	1998
GP03	V-0-038	GRAPIN	VERSTERGEN		9.536	MIXTO	TMS	30.5 m3	S	S	2002	2002
GP04	V-0-043	GRAPIN	SILVA		27359 190804	CLINKER	TMS	23.5 m3	S	S	2004	2004
GP05	V-0-044	GRAPIN	SILVA		27442 031104	CLINKER	TMS	23.5 m3	S	S	2004	2004
GP06	V-0-045	GRAPIN	SILVA		27744 140305	CARBON	TMS	42.5 m3	S	S	2005	2005
GP07	V-0-048	GRAPIN	SILVA		29166 050207	CARBON	TMS	42.5 m3	S	S	2007	2007
GP08	V-0-049	GRAPIN	SILVA		29167 090407	CLINKER	TMS	23.5 m3	S	S	2007	2007
GP09		GRAPIN	SILVA		29571 220607	CARBON	TMS	42.5 m3	S	S	2007	2007
PG01		PUENTE GRUA	JASO	BX509-064111 CB	46.935	MANTENIMIENTO	TMS	5 tn	S	S	2008	2008
GP01		INCLUIDO EN GOTWALD 01										
GP03		INCLUIDO EN GOTWALD 02										
GP07		INCLUIDO EN LIEBHERR 04										

HAY DOS GRAPINES EN LA TERMINAL GP15 Y GRAPIN MECOSA QUE NO SE USAN NI SE USARÁN

Figura 3.1. Listado de maquinaria

### 3.2.2 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo comienza, en la mayoría de las ocasiones, con una comunicación verbal por parte de la persona que ha detectado la avería/anomalía al encargado de mantenimiento que se encuentra en ese momento de guardia. En situaciones de averías de escasa trascendencia (en términos de seguridad, económicos, de producción...) suelen rellenar el “Parte de incidencias”.

El encargado analiza la avería y organiza su reparación. Si a su criterio se precisa apoyo externo o materiales de repuesto que no se encuentran en el almacén de mantenimiento, se lo comunica al Director de Mantenimiento y es éste el que lo aprueba o deniega según sea menester.

Los operarios propios involucrados en el proceso de reparación rellenan el “Parte de maquinaria” justificando las horas empleadas y los materiales de recambio utilizados. Después se archivan los partes. No se determinan los costes generados por cada parte.



**MANTENIMIENTO**

TERMINALES MARITIMAS SERVICESA

Operario:	Nº maquina:	Fecha:	Hora:
-----------	-------------	--------	-------

*Descripcion incidencia:*

01. \_\_\_\_\_
02. \_\_\_\_\_
03. \_\_\_\_\_
04. \_\_\_\_\_
05. \_\_\_\_\_
06. \_\_\_\_\_
07. \_\_\_\_\_
08. \_\_\_\_\_
09. \_\_\_\_\_
10. \_\_\_\_\_
11. \_\_\_\_\_

*Comentarios:*

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Firmado:* \_\_\_\_\_

Figura 3.2. Parte de incidencias



Una vez completados los partes, el administrativo de mantenimiento los incorpora a un fichero Excel.

Las actividades se agrupan por tipos de máquinas y por el intervalo de inspección.

CLASE DE EQUIPOS	A	B	C	D
Palas; Carretilla contrapesada	Diario <sup>(1)</sup>	500 h	1.000 h	2.000 h
Barredora; Plataforma elevadora; Miniexcavadora; Camión motobomba	Diario <sup>(1)</sup>	250 h	1.000 h	2.000 h
Grúas móviles	Diario <sup>(1)</sup>	Semanal	500 h	
Vehículos;	Semanal	Anual		
Puente grúa	Semestral	Anual		
Grapines; Torres de alumbrado; Compresores; Depósito gasoil; Máquinas de soldar	Semestral			

Tabla 3.1 Resumen de maquinaria sujeta a mantenimiento preventivo

(1) Por diario se entiende por cada día de uso.



MAQUINA															
	GM 02	GM 03	GM 04	PL 01	PL 02	PL 03	PL 04	PL 05	PL 06	PL 07	CE 01	BR 01	PC 01	PE 01	CE
	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS
Prox rev	27.000 h	14.500 h	6.000 h	3.500 h	7.000 h	8.500 h	1.000 h	1.500 h	1.500 h	1.500 h	7.500 h	500 h	250 h	1.500 h	
Actuales	27.030 h	14.572 h	5.998 h		7.020 h	8490 h	1.000 h	1.540 h	1.582 h	1.436 h					
Nº Parte	GM 201/3/9	GM301/2/9	GM404/2/9		PL 201/9/9	PL 301/6/10	PL 402/2/9	PL 504/2/9	PL 604/2/9	PL 702/2/9					
Prox rev	27.500 h	15.00 h	6.500 h		7.500 h	9.000 h	1.500 h	2.000 h	2.000 h	2.000 h	8.000 h	1.000 h	500 h	1.750 h	
Actuales	27.462 h	14.978 h	6.531 h				1.505 h	2.020 h	1.965 h	2.000 h					
Nº Parte	GM 202/8/9	GM 304/8/9	GM 403/8/9				PL401/11/9	PL 501/7/9	PL 605/9/9	PL 701/7/9					
Prox rev	28.000 h	15.500 h	7.000 h		8.000 h	9.500 h	2.000 h	2.500 h	2.500 h	2.500 h					
Actuales	28.085 h	15.515 h	7.060 h					2.470 h	2.485 h	2.549 h					
Nº Parte	GM202/7/10	GM301/8/10	GM402/5/10					PL502/11/9	PL606/4/10	PL701/12/9					
Prox rev	28.500 h	16.000 h	7.500 h		8.500 h	10.000 h	2.500 h	3.000 h	3.000 h	3.000 h					
Actuales								3.000 h		3028 h					
Nº Parte								PL501/4/10		PL 702/4/10					
Prox rev	29.000 h	16.500 h	8.000 h		9.000 h	10.500 h	3.000 h	3.500 h	3.500 h	3.500 h					
Actuales															
Nº Parte															
Prox rev	29.500 h	17.000 h	8.500 h		9.500 h	11.000 h	3.500 h	4.000 h	4.000 h	4.000 h					
Actuales															
Nº Parte															
Prox rev	30.000 h	17.500 h	9.000 h		10.000 h	11.500 h	4.000 h	4.500 h	4.500 h	4.500 h					
Actuales															
Nº Parte															
Prox rev	30.500 h	18.000 h	9.500 h		10.500 h	12.000 h	4.500 h	5.000 h	5.000 h	5.000 h					
Actuales															
Nº Parte															
Prox rev	31.000 h	18.500 h	10.000 h		11.000 h	12.500 h	5.000 h	5.500 h	5.500 h	5.500 h					
Actuales															
Nº Parte															
Prox rev	31.500 h	19.000 h	10.500 h		11.500	13.000 h	5.500 h	6.000 h	6.000 h	6.000 h					
Actuales															
Nº Parte															

250 HORAS

500 HORAS

Figura 3.5. Plan general de mantenimiento

### 3.2.4 Control de almacén

La gestión del almacén de mantenimiento se halla en fase de análisis y mejora en la actualidad.

En estos momentos los artículos que integran el almacén de materiales de repuesto no están codificados ni se tiene una estimación precisa sobre su nivel de existencias. Otro aspecto negativo a destacar es que no se encuentre valorado económicamente.

Los artículos se disponen en diferentes medios de almacenaje entre las dos naves taller. De este modo existen unas estanterías principales ubicadas en el altillo de la nave taller 1 cerradas bajo llave donde se guardan recambios electrónicos y de tamaño medio. Dichas estanterías no están numeradas ni codificadas. El material eléctrico, los productos químicos y la tornillería se almacenan en unos armarios numerados en la planta baja; los recambios de las palas cargadoras (filtros, correas...) se encuentran en un espacio confinado en la nave 1; también se ubican los aceites y las grasas de esta maquinaria en la misma nave pero en otra área.

En la nave taller 2 se ubican los aceites y las grasas del resto de maquinaria, además de los cables de las grúas y los perfiles metálicos.

En la figura 3.6 se refleja el plano de ubicación de los distintos medios de almacenamiento.

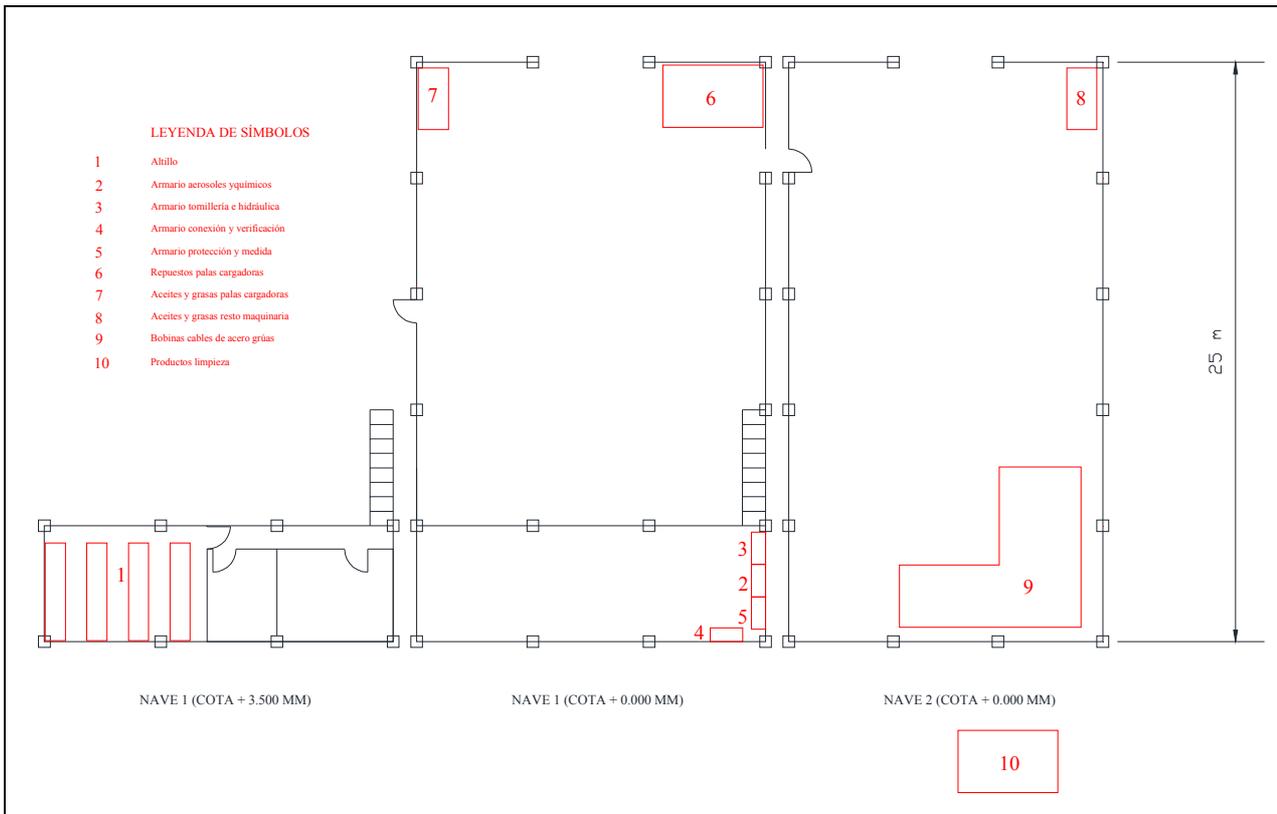


Figura 3.6. Plano de ubicaciones del almacén de mantenimiento



Fotografía 3.1. Altillo nave taller 1



Fotografía 3.2. Altillo nave taller 1



Fotografía 3.3. Armarios mantenimiento taller 1



Fotografía 3.4. Aceites y grasas de las palas cargadoras



Fotografía 3.5. Recambios de las palas cargadoras



Fotografía 3.6. Aceites y grasas de las grúas



Fotografía 3.7. Bobinas de cable

Los materiales consumidos se deben apuntar en el vale de “Salida de material” situado en la nave taller 1 para su control.



## CONSUMO GAS-OIL GRUAS

	FECHA 31.07.10		1er Repostaje	2do Repostaje	3er Repostaje	TOTAL	FECHA 31.08.10		CONSUMO	HORAS	CONSUMO
	Existencias	nº Horas	Fecha:13-08-10	Fecha:	Fecha:	MES	Existencias	nº Horas	MES	TRABAJO	HORA
GM 02	6.375	28.108				6.375	2.775	28.175	3.600	67	53,73
GM 03	5.525	15.515	5.001			10.526	6.500	15.579	4.026	64	62,90625
GM 04	5.200	7.322	5.011			10.211	5.850	7.383	4.361	61	71,4918033

Figura 3.8. Consumo mensual gasoil grúas

Fecha 31-07-10	PL01	PL02	PL03	PL04	PL05	PL06	PL07	CE 01	CT 01	CB 01	BR 01	PC 01	PE 01	Generador	Depot 20	Depot 5	TOTAL	
Existencias	235	380	380	380	380	380	380	100	200		250	50	80	100	5220	4850	13.365	
Horas	3417	7156	8504	1988	3316	2892	3286	7456			342	92	457		REPOSTAJES			
Día repostaje																	Día repostaje	
1					230													1
2				116	226													2
3				98	105	56												3
4																		4
5				121	195													5
6				185		69												6
7																		7
8																		8
9					130		53											9
10				142		77												10
11			57		167						122							11
12				167														12
13					174													13
14																		14
15																		15
16		320	124															16
17																		17
18				195														18
19				140							50							19
20				123														20
21																		21
22																		22
23				135		177												23
24						155												24
25				85														25
26							23											26
27																		27
28																		28
29																		29
30		70	200	110		105		34	30		62		20	30				30
31																		31
Consumo mes	0	390	381	1.617	1.227	639	76	34	30	0	234	0	20	30	0	0	4.678	Consumo mes
Horas trabajadas	0	21	16	114	83	44	3	10	0	0	38	0	14	0				Horas trabajadas
Consumo hora	#DIV/0!	18,57	23,81	14,18	14,78	14,52	25,33	3,40	#DIV/0!	#DIV/0!	6,16	#DIV/0!	1,43	#DIV/0!				Consumo hora
Fecha 31-08-10	PL01	PL02	PL03	PL04	PL05	PL06	PL07	CE 01	CT 01	CB 01	BR 01	PC 01	PE 01	Generador	Depot 20	Depot 5		Fecha 31-08-10
Existencias	235	238	380	380	380	380	380	100	200		250	50	80	100	500	4750	8.403	Existencias reales
Horas	3417	7177	8520	2102	3399	2936	3289	7468			380	92	471					Horas
																3295	3153	Exist. ant. y act. maq.
																	8.403	Existencias teoricas

Figura 3.9. Consumo mensual gasoil maquinaria móvil

## 3.2.6 Gestión de compras

Cuando los encargados de mantenimiento detectan la necesidad de adquirir un determinado material rellenan el parte "Propuesta de pedido" con la información necesaria para realizar el pedido (denominación del artículo, cantidad, precio unitario...). Después lo circulan al Director de Mantenimiento para que lo apruebe o rectifique en su caso.



### 3.3 Recursos de mantenimiento

#### 3.3.1 Recursos humanos existentes

El personal de mantenimiento de la empresa compatibiliza las tareas propias de su actividad con los trabajos pertenecientes al área de operaciones. El departamento está dotado de ocho operarios, de los cuales tres pertenecen a la categoría profesional de electricistas, cuatro son mecánicos soldadores y uno es mecánico de automoción. Dichos operarios están dirigidos y supervisados por dos encargados que, a su vez, reportan al Director de Mantenimiento. Es éste último el que reporta al Gerente de la Terminal.

Adicionalmente existe la figura de un administrativo que también compatibiliza su jornada laboral entre tareas de mantenimiento y tareas de operaciones. Este administrativo se encarga de tramitar los pedidos, computar los partes de trabajo diario de los operarios y, en general, de desempeñar cualquier tarea administrativa relativa al staff de mantenimiento.

La distribución jerárquica así explicada se puede apreciar en el siguiente organigrama de corte piramidal:



Figura 3.11. Organigrama piramidal

### 3.3.2 *Jornada laboral*

El convenio laboral que aplica al personal de mantenimiento en Servicesa es el Convenio del Sector de Empresas Navieras, Consignatarias de Buques y Empresas Estibadoras de la Provincia de Valencia. La jornada máxima anual es de 1.630 horas efectivas al año.

Los turnos de trabajo se distribuyen de la siguiente forma:

- Mañana: 7:00 – 15:00 h
- Tarde: 15:00 – 23:00 h
- Noche: 23:00 -7:00 h
- Jornada partida: 8:00 – 13:30 h / 16:00 – 18:00 h

Se confeccionan los turnos en función de la operativa prevista y con vista a ajustar el calendario anual.

### 3.3.3 *Presupuesto anual*

El presupuesto anual de mantenimiento lo determina cada año el departamento de contabilidad de la empresa, basando su predicción en el resultado final del ejercicio anterior ajustándolo según el tonelaje descargado real de ese periodo y la previsión del tráfico para el año venidero, discriminando del coste real del ejercicio las reparaciones sistemáticas y habituales de las extraordinarias.

Así pues, podemos resumir que en el año **2.009** el tráfico de mercancía manipulada fue de **1.173.000 tm**, siendo el coste de mantenimiento de **285.000 €**.

Para el ejercicio **2.010** el tráfico previsto es de **1.290.000 tm** y se ha presupuestado **299.000 €** para la partida de mantenimiento, incluyendo el coste de los seguros, las amortizaciones, los rentings/leasings ...

## 3.4 *Planes de mantenimiento preventivo*

El mantenimiento preventivo aplicado se centra en la maquinaria móvil, siendo los más representativos los desarrolladas en las grúas y en las palas cargadoras.

### 3.4.1 *Grúas móviles*

Como ya se ha explicado con anterioridad, Servicesa cuenta con tres grúas móviles, siendo las dos de más reciente adquisición del mismo fabricante e idéntico modelo, mientras que la de mayor edad es de otro fabricante diferente. Esta salvedad condiciona el plan de mantenimiento preventivo a seguir puesto que, según sus libros de mantenimiento, poseen tanto diferentes periodos de intervención como operaciones distintas a ejecutar.



**Cada 500 horas:**

Operario:		Ficha 500h (01)	GM
Fecha:	Maquina:	Nº horas:	V Comentarios
Revisión diaria			
Revisión semanal			
Inspección visual general			
Cambio aceite motor			
Cambio filtro aceite			
Cambio filtro aire			
Cambio filtros gasoil			
Comprobar correas motor			
Toma de muestra aceite hidráulico			
Toma de muestra aceite motor			
Cambiar filtros hidráulico			
Cambiar aceite engranajes			
Comprobar apriete ejes traslación			
Engrase de cojinetes mecanismo traslación			
Revisar todos los rtd's			
Engrasar corona de giro			
Pretensado de cables a 100NM-200NM			
Comprobar asientos			
Comprobar pupitres eléctricos			
Revisar y reapretar cuadros eléctricos			
Comprobar aire acondicionado y calefacción			
Revisar generador eléctrico			
Comprobar escobillas y anotar medida			
Comprobar anillos rozantes			
Comprobar caldeos motores			
Comprobar y limpiar cámara			
Comprobar iluminación accesos			
Comprobar y limpiar anemómetro			
Comprobar funcionamiento sobrecarga			
Revisar sensor de carga			
Comprobar todas las paradas de emergencia			
Comprobar caldeos cuadros eléctricos			
Engrase general			
Control bombas hidráulicas			

Operario:		Ficha 500h (02)	GM
Fecha:	Maquina:	Nº horas:	V Comentarios
Engrase articulaciones cilindros			
Comprobar motores tren de marcha			
Vaciar deposito colector sistema ventilación cigüeñal			
Comprobar indicadores filtros			
Comprobar escape gases motor			
Purgar agua condensación gasoil			
Vaciar separador agua			
Comprobar y nivel aceite diferenciales ejes			
Revisar, engrasar y limpiar cardan's			
Comprobar nivel cubos ruedas			
Comprobar vanillas y cilindros dirección			
Control suspensión ejes			
Control frenos ruedas			
Control neumáticos y llantas			
Control soportes de apoyo			
Control placas de apoyo			
Control motores de giro			
Control frenos de giro			
Control corona de giro			
Control unión de giro por rodillos			
Control reductoras elevación			
Control frenos elevación			
Control tambores elevación			
Control acoplamiento elevación			
Control unión torre-pluma			
Control articulación torre-pluma			
Control poleas torre			
Control poleas pluma			
Control bombas y deposito engrase			
Control tuberías y puntos finales engrase			
Control estructura			
Control pintura buscando grietas			
Control estructural salas y cubiertas			
Control escaleras y descansillos			

Figura 3.13. Grúas móviles: Mantenimiento preventivo de 500 horas

### 3.4.2 Maquinaria móvil

El mantenimiento preventivo de las palas cargadoras en contrato de renting lo realiza el servicio técnico de la casa Caterpillar (Finanzauto) según sus propias consideraciones. Al final del trabajo y como anexo se incluye como ejemplo ilustrativo un informe de las revisiones que realizan.

El mantenimiento preventivo que se ejerce en el resto de la maquinaria móvil sigue un patrón común definido para todas, teniendo en cuenta que se trata de equipos auxiliares y no de equipos de operación.



# **CAPÍTULO 4:**

# **AUDITORÍA DE GESTIÓN DE**

# **MANTENIMIENTO**

# Capítulo 4: Auditoría de gestión de mantenimiento

## 4.1 *Objeto*

La solución habitual cuando se quiere conocer si la gestión que se realiza en un determinado departamento de la empresa es la mejor posible suele ser realizar una auditoría de gestión, en este caso lógicamente del área de mantenimiento, comparando la situación actual con un departamento ideal, para determinar cuáles son los aspectos de la realidad que difieren de ese modelo.

El objetivo que se persigue al realizar una auditoría no es juzgar a los responsables de mantenimiento ni cuestionar su forma de trabajo, sino saber en qué situación se encuentra el departamento en un momento determinado, identificar puntos de mejora y determinar qué acciones son necesarias para mejorar los resultados.

## 4.2 *Cuestionario*

El método utilizado para auditar el departamento de mantenimiento se basa en la cumplimentación, por parte del Director de Mantenimiento, de un cuestionario que incide sobre los diversos aspectos que a la gestión de mantenimiento le atañen. Dicho cuestionario ha sido extraído del libro “*Auditoría del Mantenimiento e Indicadores de Gestión*” de Fco. J. González Fernández listado en la Bibliografía del presente trabajo.

El cuestionario se presenta a modo de test y está formado por doce bloques temáticos de diversa índole que contienen entre ocho y catorce cuestiones a responder cada uno de ellos. Se analizan aspectos tales como la organización, los métodos de trabajo, la logística de los repuestos, la documentación técnica y la contratación.

		no	más bien no	ni sí ni no	más bien sí	sí
<b>A. ORGANIZACIÓN GENERAL</b>						
1.	¿Está definido por escrito y aprobado, la organización y responsabilidades del Departamento de Mantenimiento?	0	-	-	-	30
2.	¿Se comprueban las responsabilidades y las tareas definidas en la organización de forma periódica para su adaptación?	0	-	-	-	10
3.	¿Están las responsabilidades y las tareas de los capataces o encargados, y de los contramaestres claramente definidas?	0	-	-	-	20
4.	¿Está suficientemente dimensionada la estructura de la dirección de mantenimiento y su equipo técnico para abordar nuevos procesos de mejora?	0	10	-	20	30
5.	¿Tiene cada sección y/o actividad un presupuesto de funcionamiento y hay seguimientos periódicos de su adecuación a la realidad?	0	-	-	-	10
6.	¿Existe un área para la planificación y coordinación de trabajos y para realizar estudios de mejora y formación?	0	5	-	15	20
7.	¿Existen descripciones de las funciones (en el terreno de responsabilidades y en el de iniciativa) para cada uno de los puestos de ejecución?	0	5	10	15	20
8.	¿El personal de Explotación u Operación tienen instrucciones para llevar a cabo operaciones de mantenimiento de primer nivel y las ejecutan?	0	10	-	20	30
9.	¿Todas las operaciones preventivas y correctivas se ejecutan con órdenes de trabajo y se imputan adecuadamente las actividades y repuestos?	0	-	-	-	20
10.	¿Tienen objetivos claros e indicadores de funcionamiento que sirvan de pauta como resultados del servicio prestado?	0	5	-	20	30
11.	¿Los Departamentos de compras, Ingeniería o explotación tienen en cuenta de forma activa a Mantenimiento en nuevos estudios o instalaciones?	0	10	-	20	30
12.	¿Hay reuniones periódicas y se realizan seguimientos de niveles de calidad de servicio percibidos por nuestros clientes?	0	10	-	20	30
<b>A - 280 puntos posibles</b>						<b>Subtotal:</b>
<b>B. MÉTODOS Y SISTEMAS DE TRABAJO</b>						
1.	¿Disponen de sistema de planificación y preparación de trabajo para intervenciones importantes?	0	10	-	20	30
2.	¿Tienen procedimientos para preparar trabajos, establecer presupuestos y justificar nuevas adquisiciones o proponer nuevas actividades?	0	-	10	-	20
3.	¿Disponen Uds. de métodos operativos escritos para los trabajos complejos o delicados?	0	-	10	-	20
4.	¿Tienen Uds. un procedimiento por escrito (y aplicado) que defina las autorizaciones de trabajo (consignación, desconsignación) para los trabajos que conlleven riesgos?	0	-	-	-	25
5.	¿Se archivan en los expedientes o historiales de equipos y sistemas, los trabajos de preparación y planificación de grandes intervenciones?	0	5	-	10	15
6.	¿Hay acciones que lleven a normalizar los órganos y las unidades?	0	5	-	20	30
7.	¿Tienen Uds. métodos para estimación de tiempos distintos de la estimación global? (trabajos tipos, bloques de tiempos)	0	-	5	-	10
8.	¿Utilizan Uds. el método PERT (u otra gestión parecida) para la preparación de trabajos largos, importantes, o que necesitan mucha coordinación?	0	5	-	10	20
9.	¿Tienen métodos formalizados para hacer las reparaciones y protocolos de pruebas?	0	10	-	20	30
10.	¿Guardan Uds. las unidades en almacén, hacen preparar kits (piezas, herramientas) antes de sus intervenciones?	0	10	-	20	30
11.	¿Está el conjunto de la documentación debidamente clasificada y fácilmente accesible?	0	5	-	10	20
12.	¿Tienen sistemas de priorización de actividades, con base en su criticidad, repercusiones secundarias, etc.?	0	-	-	-	20
<b>B - 270 puntos posibles</b>						<b>Subtotal:</b>

	no	más bien no	ni sí ni no	más bien sí	si
<b>C. CONTROL TÉCNICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS</b>					
1. ¿Disponen Uds. de una lista recapitulativa (Inventario) de ubicación de los equipamientos de su unidad?	0	10	-	20	30
2. ¿Tiene cada equipamiento un número de identificación único diferente del número cronológico de inmovilización?	0	5	-	10	20
3. ¿En su emplazamiento, tiene todo el equipamiento un número de identificación claramente señalado?	0	5	-	10	15
4. ¿Se registran sistemáticamente las modificaciones, instalaciones nuevas o la supresión de equipamientos?	0	5	-	10	15
5. ¿Hay un archivo informático o en papel de cada equipo o instalación, y de sus subgrupos funcionales; con reseñas históricas de todos los trabajos llevados a cabo en cada uno de ellos y su coste?	0	10	-	20	30
6. ¿Tienen efectuados análisis de criticidad de equipos y estudios de averías y modos de fallo (AMFE, RCM, etc.)?	0	10	-	20	30
7. ¿Disponen Uds. de información sobre las horas pasadas, las piezas consumidas y los costes, equipamiento por equipamiento?	0	10	-	25	40
8. ¿Hay uno (o varios) responsable/s del cuidado de las reseñas históricas de los trabajos?	0	5	-	15	20
9. ¿Está asegurado el seguimiento y control formal de las operaciones reglamentarias y de seguridad llevadas a cabo?	0	-	15	-	30
10. ¿Se audita periódicamente la situación de inventario y su documentación?	0	5	-	15	20
11. ¿Tiene constancia formal de la adecuación de su parque de maquinaria y equipos a la Directiva de máquinas?	0	-	-	-	20
12. ¿Tiene posibilidad de analizar, sistema a sistema, el coste real de sus ciclos de vida -LCC?	0	10	-	20	30
<b>C - 300 puntos posibles</b>					<b>Subtotal:</b>
<b>D. GESTIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO</b>					
1. ¿Tienen Uds. un programa establecido de mantenimiento preventivo? (Acciones preventivas, periodicidad, carga de trabajo)	0	10	-	25	40
2. ¿Disponen Uds. de fichas (o check-lists) escritas de mantenimiento preventivo?	0	5	-	10	20
3. ¿Existe algún responsable del conjunto de las acciones de mantenimiento preventivo (en términos de control y de actualización)?	0	-	-	-	10
4. ¿Tienen los usuarios (u operadores) de los equipamientos responsabilidades en materia de reglaje o ajuste y mantenimiento de rutina?	0	5	-	15	20
5. ¿Tienen Uds. un sistema de registro de las demandas o solicitudes de trabajo?	0	10	-	25	30
6. ¿Hay alguna persona más específicamente responsable de la planificación de los trabajos?	0	5	-	10	20
7. ¿Tienen Uds. reglas definidas que permitan asignar los trabajos según las prioridades?	0	10	-	15	30
8. ¿Conocen Uds. permanentemente la carga de trabajo en cartera y tienen un balance de capacidad?	0	5	-	15	20
9. ¿Existe algún documento (bono o solicitud de trabajo) que permita informar y seguir toda intervención que se utilice sistemáticamente para todo trabajo?	0	5	-	15	30
10. ¿Se reúnen periódicamente los contramaestres para debatir las prioridades, problemas de planning, personal, etc.?	0	10	-	20	30
11. ¿Disponen Uds. de un planning semanal (o periódico) de distribución de los trabajos?	0	-	15	-	30
12. Cuando un trabajo no puede ser abordado con la celeridad que les exige Producción o Explotación, ¿tienen un procedimiento para informar de ello y proponer medidas correctivas y preventivas?	0	-	-	-	20
<b>D - 300 puntos posibles</b>					<b>Subtotal:</b>

	no	más bien no	ni sí ni no	más bien sí	sí
<b>E. COMPRA Y LOGÍSTICA DE REPUESTOS Y EQUIPOS</b>					
1. ¿Tienen un almacén específico o diferenciado para Mantenimiento y un sistema de lanzamiento y seguimiento de pedidos a su medida?	0	-	-	-	20
2. ¿Disponen de un sistema de "libre servicio" para artículos y piezas de consumo habitual?	0	-	5	-	10
3. ¿El stock de repuestos está al día, accesible a su personal de forma informatizada y disponible el valor, número de artículos, plazo, etc.?	0	10	-	20	30
4. ¿Están todas las piezas de repuestos identificadas y codificadas?	0	-	-	-	10
5. ¿Están definidos los sistemas de aprovisionamiento y de lanzamiento de compras por de mandas, puntos de pedido, etc.?	0	-	5	-	10
6. ¿Hay un procedimiento formalizado de solicitud de ofertas, con pliegos adaptados a sus necesidades y adjudicación de pedidos?	0	-	-	-	20
7. ¿Los procedimientos de aprovisionamientos son rápidos y flexibles?	0	-	-	-	20
8. ¿Tienen proveedores concertados que almacenen en sus dependencias los materiales y repuestos de su suministro?	0	5	-	15	20
9. ¿Tienen facilidad y homologados suministradores distintos al propio fabricante del equipamiento o instalación?	0	5	10	15	30
10. ¿Tienen un sistema rápido y eficaz de reparación de equipos y sistemas de inventario?	0	8	-	20	30
11. ¿Hay gran cohesión entre el servicio de compras y de mantenimiento para las decisiones de compra y negociación con los suministradores?	0	10	-	20	30
12. ¿Los procedimientos administrativos y operativos para solicitar un repuesto o un traslado son ágiles y "amigables"?	0	5	-	15	20
<b>E - 240 puntos posibles</b>					<b>Subtotal:</b>
					200
<b>F. SISTEMAS INFORMÁTICOS</b>					
1. ¿Ha participado activamente el Departamento de Mantenimiento en la especificación técnica y definición de requisitos de su sistema informático?	0	10	-	15	20
2. ¿El sistema es "amigable" a la hora de lanzar órdenes, planificar actividad, controlar recursos, emitir informes, etc.?	0	5	10	15	20
3. ¿Se ha ajustado la aplicación informática implementada a los procedimientos organizativos eficaces ya implantados?	0	-	-	-	30
4. ¿Los operarios, a pie de obra, interactúan con el sistema recogiendo órdenes, cerrando las finalizadas, imputando recursos, etc.?	0	10	15	20	30
5. ¿Su sistema informático "dialoga" adecuadamente con otras aplicaciones corporativas como costes, nóminas, etc.?	0	10	-	20	30
6. ¿Desde la implantación de su aplicación informática ha reducido significativamente la carga administrativa de su Departamento?	0	-	-	-	30
7. ¿La información que ahora obtiene de su aplicación le ayuda realmente a una más fácil y rigurosa toma de decisiones?	0	5	-	10	20
8. ¿Ha ahorrado personal u optimizado recursos, mejorando su eficiencia de forma contrastada, desde la puesta en marcha de la aplicación informática?	0	5	-	10	20
9. ¿El "hardware" de que dispone en su Departamento está suficientemente dimensionado en cuanto a capacidad de proceso, memoria, periféricos, etc.?	0	10	-	20	30
10. ¿La red de comunicaciones de su Empresa y otros servicios asociados de voz y datos funciona con la fiabilidad, disponibilidad y prestaciones adecuadas?	0	5	-	10	20
<b>F - 250 puntos posibles</b>					<b>Subtotal:</b>
					250

	no	más bien no	ni sí ni no	más bien sí	sí
<b>G. ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO</b>					
1. ¿El espacio que tiene asignado su Departamento para actividades de banco, oficina de planificación e ingeniería, almacén, etc., es suficiente?	0	10	-	15	30
2. ¿Dispone a pie de obra de las instrucciones operativas y protocolos para ser consultados por sus Mandos y operarios directamente?	0	10	-	30	40
3. ¿Las oficinas de los Mandos intermedios y supervisores se encuentran a pie de obra?	0	-	10	-	10
4. ¿Se encuentra bien ubicado el almacén de herramientas y repuestos?	0	-	5	-	10
5. ¿Disponen de suficiente utillaje y medios de mantenimiento y transporte adecuados a sus trabajos preventivos y correctivos?	0	5	-	15	20
6. ¿Las órdenes de trabajo se abren y cierran a pie de obra, con terminales ubicados en la planta o con terminales portátiles?	0	-	5	-	10
7. ¿Las zonas destinadas a materiales útiles, averiados y de envío o recepción exterior están correctamente identificadas y delimitadas?	0	-	10	-	20
8. ¿Hay un responsable de logística, de la custodia de herramientas y útiles y de la verificación y calibración periódica de ellas?	0	-	10	-	20
<b>G - 160 puntos posibles</b>					<b>Subtotal:</b>
<b>H. HERRAMIENTAS Y MEDIOS DE PRUEBA</b>					
1. ¿Dispone de un inventario documentado y actualizado de herramientas y equipos de pruebas?	0	5	-	10	20
2. ¿Dispone su Departamento, en propiedad o con accesibilidad inmediata, de las herramientas especiales y equipamientos que precisas?	0	5	-	10	15
3. ¿Está correctamente definido el procedimiento de verificación y calibración de herramientas especiales y útiles?	0	10	-	20	30
4. ¿Dispone de proceso de puesta a disposición o bono de responsabilización de herramientas para el caso de que éstas se utilicen por contratistas?	0	5	-	15	25
5. ¿Cada operario dispone de una caja de herramientas personal?	0	5	-	15	25
6. ¿Existen verificaciones periódicas de puesta en conformidad de máquinas y herramientas, nuevas, usadas o modificadas por Uds.?	0	-	5	-	15
7. ¿Cuando necesitan un medio extraordinario de mantenimiento o transporte, lo disponen con las características y celeridad precisa?	0	-	5	-	10
8. ¿La logística, contratación y gestión de nuevas herramientas y medios, es realizada directamente por Uds.?	0	5	15	20	30
<b>H - 170 puntos posibles</b>					<b>Subtotal:</b>

	no	más bien no	ni sí ni no	más bien sí	sí
<b>I. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA</b>					
1. ¿Disponen Uds. de documentación técnica general suficiente: mecánica de construcción, electricidad, código de entorno y nocividad, regulaciones?	0	5	-	15	20
2. ¿Disponen Uds. de planos de conjunto y los esquemas necesarios?	0	15	-	30	40
3. ¿Están disponibles las instrucciones técnicas de utilización y mantenimiento, así como las listas de las piezas sueltas para equipamientos de mayor envergadura?	0	5	-	15	20
4. ¿Son fácilmente obtenibles y utilizables (en español) los planos de las instalaciones?	0	10	-	20	30
5. ¿Se ponen al día los planos y los esquemas a medida que se aportan las modificaciones?	0	10	-	20	30
6. ¿Se registran los trabajos de modificación de los equipamientos y se archivan los expedientes de preparación correspondientes (preparación, puesta al día de la documentación)?	0	5	-	15	20
7. ¿Son fácilmente obtenibles los contratos de mantenimiento (constructores o contratistas)?	0	5	-	15	20
8. ¿Son suficientes los medios de reprografía?	0	-	5	-	10
<b>I - 190 puntos posibles</b>					<b>Subtotal:</b>
<b>J. PERSONAL Y FORMACIÓN</b>					
1. ¿El ambiente de trabajo es en general positivo?	0	10	-	25	40
2. ¿Dirigen y supervisan correctamente los mandos intermedios los trabajos efectuados por los operarios bajo su responsabilidad?	0	10	-	20	30
3. ¿Se examinan en grupo los problemas a menudo, incluyendo también a los operarios (círculos de calidad, grupos de progreso)?	0	10	-	20	30
4. ¿Se llevan a cabo encuentros periódicos de apreciación entre el personal directivo y el operativo?	0	5	-	15	20
5. ¿Los mandos intermedios y los operarios están lo suficientemente disponibles? (Alargamiento de jornada laboral para acabar un trabajo, trabajar los sábados,...)	0	10	-	20	30
6. ¿Consideran Uds. en general que la formación técnica de su personal es satisfactoria?	0	15	-	35	50
7. En el trabajo diario ¿estiman Uds. que el personal tiene la iniciativa necesaria?	0	10	-	20	30
8. ¿Sus mandos intermedios aseguran de forma regular el perfeccionamiento del personal en materias técnicas?	0	-	15	-	30
9. ¿Reciben sus mandos intermedios formación en nuevas tecnologías gracias a estancias, visitas a constructores, a exposiciones, etc.?	0	-	15	-	30
10. ¿Recibe su personal formación en seguridad y prevención de accidentes de forma regular?	0	5	-	20	30
11. ¿Programa y domina la formación del personal el servicio de mantenimiento?	0	5	-	15	20
12. ¿Se sigue rigurosamente la cualificación y la habilitación del personal?	0	5	-	15	20
13. ¿Tienen Uds. pérdidas importantes de tiempo productivo debido a retrasos, ausencias?	0	20	-	10	-
14. ¿Son buenas las relaciones de su personal con los agentes de Producción o Explotación?	0	-	5	-	10
<b>J - 370 puntos posibles</b>					<b>Subtotal:</b>

	no	más bien no	ni sí ni no	más bien sí	sí
<b>K. CONTRATACIÓN</b>					
1. ¿Tienen Uds. un proceso de evaluación formal de los contratistas?	0	-	-	-	10
2. ¿Se elaboran cuidadosamente los documentos descriptivos de los trabajos y los pliegos de condiciones?	0	15	-	30	40
3. ¿La selección de los contratistas se lleva a cabo según criterios de técnica y de competencia?	0	5	-	15	20
4. Desde el punto de vista de ubicación ¿tienen Uds. acceso a muchas empresas de contratación para las áreas que les interesan?	0	5	-	15	20
5. ¿Contratan Uds. las tareas para las que consideran no disponen de suficientes técnicos?	0	10	-	20	30
6. ¿Incluyen en sus contratos con las empresas contratistas cláusulas de resultados?	0	5	-	15	20
7. ¿Desarrollan Uds. una garantía de calidad y la colaboración con los contratistas?	0	10	-	20	30
8. ¿Crean Uds. y ponen al día un expediente por asunto, según un procedimiento de constitución predefinido?	0	5	-	15	20
9. El control de los trabajos de los contratistas y la recepción de éstos ¿las lleva a cabo una persona de su servicio, especialmente designada y según procedimientos rigurosos?	0	10	-	20	30
10. ¿Disponen Uds. de documentación específica para que empresas externas lleven a cabo el mantenimiento de sus equipamientos?	0	10	-	20	30
<b>K - 280 puntos posibles</b>					<b>Subtotal:</b>
					280
<b>L. CONTROL DE LA ACTIVIDAD</b>					
1. ¿Disponen de un cuadro de mando integral (CMI) y de un balance continuo correctivo-preventivo que le permita decidir qué acciones acometer y asignar o cambiar prioridades?	0	-	-	-	20
2. ¿Se dan informes regulares del control de las horas, los costes de mano de obra y repuestos?	0	15	-	20	30
3. ¿Se siguen las especificaciones técnicas del servicio (beneficio previsto no obtenido, seguridad de la explotación, disponibilidad de los equipamientos y plazos de respuesta)?	0	15	-	30	40
4. ¿Se controla la eficacia, grado de saturación y tiempos muertos del potencial de mantenimiento?	0	15	-	30	40
5. ¿Dominan Uds. su carga de trabajo?	0	10	-	20	30
6. ¿Disponen Uds. de los costes de mantenimiento, equipamiento por equipamiento?	0	10	-	20	30
7. ¿Tienen posibilidad de cruzar costes por tipo de mantenimiento, por equipamiento o sistema y por secciones?	0	5	15	20	30
8. ¿Disponen Uds. de informes de síntesis en un plazo suficientemente corto?	0	10	-	15	20
9. ¿Emiten Uds. de forma regular un informe de la actividad (todos los meses y anualmente)?	0	10	-	15	20
10. ¿Tienen autonomía a la hora de negociar nuevas actividades, mejorar rendimientos, cambiar procesos y periodicidades, etc.?	0	-	-	-	20
<b>L - 280 puntos posibles</b>					<b>Subtotal:</b>
					280

Figura 4.1. Cuestionario fuente “Auditoría del Mto e Indicadores de Gestión”. Fco. J. González

### 4.3 Informe de resultado

El conjunto de los resultados obtenidos es el siguiente:

AUDITORÍA MANTENIMIENTO SERVICESA												sep-10
	A	B	C	D	E	G	H	I	J	K	L	
1	30	20	20	40	20	30	5	15	25	10	0	
2	10	0	10	20	10	40	5	30	30	15	0	
3	0	0	10	10	0	10	0	20	30	20	0	
4	30	25	10	20	0	10	0	20	20	20	0	
5	10	0	20	25	0	5	25	20	30	30	30	
6	15	20	0	20	0	0	15	0	35	0	10	
7	0	0	0	0	20	0	10	20	20	0	0	
8	20	0	20	15	15	0	30	10	30	15	0	
9	0	10	30	15	30	X	X	X	15	20	0	
10	0	20	5	30	30	X	X	X	30	30	20	
11	20	10	20	15	30	X	X	X	15	X	X	
12	20	0	0	0	20	X	X	X	5	X	X	
13	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	
14	X	X	X	X	X	X	X	X	10	X	X	
<b>SUMA</b>	<b>155</b>	<b>105</b>	<b>145</b>	<b>210</b>	<b>175</b>	<b>95</b>	<b>90</b>	<b>135</b>	<b>295</b>	<b>160</b>	<b>60</b>	
<b>MÍNIMO</b>	<b>140</b>	<b>135</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>125</b>	<b>80</b>	<b>85</b>	<b>95</b>	<b>190</b>	<b>125</b>	<b>140</b>	
<b>MÁXIMO</b>	<b>280</b>	<b>270</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>250</b>	<b>160</b>	<b>170</b>	<b>190</b>	<b>380</b>	<b>250</b>	<b>280</b>	
<b>PORCENTAJE</b>	<b>55%</b>	<b>39%</b>	<b>48%</b>	<b>70%</b>	<b>70%</b>	<b>59%</b>	<b>53%</b>	<b>71%</b>	<b>78%</b>	<b>64%</b>	<b>21%</b>	

Figura 4.2. Recopilación de los puntuaciones de la auditoría de mantenimiento

El bloque “F: **Sistemas informáticos**” no aplica debido a la inexistencia de programas específicos para mantenimiento e incluso para el control del almacén.

La representación gráfica de las respuestas al cuestionario de autoevaluación se muestra a continuación:

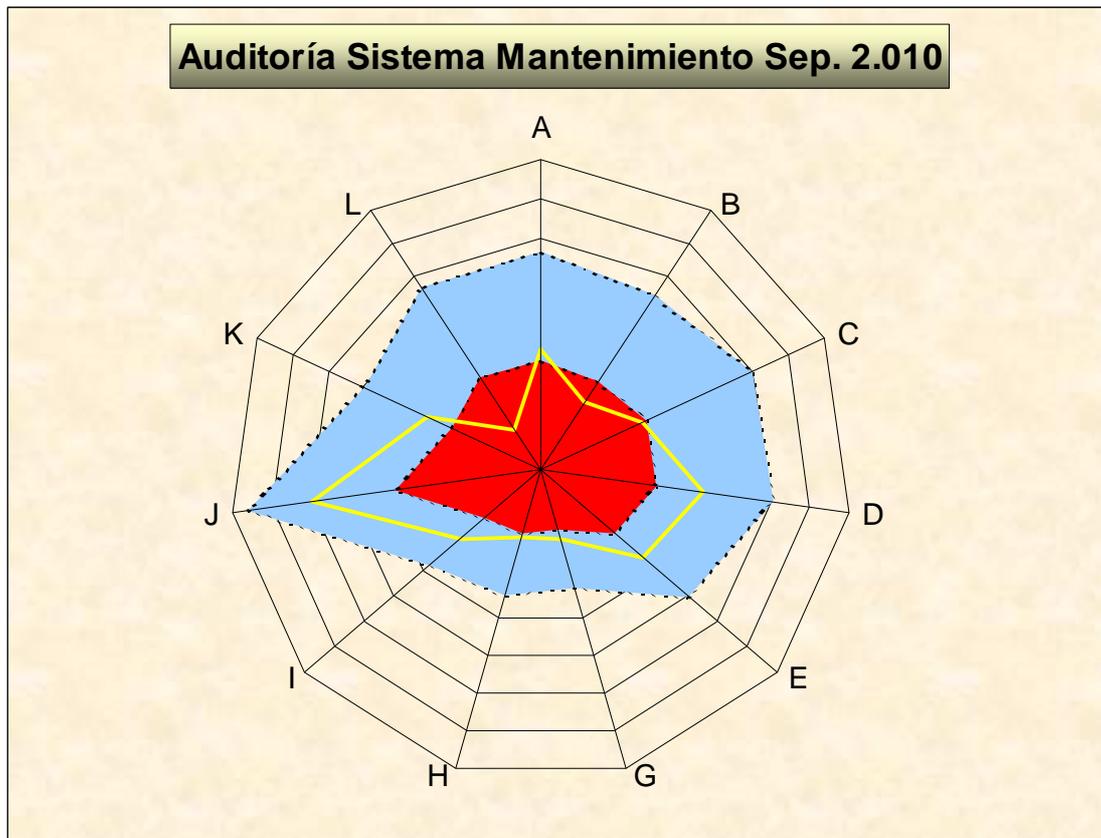


Figura 4.3. Presentación gráfica de la auditoría de mantenimiento

<b>A</b>	Organización general	<b>B</b>	Métodos y sistema de trabajo
<b>C</b>	Control técnico de instalaciones y equipos	<b>D</b>	Gestión de la carga de trabajo
<b>E</b>	Compra y logística de repuestos y equipos	<b>F</b>	Sistemas informáticos
<b>G</b>	Organización del taller de mantenimiento	<b>H</b>	Herramientas y medios de prueba
<b>I</b>	Documentación técnica	<b>J</b>	Personal y formación
<b>K</b>	Contratación	<b>L</b>	Control de la actividad

Tabla 4.1 Código de los descriptores de los bloques temáticos del cuestionario

#### 4.3.1 Fortalezas

Dentro de los apartados que destacan por su adecuada gestión se encuentra el bloque “**J: Personal y formación**”. En él se pone de manifiesto el alto grado de especialización de la plantilla y su continuo proceso de aprendizaje y reciclado debido al sistema de formación permanente que reciben (cursos del fabricante de las grúas, cursos en materia de seguridad, cursos de operadores de grúas autopulsadas...).

Otro bloque destacado por su puntuación positiva es el apartado “**I: Documentación técnica**”. Debido a que la edad media de la maquinaria es relativamente baja y a que se trata en su mayoría de equipos especialmente complejos, toda la documentación relativa a su operación y mantenimiento se encuentra perfectamente disponible, clasificada y actualizada.

#### 4.3.2 Debilidades

Tras el estudio de los resultados se puede apreciar como el bloque “**L: Control de la actividad**” destaca negativamente sobre el resto. Este punto confirma la no existencia de un control directo sobre los resultados de la gestión, análisis de costes, informes periódicos...

También suspende aunque en menor medida el bloque “**B: Métodos y sistemas de trabajo**” que hace referencia a la planificación de los trabajos, la creación de procedimientos para trabajos específicos de seguridad ...

Como aspecto a analizar se encuentra el grupo “**C: Control técnico de instalaciones y equipos**” en el que queda expuesto la falta de rigurosidad a la hora de controlar la maquinaria a lo largo de todo su ciclo de vida.

Otro punto de mejora es el almacén de repuestos que, aunque el apartado “**E: Compra y logística de repuestos y equipos**” obtiene globalmente una buena nota, sí que se aprecia la necesidad de mejorar el sistema de inventario y control de los movimientos de los materiales.

### 4.4 Plan de acción

El plan de acción propuesto consiste en desarrollar en primera instancia los procedimientos mínimos necesarios para empezar a trabajar, entre los que se encuentran la clasificación de las secciones de la Terminal, la clasificación de los equipos, la codificación de los materiales del almacén de mantenimiento, la elaboración de órdenes de trabajo... Más adelante se podrá trabajar en la dirección de ampliar la lista de procedimientos con aquellos que consideremos útiles.

Una vez definidos los procedimientos básicos, el siguiente paso es organizar el almacén de repuestos, es decir, codificar los artículos y su ubicación en el almacén, cuantificar las existencias y valorarlas económicamente.

Con los artículos controlados es el momento de reforzar la gestión de las órdenes de trabajo, en las que deben quedar reflejados todas y cada una de las actividades de mantenimiento realizadas y en las que su cierre implique el conocimiento exacto de los costes económicos imputados y desglosados por mano de obra, materiales, trabajos externos...

El siguiente paso es la obtención de indicadores de gestión que sirvan para dar una información práctica y ágil sobre el estado de nuestra gestión y que permitan la confección de un informe mensual de control, herramienta fundamental para poder valorar el trabajo realizado.

Por último, cuando el nuevo sistema de trabajo ya esté consolidado y su uso además de extendido esté totalmente integrado en el departamento, será el momento de mirar hacia una aplicación informática capaz de agilizar y facilitar el trabajo diario de mantenimiento.

El resumen gráfico del plan de acción es el siguiente:

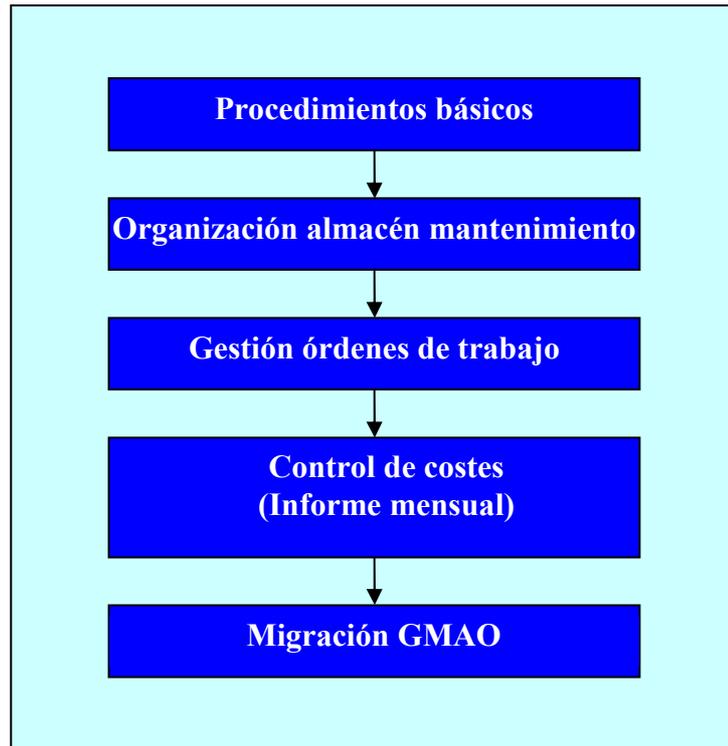


Figura 4.4. Plan de acción

# **CAPÍTULO 5:**

# **PROPUESTA DE MEJORA**

# Capítulo 5: Propuesta de mejora

## 5.1 Sistema de gestión de mantenimiento (Manual de Mantenimiento)

El mantenimiento es un departamento totalmente dinámico que sufre cambios a diario y que, por lo tanto, debe actualizarse y realimentarse con sus propias experiencias constantemente. Por consiguiente, todo sistema de gestión que se quiera implantar debe ser lo suficientemente flexible para contemplar tanto la situación actual como las posibles modificaciones y adaptaciones que depare el futuro.

Es decir, debemos ser capaces de proyectar un sistema donde tengan cabida futuros equipos e instalaciones sin necesidad de modificar lo ya existente y sin perder de vista la posibilidad de la implementación de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) de fácil migración.

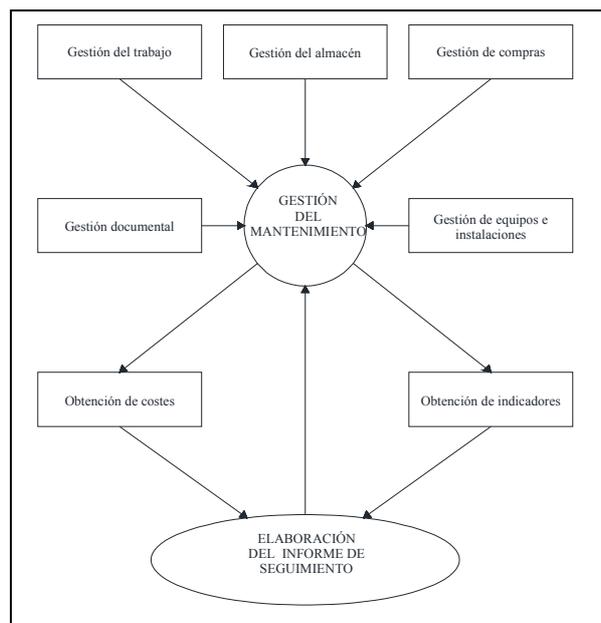


Figura 5.1. Esquema conceptual de gestión del mantenimiento

### 5.1.1 Gestión documental

Debido al elevado número de documentos que se originan en un departamento como el de mantenimiento, resulta de importancia capital identificar, clasificar, ordenar y archivar toda la información que se genera.

Además, inmersos en procesos de mejora continua y bajo la supervisión constante de auditorías de calidad, la gestión documental se convierte en vital reforzada por el lema "No solamente hay que hacer las cosas bien sino también hay que parecerlo".

Dentro de este campo se incluye el *Manual de Mantenimiento* como base de partida y declaración de intenciones; los *Procedimientos de Mantenimiento* donde se explican los procesos a seguir; los *Registros de Mantenimiento* que contienen la información que se genera en el trabajo diario y las *Instrucciones de Mantenimiento* que explican con detalle cómo realizar una operación concreta.

### 5.1.2 Gestión de los trabajos de mantenimiento

Todo actividad o tarea subcontratada referente al mantenimiento de equipos y/o instalaciones o, todo trabajo que sin estar externalizado implique la asignación de recursos, tanto humanos como materiales del departamento de mantenimiento, debe quedar recogido en su orden de trabajo correspondiente. Es el elemento de control siempre que implique coste o que sea necesario el registro de la actividad realizada.

Así pues todo trabajo de mantenimiento vendrá canalizado en una orden de trabajo y en ella se incorporarán los datos relativos a su ejecución.

Debido a su diferente naturaleza y al tratamiento con el que se efectúa la intervención, en Servicesa se distinguirán seis clases de mantenimiento: correctivo (urgente y planificado), preventivo (sistemático, predictivo y legal) y modificativo.

#### **Mantenimiento correctivo:**

Se entiende por tal, aquellas operaciones de mantenimiento llevadas a cabo en equipos, instalaciones, maquinaria móvil o lugares de trabajo, con objeto de corregir cualquier mal funcionamiento o estado de los mismos, ya sea por avería, desgaste o cualquier otra circunstancia que lo provoque.

Las operaciones de mantenimiento correctivo pueden ser llevadas a cabo tanto por personal propio como ajeno. Estas operaciones se pueden desarrollar tanto dentro como fuera de la Terminal.

- Mantenimiento correctivo urgente:

Se entiende por tal, aquellas operaciones de mantenimiento correctivo en las que es necesario realizar la intervención de mantenimiento de manera inmediata por motivos de calidad, seguridad, medio ambiente, producción u otros de similar índole.

- Mantenimiento correctivo planificado:

Se entiende por tal, aquellas operaciones de mantenimiento correctivo en las que no es necesario realizar la intervención de mantenimiento de manera inmediata puesto que no existen motivos de calidad, seguridad, medio ambiente y/o producción que así lo justifiquen. Así pues, su intervención puede ser programada.

#### **Mantenimiento preventivo:**

Se entiende por tal, aquellas operaciones que tengan como objeto mantener al equipo, instalación, maquinaria móvil o lugar de trabajo, en unas condiciones de funcionamiento y estado óptimas, con el fin de preservarlo de cualquier avería o anomalía en su funcionamiento o estado ideal. Por consiguiente, se anticipa a la aparición de la avería.

Las operaciones de mantenimiento preventivo pueden ser llevadas a cabo tanto por personal propio como ajeno. Estas operaciones se pueden desarrollar tanto dentro como fuera de la Terminal.

- Mantenimiento sistemático:

Se fundamenta en la realización de intervenciones rutinarias y sistemáticas según intervalos fijos de tiempo o producción de la maquinaria (horas, kilómetros, piezas...).

Las operaciones destinadas a mantener un estado de orden y limpieza de los equipos, instalaciones, maquinaria móvil o lugares de trabajo, están comprendidas y son una parte esencial del mantenimiento preventivo sistemático.

- Mantenimiento predictivo:

Persigue controlar permanentemente el estado y operatividad del equipo mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, lanzando predicciones y emitiendo diagnósticos sobre la posible duración de los componentes.

- Mantenimiento legal:

Es un tipo de mantenimiento preventivo de obligado cumplimiento regulado por las autoridades competentes, cuyo fin principal es velar por el aseguramiento de la ejecución del mantenimiento en materia de medio ambiente, seguridad, salud e higiene en el trabajo de aquellos equipos con cierto riesgo de peligrosidad.

**Mantenimiento modificativo:**

Se entiende por tal, aquellas operaciones de mantenimiento que tengan como objeto modificar al equipo, instalación, maquinaria móvil o lugar de trabajo, con el fin de conseguir mejoras de producción, calidad, seguridad o medio ambiente.

### *5.1.3 Gestión del almacén de repuestos*

La existencia de un almacén de repuestos bien gestionado, completo, ordenado y bien inventariado es uno de los pilares fundamentales donde se apoya la disponibilidad de los equipos.

Desde el punto de vista del departamento de mantenimiento resulta interesante tener un almacén amplio en artículos y en existencias donde, aunque los índices de rotación de los materiales sean bajos, se garantice una adecuada calidad de servicio.

Ante este punto de vista se opone frontalmente el departamento de contabilidad de la empresa al cual le interesa, en cambio, reducir al mínimo el valor de inmovilizado del almacén.

Para resolver esta eterna disyuntiva fruto de objetivos antagónicos, se hace necesario encontrar el equilibrio entre los artículos que efectivamente requieren estar inventariados con una cantidad mínima de existencias y los que se pueden obtener de manera ágil en el mercado sin suponer un compromiso serio al departamento de producción.

El primer paso para la gestión de un almacén de mantenimiento es codificar los artículos que lo integran, clasificarlos adecuadamente, ordenarlos en ubicaciones fijas, inventariar los niveles de existencias y mantener un control eficaz sobre las entradas y salidas de material.

#### 5.1.4 *Gestión de compras*

La gestión de compras del departamento de mantenimiento sigue la misma política que el resto de áreas funcionales de la empresa. En este caso, a la hora de proceder a la compra de un material puede ocurrir que esté dado de alta en el almacén de repuestos o que no.

En el primer caso el control se puede llevar a cabo de manera automática contrastando el nivel de existencias con el punto de pedido del artículo en cuestión y, además, disponiendo de la descripción ampliada del material en el maestro de materiales como texto de compra.

En el segundo caso la propuesta de pedido nace de los encargados de mantenimiento y administrativamente puede ocasionar un trabajo mayor.

#### 5.1.5 *Gestión de los equipos y de las instalaciones*

Es importante, además de mantener los equipos en disposición de trabajar, mantener también un histórico de las incidencias más destacadas que haya sufrido la maquinaria durante su periplo de vida. De esta manera podemos tener una visión más amplia del estado de los equipos para poder tomar decisiones. También es aconsejable almacenar la información con las características técnicas, la relación de artículos de repuesto incluidos en nuestro almacén...

#### 5.1.6 *Control de costes*

Es conveniente que todos los equipos, bienes e instalaciones, susceptibles de ser mantenibles, estén clasificados para poder imputar el coste correspondiente de toda intervención en la cuenta de gasto oportuna.

Gracias a la información contenida en las órdenes de trabajo, en las que se hace referencia al código de identificación del equipo, podemos calcular los costes disgregados de la mano de obra interna-externa y los materiales consumidos. De esta forma se puede obtener de manera directa el coste de mantenimiento en un periodo de tiempo determinado así como la clasificación de dichos costes según los aspectos que hayamos prefijado con anterioridad (tipo de mantenimiento efectuado, origen de los trabajos, equipo...).

La esencia reside en incorporar esa información en una base de datos convenientemente implementada para poder, tras su manipulación y gestión, extraer de ella los ratios y datos elaborados que nos interesen conocer y controlar.

#### 5.1.7 *Indicadores de gestión*

Los indicadores de gestión son parámetros muy útiles debido a que se caracterizan por condensar mucha información en un único dato. Su complejidad reside en la elección de los indicadores más adecuados para nuestro ámbito de negocio y en la fiabilidad del procedimiento de su obtención.

Para que cumplan su función es necesario elaborar sólo aquéllos que realmente aporten información útil y, que en conjunto, no superen una cifra elevada y poco práctica de manejar.

El seguimiento de los indicadores de control permite valorar la calidad de nuestra gestión comparándola con otros periodos anteriores, incluso con ratios estimados de otras empresas del mismo sector.

## 5.2 *Procedimientos de mantenimiento*

### 5.2.1 *PM-01. Procedimiento de codificación documental*

Los documentos relacionados con mantenimiento los estructuramos en las siguientes categorías:

- Manual de mantenimiento
- Procedimientos de mantenimiento
- Registros de mantenimiento
- Instrucciones de mantenimiento

El *Manual de Mantenimiento (MM)* es el documento base en el que, en términos generales, se expone la política de mantenimiento de la empresa y su sistema de gestión. Sería un texto de contenido similar al apartado 5.1 *Sistema de Gestión de Mantenimiento* del presente Trabajo Fin de Máster.

Los *Procedimientos de Mantenimiento (PM)* incluyen el detalle de cómo se debe realizar una actividad determinada o proceso. En ellos se hace referencia a los distintos registros e instrucciones que aplican en su desarrollo. Son documentos explicativos.

Los *Registros de Mantenimiento (RM)* son los documentos a rellenar y archivar, que plasman la realización de la tarea concreta. Un mismo registro puede aparecer implicado en más de un procedimiento.

Las *Instrucciones de Mantenimiento (IM)* son los documentos específicos que explican con detalle el modo de proceder a la hora de llevar a cabo una tarea concreta de mantenimiento, tanto secuenciación de las subtareas como preparación de herramientas, valores de apriete, ajustes...

No es objeto de este trabajo este grado de detalle, pero, en una primera instancia las Instrucciones a desarrollar son las que el propio fabricante de la maquinaria específica en su manual de mantenimiento para, a partir de éstas, ampliarlas o completarlas con la propia experiencia del grupo de trabajo.

Todo documento debe tener unas características formales comunes, que son: un código identificativo, un título, una fecha de edición, un índice de revisión, el logotipo o sello de la empresa ...

El código identificativo propuesto es el siguiente: **XX-YY**, donde **XX** tiene el siguiente significado:

- **MM**: Manual de Mantenimiento
- **PM**: Procedimiento de Mantenimiento
- **RM**: Registro de Mantenimiento

- **IM:** Instrucción de Mantenimiento

Por su parte **YY** establece un orden correlativo entre los documentos existentes de la misma índole.

Así pues, podemos escribir este apartado como *PM-01. Procedimiento de codificación documental*.

Para mantener una perfecta trazabilidad de la documentación en vigor, sus índices de revisión y sus fechas de edición, se crean dos registros: *RM-01. Listado de Procedimientos en vigor* y *RM-02. Listado de Registros en vigor*, que constatan la vigencia de los procedimientos y registros respectivamente. No hay que olvidar que circularán copias de la documentación tanto en oficinas como en el taller de mantenimiento, unas en soporte digital y otras impresas en papel, y en ocasiones no se actualizan correctamente todas las copias cuando se introducen nuevas revisiones.

Registros asociados:

- RM-01: Listado de Procedimientos en vigor
- RM-02: Listado de Registros en vigor

### 5.2.2 *PM-02. Procedimiento de codificación de secciones o grupos funcionales*

Resulta básico codificar todos los equipos e instalaciones que integran nuestro conjunto de bienes a mantener pero, previamente a su clasificación, debemos dividir la Terminal en grupos funcionales donde incluir la maquinaria y las instalaciones y asignarles una identificación biunívoca. Actuando de esta manera, podremos obtener información de forma conjunta de una misma sección o de manera individualizada de un equipo exclusivamente.

Para ello una manera racional de proceder es establecer las secciones en las que vamos a clasificar la Terminal atendiendo a criterios de repercusión, pensando la información de los conjuntos que nos interesa conocer para su control y disgregando así el centro en tantos grupos y subgrupos como grado de detalle queramos gestionar.

Con respecto al número adecuado de secciones, cabe destacar que hay buscar un equilibrio entre la complejidad aportada y el beneficio obtenido de su aplicación, como hasta ahora hemos venido indicando.

Los grupos funcionales así definidos deben estar íntimamente ligados con la clasificación de los centros de costes del departamento de contabilidad, evitando realizar clasificaciones paralelas que induzcan confusión.

En nuestro caso distinguiremos entre:

- Carga y descarga de buque (grúas, grapines y palas de limpieza de buque)
- Levante y expedición (palas cargadoras y básculas puente)

- Maquinaria auxiliar (equipos móviles auxiliares que no intervienen directamente en el sistema productivo)
- Instalaciones y edificios (redes de servicio, edificios)
- Máquinas herramientas (grupos de soldadura, polipastos)
- Resto (grupo para aquellos equipos de sección difícil de catalogar)

A la hora de asignar un código identificativo a cada sección se recurre a **dos dígitos** para permitir que futuras secciones tengan cabida en la lista.

CÓDIGO SECCIÓN	NOMBRE SECCIÓN	CENTROS DE COSTE ACTUALES
01	Descarga/carga de buques	020 / 030 / 040 / 070 / 060 / 064 / 065
02	Levante y expedición	061 / 062 / 063 / 067
03	Maquinaria auxiliar	066
04	Instalaciones y edificios	Centros de coste nuevos a designar por el departamento de contabilidad
05	Máquinas herramientas	
99	Resto	

Tabla 5.1 Código identificativo de las secciones

### 5.2.3 PM-03. Procedimiento de codificación de equipos

Una vez definidas las secciones de la Terminal, el siguiente paso es identificar todos los equipos relevantes desde el punto de vista de mantenimiento y asignarlos a la sección correspondiente.

La codificación de los equipos va a estar compuesta por dos caracteres alfabéticos que identifican al tipo de maquinaria, y otros dos caracteres numéricos que establecen un orden correlativo, ambos separados por un guión.

Es decir, **XX-YY** donde:

- **XX**: letras identificadoras de la clase de equipo
- **YY**: números que establecen el orden correlativo.

Con el objeto de no complicar la codificación existente en Servicesa, vamos a aprovechar su clasificación incorporando todos aquellos bienes que, al no estar definidos expresamente, quedan liberados de todo control y medición.

CÓDIGO CLASE DE EQUIPO	CLASE DE EQUIPOS	CÓDIGO CLASE DE EQUIPOS	CLASE DE EQUIPOS
BC	Báscula puente	BO	Bomba
BR	Barredora	CB	Cisterna cuba
CE	Carretilla elevadora	CG	Cuadro general baja tensión
CI	Equipos sistema contra incendios	CO	Compresor
CS	Cuadro eléctrico secundario	CT	Cabeza tractora
DP	Depósitos, tanques	ED	Equipos depuración y tratamiento de aguas
ES	Edificios, estructuras	GE	Generador gasoil
GM	Grúa móvil	GP	Grapín o cuchara
HL	Hidrolimpiadoras	HR	Herramientas
IN	Instalación, red	PC	Pala cadenas (miniexcavadora)
PE	Plataforma elevadora	PG	Puente grúa
PL	Pala cargadora	SA	SAI, estabilizador
TA	Torre de alumbrado	TE	Tolva ecológica
VH	Vehículos de transporte	VL	Vallado perimetral

Tabla 5.2 Código identificativo de las clases de equipos

Atendiendo a los dos procedimientos anteriores estamos en condiciones de elaborar el *Listado de Equipos*.

Registros asociados:

- RM-03: Listado de Equipos

#### 5.2.4 PM-04. Procedimiento de generación de órdenes de trabajo

La orden de trabajo es el centro de gravedad del sistema de gestión de mantenimiento. Todo trabajo de mantenimiento, independientemente de la envergadura que tenga, debe estar reflejado en su correspondiente orden que lo defina y en donde se puedan imputar los costes asociados.

En la orden de trabajo se va a encontrar condensada toda la información relacionada con la tarea y, será la que nos permitirá establecer análisis y estadísticas para la obtención de indicadores de gestión adecuados. Por ello resulta primordial realizar un ejercicio de reflexión en primera instancia, para definir qué datos queremos conocer y así incluirlos en campos en el formato de la orden de trabajo. Debemos ser capaces de captar toda la información que necesitemos en la fase posterior de cálculo de costes e indicadores.

El responsable de rellenar una orden de trabajo es el encargado de mantenimiento. En ella aportará información básica como el código del equipo implicado, la sección a la que pertenece, el origen de la orden, el tipo de mantenimiento...

La jornada de trabajo termina para el operario con la cumplimentación de la/s orden/es de trabajo en las que ha dedicado tiempo de su jornada. En ella se adjuntarán los *Vales de Almacén* si es que se ha consumido algún artículo del almacén de repuestos.

Posteriormente los encargados de mantenimiento incorporarán los albaranes de entrega de materiales externos y los albaranes de subcontratas externas si ha sido el caso, dando por cerrada la orden.

El personal propio que participa en tareas de mantenimiento debe completar su *Parte Diario de Trabajo* con las mismas tareas y tiempo empleado que ha asignado a las *Órdenes de Trabajo* correspondientes, de manera que exista una relación biunívoca entre ambos documentos (el *Parte Diario de Trabajo* y tantas *Órdenes de Trabajo* como tareas diferentes haya desempeñado esa jornada).

Tras el cierre de la orden es función del administrativo introducir los datos en la base de datos del sistema para poder procesarla.

Registros asociados:

- RM-04: Orden de Trabajo
- RM-05: Lista de Verificación de Seguridad
- RM-06: Vale de Almacén
- RM-07: Parte Diario de Trabajo

#### 5.2.5 PM-05. Pautas de prevención en los trabajos de mantenimiento

Por motivos de prevención existen equipos de protección individual (EPI's) obligatorios en el centro de trabajo de manera generalizada o por áreas de riesgo. Algunos trabajos de mantenimiento llevan asociado un riesgo inherente para la propia persona que lo realiza, para el resto de trabajadores del centro, para el medio ambiente o para las propias instalaciones.

Estos riesgos específicos conviene resaltarlos relleno el registro: *RM-05. Lista de Verificación de Seguridad* y adjuntarlo en la correspondiente orden de trabajo, puesto que son recomendaciones y/o prohibiciones especiales a tener en cuenta para el desarrollo de esa tarea concreta.

Así pues, cualquier trabajo que por su naturaleza requiera especiales cuidados, estarán perfectamente remarcados en la lista de seguridad.

Registros asociados:

- RM-04: Orden de Trabajo
- RM-05: Lista de Verificación de Seguridad

### 5.2.6 *PM-06. Trabajos de mantenimiento correctivo*

Los trabajos de mantenimiento correctivo se inician tras la detección de una avería o anomalía en el funcionamiento de un equipo. La persona que lo observa actuará de manera diferente según sea la urgencia o consecuencias de la incidencia y si se hallara dentro del horario del turno central de operaciones. Así, si la avería es urgente o alguno de los encargados se encuentra en la Terminal en ese momento, se le comunicará de modo oral mientras que, si la gravedad no es muy elevada y si no hay ningún encargado presente en la Terminal se rellenará el *RM-08. Parte de Incidencias*.

Una vez conocedor de la avería el encargado, analiza y valora la manera de proceder a la reparación de la misma mientras que emite la *RM-04. Orden de Trabajo* correspondiente que en este caso estará clasificada como de tipo correctiva en la casilla destinada para tal efecto.

Cuando la reparación termina con resultado satisfactorio se cumplimenta la *Orden de Trabajo* con los datos referentes a la mano de obra que ha intervenido (propia y/o externa) y los materiales utilizados.

Si se han consumido materiales codificados del almacén de repuestos se adjuntará el *RM-06. Vale de Almacén* correspondiente. Si por el contrario fueran de compra directa se incorporará el albarán de entrega del proveedor para poder imputar a la orden su coste.

Con estos datos se puede cerrar la *Orden de Trabajo* para poder extraer información de ella.

Registros asociados:

- RM-08: Parte de Incidencias
- RM-04: Orden de Trabajo
- RM-06: Vale de Almacén
- RM-07: Parte Diario de Trabajo

A continuación se refleja de manera esquematizada el procedimiento a seguir.

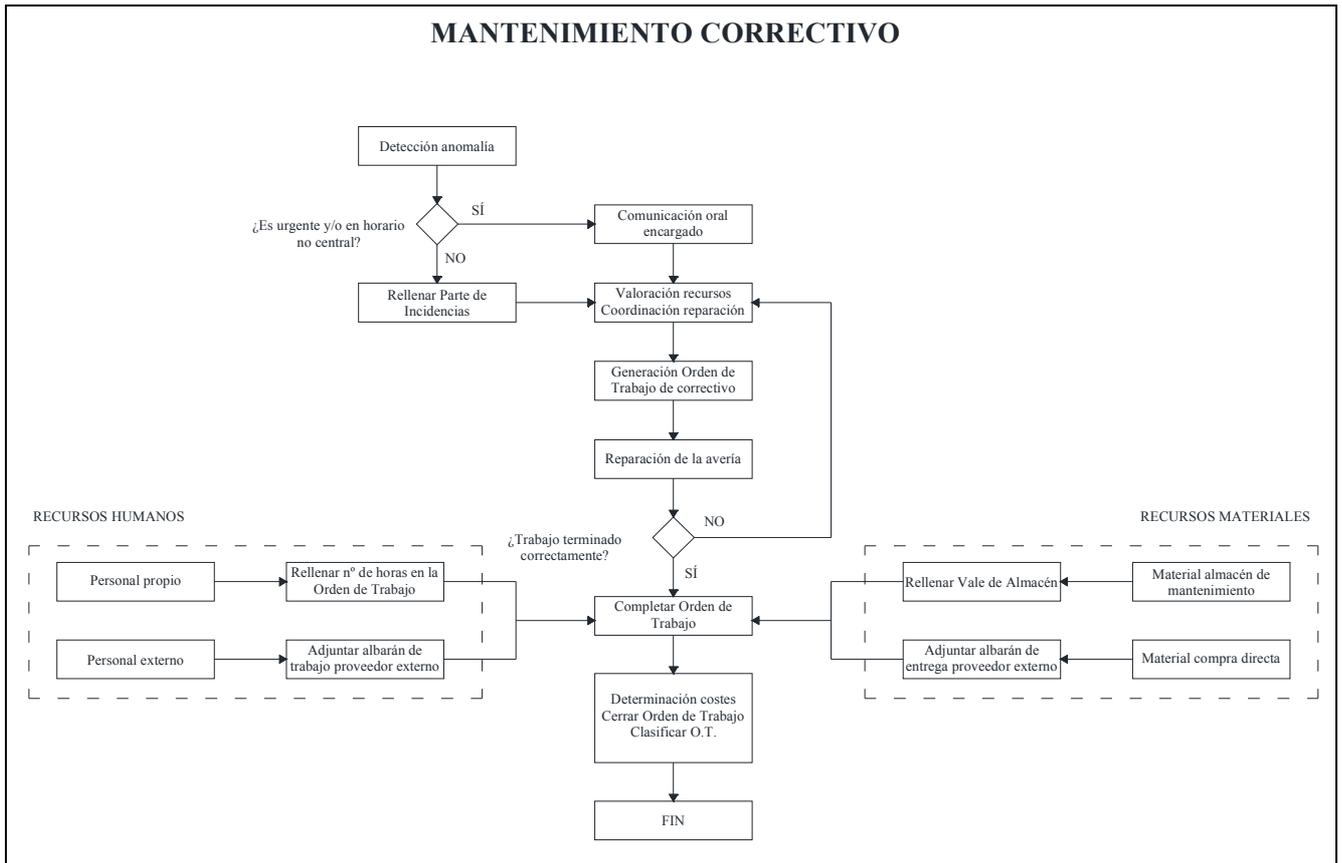


Figura 5.2. Diagrama conceptual de mantenimiento correctivo

## 5.2.7 PM-07. Trabajos de mantenimiento preventivo

### 5.2.7.1 Mantenimiento sistemático

En el mantenimiento preventivo sistemático es el *Plan de Mantenimiento Preventivo* el que dictamina si a un determinado equipo le corresponde una determinada intervención en función de haber vencido o no las frecuencias asignadas.

Una de las principales ventajas de este tipo de mantenimiento es la posibilidad que ofrece de planificar la intervención con la antelación necesaria para que, de este modo, poderse aprovisionar de los materiales de repuesto que vayan a ser necesarios.

Tras la intervención del equipo es posible que se detecte alguna avería que implicaría la generación de una *Orden de Trabajo* de tipo correctivo que seguiría el proceso explicado en el punto anterior.

Con respecto a la asignación de materiales y de mano de obra la manera de proceder es similar a los trabajos de tipo correctivo.

Después del cierre de la *Orden de Trabajo* se requiere poner a cero los contadores de horas/km... para poder seguir con el calendario de preventivo, es decir, actualizar el elemento de medida que fija las frecuencias de intervención.

- Registros asociados:

- RM-09: Plan de Mantenimiento Preventivo
- RM-10. Calendario de Mantenimiento Preventivo
- RM-04: Orden de Trabajo
- RM-06: Vale de Almacén
- RM-07: Parte Diario de Trabajo

A continuación se refleja de manera esquematizada el procedimiento a seguir.



Figura 5.3. Diagrama conceptual de mantenimiento preventivo sistemático

### 5.2.7.2 Mantenimiento predictivo

En el mantenimiento preventivo predictivo, al igual que ocurre en el sistemático, es el *Plan de Mantenimiento Preventivo* el que dictamina si a un determinado equipo le corresponde una determinada inspección en función de haber vencido o no las frecuencias asignadas.

Tras la monitorización, el análisis y el diagnóstico del equipo, es posible que se detecte alguna avería que implicaría la generación de una *Orden de Trabajo* de tipo preventivo que seguiría el proceso explicado anteriormente.

Con respecto a la asignación de materiales y de mano de obra la manera de proceder es similar al resto de los trabajos de mantenimiento.

- Registros asociados:
  - RM-09: Plan de Mantenimiento Preventivo
  - RM-04: Orden de Trabajo
  - RM-06: Vale de Almacén
  - RM-07: Parte Diario de Trabajo

A continuación se refleja de manera esquematizada el procedimiento a seguir.

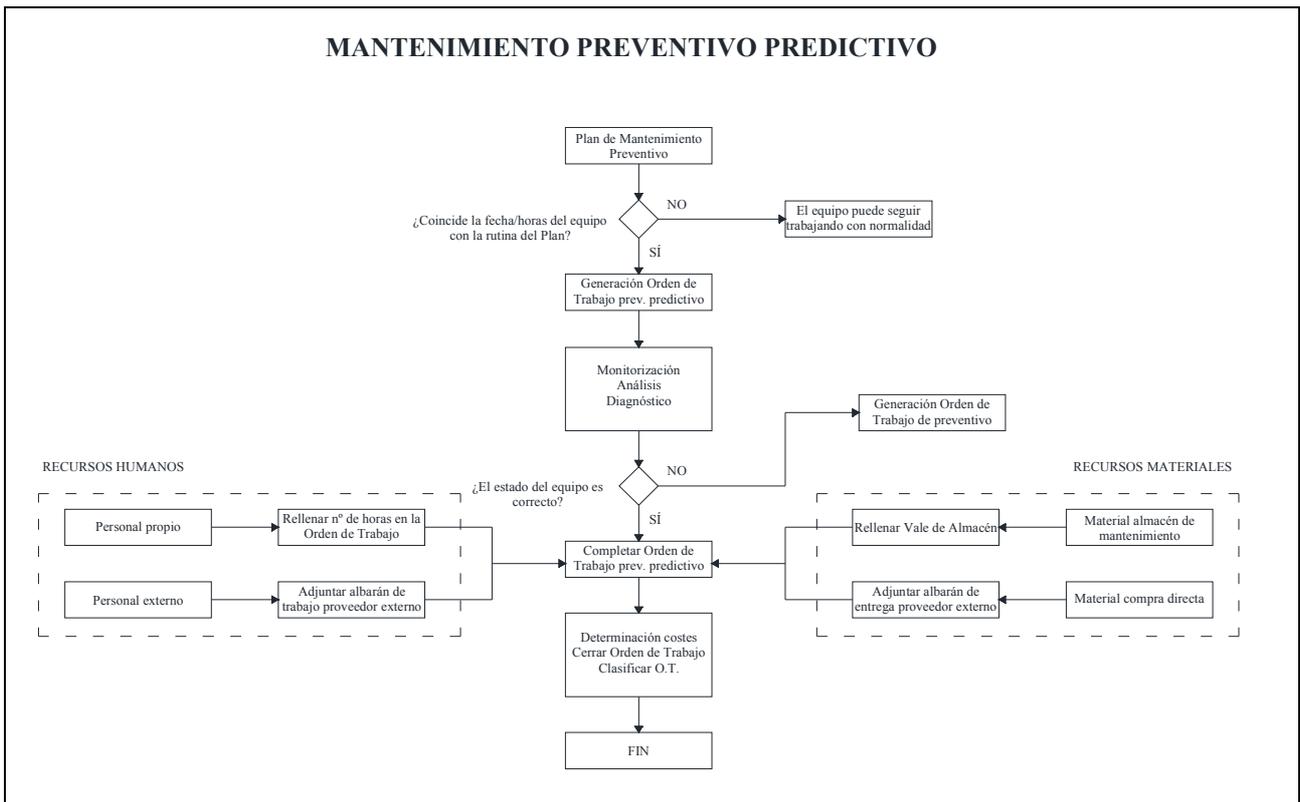


Figura 5.4. Diagrama conceptual de mantenimiento preventivo predictivo

### 5.2.7.3 Mantenimiento legal

El mantenimiento legal se caracteriza porque los plazos de revisión y las gamas a verificar vienen regulados por la autoridad competente. Las intervenciones en este caso las debe efectuar un taller debidamente cualificado o empresas colaboradoras con la administración (O.C.A.), según sea el caso. Tras la revisión se emite un certificado de conformidad con copia a la autoridad competente (en nuestro caso a la Consejería de Industria, Comercio e Innovación).

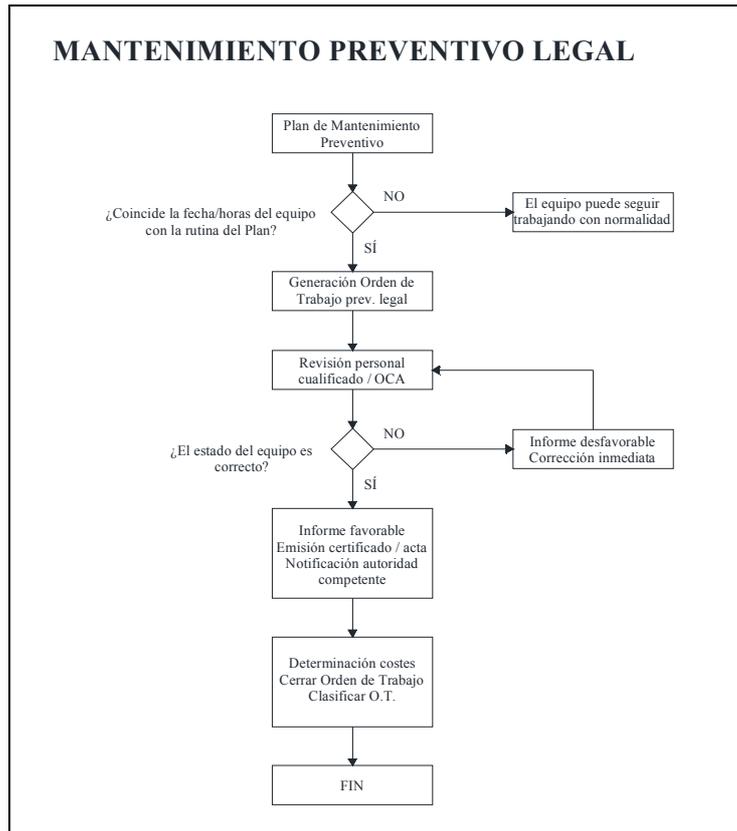


Figura 5.5. Diagrama conceptual de mantenimiento preventivo legal

### 5.2.8 PM-08. Trabajos de mantenimiento modificativo

Los trabajos de tipo modificativo suelen ser consecuencia de una reingeniería que suele obedecer a causas de seguridad o a averías reincidentes de alta frecuencia. El punto de partida de una tarea de mantenimiento modificativo es una propuesta de mejora de algún equipo o instalación (p.e. dificultad de acceso a algunos lugares de trabajo, elementos que se averían constantemente, mejoras de consumo energético...).

Tras el estudio técnico por parte del Director de Mantenimiento se dictamina su idoneidad. En el caso de su aceptación se realizan los trabajos adecuados como cualquier otro tipo de mantenimiento y, una vez cerrada la Orden de Trabajo, se realiza un estudio del grado de consecución del objetivo planteado en la propuesta de mejora.

Registros asociados:

- RM-04: Orden de Trabajo
- RM-06: Vale de Almacén
- RM-07: Parte Diario de Trabajo

A continuación se refleja de manera esquematizada el procedimiento a seguir.



Figura 5.6. Diagrama conceptual de mantenimiento modificativo

### 5.2.9 PM-09. Codificación de materiales de repuesto

Como primer paso para la elaboración de un inventario de existencias del almacén de mantenimiento, es necesario codificar de una manera racional todos los artículos que lo integran.

Dentro de las múltiples opciones existentes para utilizar como guía de codificación, se ha optado por agrupar los artículos en familias funcionalmente coherentes y, éstas a su vez, en subfamilias más específicas.

Cada referencia se compone de una cadena de ocho caracteres, siendo los primeros cuatro de tipo alfabético y el resto numéricos.

Es decir, **XXXXYYZZ** donde:

- **XXXX**: letras que representan la familia donde se agrupa el material
- **YY**: números que designan la subfamilia correspondiente
- **ZZ**: números que establecen el orden correlativo.

Este sistema aporta la ventaja de poder filtrar los artículos por el grupo funcional al que pertenecen siendo además intuitivo debido a que las letras están asociadas con el nombre de la familia.

Esta estructura de codificación resulta sencilla de manejar, fácil de exportar a un programa informático de gestión de almacén y el número de caracteres resulta más que suficiente para abordar un almacén de tamaño medio en cuanto a número de artículos se refiere.

La definición de familias y subfamilias se recoge en el registro *RM-11. Guía de Codificación de los Materiales*. En cada familia se reserva una subfamilia para los artículos de difícil catalogación a modo de cajón desastre. Se ha numerado con los dígitos 99 para no interferir con subfamilias nuevas que se creen con posterioridad en futuras revisiones.

☐ Registros asociados:

- RM-11: Guía de Codificación de los Materiales

#### 5.2.10 *PM-10. Clasificación ubicaciones del almacén de mantenimiento*

El almacén está formado por 7 áreas o zonas bien diferenciadas. La disposición de dichas áreas queda reflejada en la figura 5.7.

Los materiales codificados se colocarán sobre estanterías de acuerdo a la ubicación que les corresponde. Dicha ubicación viene definida por un código de cuatro caracteres, dos dígitos y dos letras de la siguiente manera: **1A2B** donde:

- **1**: es el número de la zona del almacén donde se encuentra
- **A**: es la letra que señala la estantería dentro de cada zona en particular
- **2**: es el número que indica el estante sobre el que descansa el material (a modo de fila)
- **B**: es la letra de la columna de la estantería en cuestión.

Respecto a estas definiciones, hay que especificar los siguientes criterios:

- una misma ubicación puede contener varios artículos.
- Las filas se enumeran de abajo a arriba, considerándose el suelo como fila **0**.
- Las columnas las identificamos de izquierda a derecha, empezando por el frente y dando la vuelta cuando sean dobles.
- Los materiales que por sus características están ubicados en el suelo bajo ninguna estantería, se les denomina por el número del área más próximo a ellos. Los dos últimos caracteres siempre serán **0Z**.

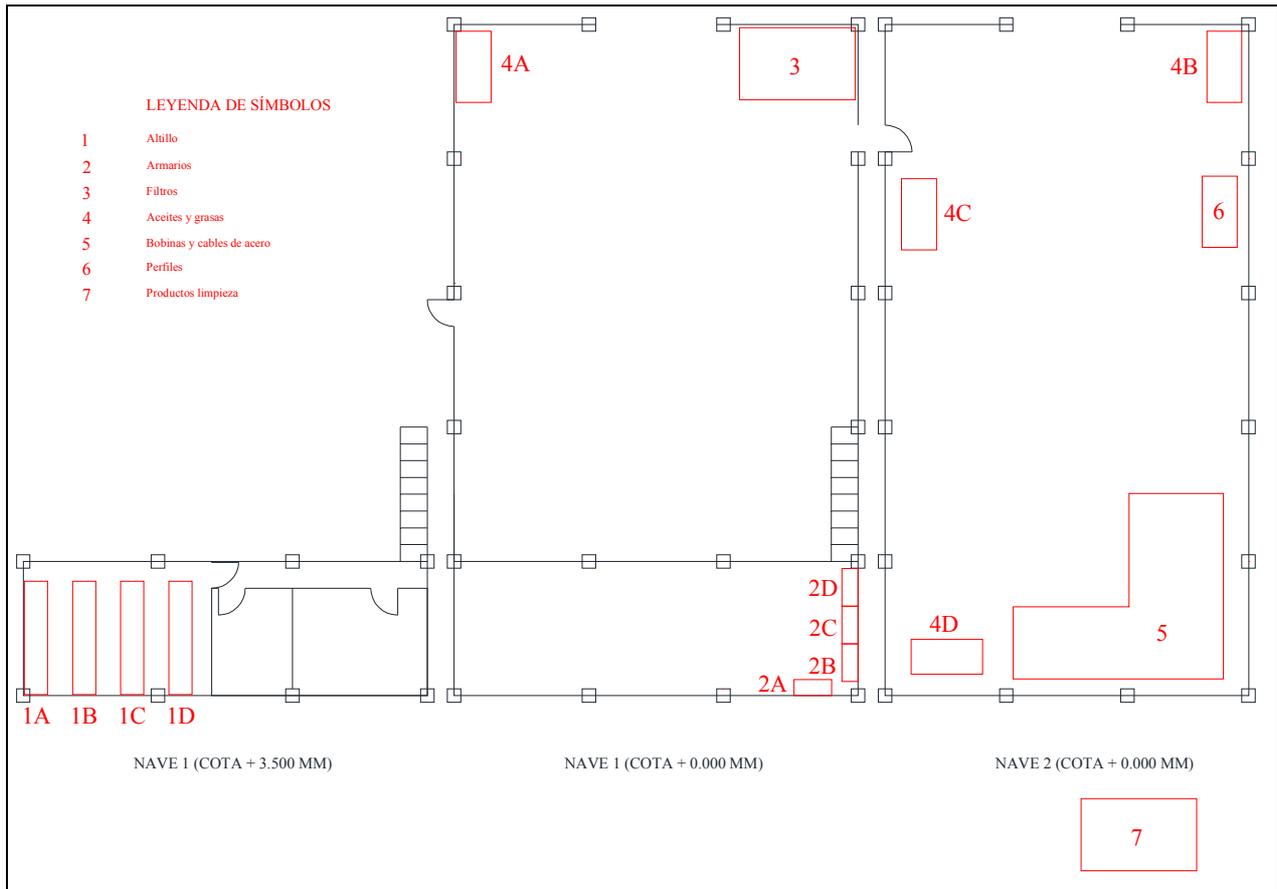


Figura 5.7. Distribución de ubicaciones físicas del almacén

### 5.2.11 PM-11. Creación del maestro de materiales

El *Maestro de Materiales* es el documento que incluye todos los artículos codificados del almacén de repuestos e incorpora toda la información necesaria para definir el material y cuantificar su valoración económica.

Entre los campos que recoge está el texto breve descriptivo, el texto ampliado para la gestión de compras, la ubicación exacta del material en el almacén, las existencias y su valoración económica, el punto de pedido como umbral que fija el momento de lanzar el pedido de compra, el lote de compra ...

Una distinción que también incluye y resulta muy importante para su posterior clasificación es la naturaleza del artículo según el Plan General Contable. De esta manera se clasifican en *amortizables* -materiales de coste de adquisición alto, i.e. mayor de 600 €, y cuyas características intrínsecas permiten la reparación de estos elementos para volverlos a utilizar en el mismo u otro equipo y cuyo tratamiento contable es de inversión-, y materiales *no amortizables*. En este último caso se trata de materiales fungibles o consumibles de escaso valor unitario y que se incorporan a las instalaciones o equipos de la empresa. Tras su deterioro se desechan y no se reparan. El tratamiento contable es el de gasto.

☐ Registros asociados:

- RM-12: Maestro de Materiales

### 5.2.12 PM-12. Procedimiento de control de movimientos de almacén

Cualquier operario de mantenimiento que saque un material del almacén, ha de rellenar el correspondiente *RM-06. Vale de Almacén*. En él figurará la fecha, el código del artículo, la denominación breve, el número de unidades que extrae, el número de unidades que restan, el número de la *RM-04. Orden de Trabajo* asociada y su firma.

Para cada material que se consuma del almacén habrá que hacer un vale distinto, a menos que pertenezcan a la misma *Orden de Trabajo*. En este último caso, en un mismo vale se reflejarán los distintos materiales extraídos del almacén destinados a la misma orden de trabajo.

El *Vale de Almacén* consta de un original y de una copia. La misma persona que cumplimente el vale, se encargará de separar el original y graparlo en la hoja de su correspondiente *Orden de Trabajo*. Las copias se llevarán periódicamente al administrativo del departamento para que verifique los consumos efectuados.

Cada vez que un material comprado se incorpore al almacén de repuestos, el albarán de entrega correspondiente se entregará en administración para que, además de favorecer que el proceso de facturación siga su curso, se notifique al sistema la entrada de material correspondiente. El precio unitario de compra del artículo servirá para actualizar la base de datos del *Maestro de Materiales*.

Semanalmente el administrativo comprobará que el punto de pedido de ningún artículo esté por encima del nivel de sus existencias. De lo contrario se lo comunicará al Director de Mantenimiento con el fin de verificar la necesidad de realizar el pedido correspondiente.

Registros asociados:

- RM-06: Vale de Almacén
- RM-04: Orden de Trabajo
- RM-12: Maestro de Materiales

### 5.2.13 PM-13. Procedimiento de compras

El procedimiento de compras a seguir será diferente según el artículo esté dado de alta en el almacén de repuestos o no.

Si el material está codificado y su nivel de existencias actualizadas está por debajo del punto de pedido definido para el artículo en el *Maestro de materiales*, tras consultar el fichero de existencias aparecerá el aviso correspondiente. Si no hemos superado el umbral que fija el punto de pedido pero aún así detectamos la necesidad de avituallarnos de un mayor nivel de existencias por próximos consumos, se seguirá el procedimiento manualmente. El siguiente paso es realizar la solicitud de pedido al proveedor/es habitual/es y tras su recepción, si el Director de Mantenimiento lo aprueba se realiza el pedido.

Una vez el material es entregado en la Terminal, si está codificado pasa directamente al almacén de repuestos reflejándose su entrada en el listado de existencias del almacén (en nivel de existencias y valoración económica). Si por el contrario el artículo no está codificado se

considera un artículo de compra directa, su consumo se prevé inmediato y su coste económico se incorpora a la orden de trabajo que lo ha generado (no hay almacenamiento).

En la siguiente figura se puede apreciar esquemáticamente el procedimiento a seguir:

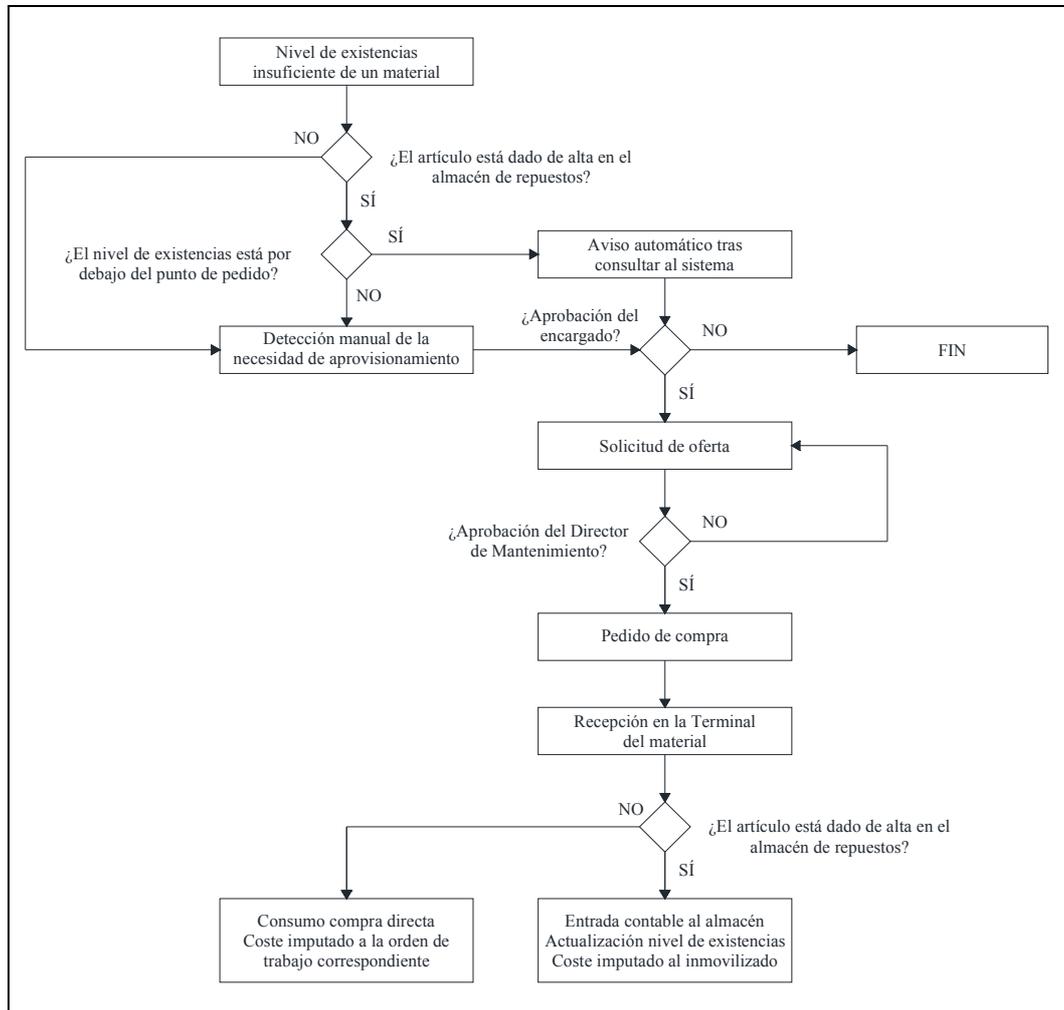


Figura 5.8. Esquema procedimiento de compras

#### 5.2.14 PM-14. Control de combustible

El gasoil se utiliza en la Terminal como combustible de los motores de combustión de las palas cargadoras y del resto de maquinaria móvil, así como para alimentar a los generadores eléctricos de las grúas. La Terminal cuenta con dos depósitos aéreos de almacenamiento de 5.000 y 20.000 litros de capacidad respectivamente.

A la hora de efectuar un inventario de las existencias de gasoil hay que tener en cuenta el volumen confinado en los depósitos de cada una de las tres grúas móviles que no es en absoluto despreciable (7.500 y 13.000 litros según el modelo de grúa).

Las entradas de gasoil a Servicsesa se producen con camiones cisterna que rellenan los depósitos de las tres grúas y los dos tanques de almacenamiento.

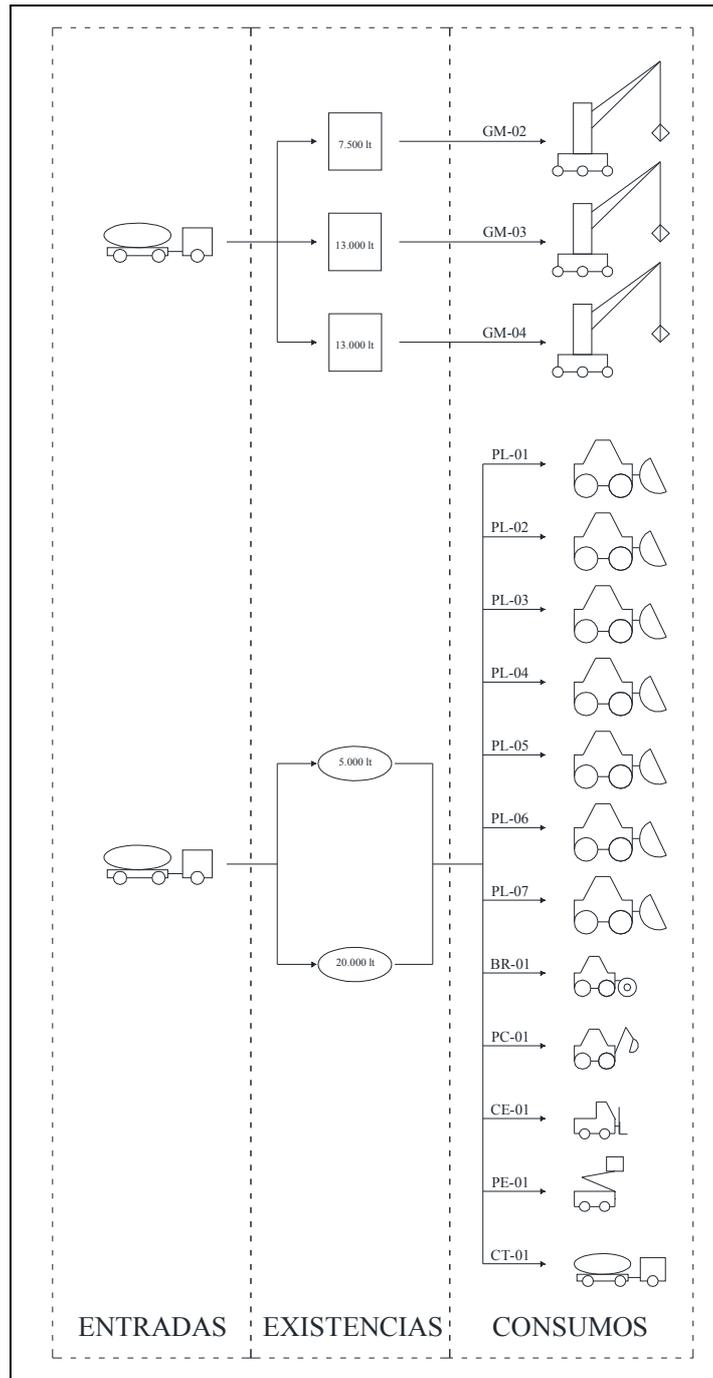


Figura 5.9. Movimientos de gasoil en la Terminal

Para calcular los consumos podemos dividir la maquinaria en dos grupos donde realizar balances de gasoil en cuanto a entradas y salidas se refiere: por una parte las grúas autónomas y por otra parte el resto de maquinaria que se abastece de los depósitos internos. En cada uno de los dos casos realizamos un balance de materia de la siguiente manera:

$$\text{Nivel de existencias a principio de mes (i) + volumen repostado durante el mes (i) = nivel de existencias a finales de mes (i+1) + suma de consumo durante el mes (i)}$$

En la que:

- Nivel de existencias: conocido por medición de los indicadores de nivel de los depósitos
- Volumen repostado: conocido por medio de la facturación del proveedor
- Consumo mensual: incógnita a calcular despejándola de la expresión.

Esta expresión se puede desarrollar para cada una de las tres grúas por separado y para la maquinaria restante en su conjunto.

Además, es posible aplicarlo máquina a máquina considerando que los depósitos que incorporan son de capacidades despreciables y a final de cada mes se repostan procurando dejarlos llenos. Así la expresión anterior se reduce a:

$$\text{Volumen repostado durante el mes (i)} = \text{suma de consumo durante el mes (i)}$$

aplicada a cada máquina por separado.

De esta manera podemos contrastar si el consumo así calculado para la suma de la maquinaria es igual al total calculado por el balance referido a los dos depósitos de almacenamiento. Si las diferencias no son significativas (interviene la precisión de los surtidores, de los indicadores de nivel, la conversión de nivel a volumen según la geometría de cada depósito...) podremos validar los consumos introducidos.

Para el control del consumo de combustible se utiliza el registro *RM-13. Control Anual del Consumo de Combustible de la Maquinaria*. Se trata de un libro Excel en el que cada hoja representa los cálculos mensuales y en la que se introducen los datos de los repostajes de los proveedores (albaranes de entrega), los consumos de cada maquinaria apuntados por los operarios cuando repostan de los dos depósitos de almacenamiento (tienen una hoja para rellenarlos a pie de tanque) y el nivel de existencias del último día de mes el cual será el mismo que el del primer día del mes siguiente.

Además también se incorporan los valores del contador de horas por lo que se puede calcular el consumo específico en unidades de tiempo de funcionamiento.

Existe una hoja más del libro que es el resumen anual, donde se puede visualizar la evolución mes a mes de valores como los consumos absolutos, los consumos específicos, el número de horas de funcionamiento, las existencias en la Terminal....

Registros asociados:

- RM-13: Control Anual del Consumo de Combustible de la Maquinaria

### 5.2.15 PM-15. Elaboración de gamas de mantenimiento preventivo

La definición de gama de mantenimiento la podemos establecer como un conjunto de operaciones de tipo preventivo a realizar sobre un determinado equipo o equipos en el mismo instante de tiempo, es decir, se trata de un paquete de acciones a ejecutar conjuntamente con la misma frecuencia de repetición.

La manera de identificarlas se basará en una codificación de letras y dígitos con la siguiente máscara: **PR-XX-YY**, donde:

- **PR**: hacer referencia a que se trata de una gama de mantenimiento preventivo.
- **XX**: letras que identifican la clase de equipos a los que aplica.
- **YY**: números que indican el orden correlativo entre ellas.

La recopilación de todas las gamas en vigor se presenta en el registro *RM-18. Gamas de Mantenimiento Preventivo*.

Las operaciones a realizar las clasificamos atendiendo a su naturaleza, distinguiendo las mecánicas, las eléctricas, las de instrumentación o electrónicas y las de lubricación.

La codificación que seguirán será la siguiente: **X-YYY**, donde:

- **X**: letra que identifica la naturaleza de la gama: **M** = mecánica, **E**= eléctrica, **I** = instrumentación y **L** = lubricación y engrase.
- **YYY**: código de tres dígitos que establece el orden correlativo entre ellas.

La numeración **YYY** se hará en saltos de 10 unidades para facilitar que, futuras gamas que se incorporen a las ya existentes, se puedan intercalar entre las que funcionalmente guarden más semejanza sin afectar a la numeración del resto.

Este sistema de identificación facilita el tratamiento posterior de manera totalmente informatizada por parte de un software de gestión de mantenimiento como venimos procurando.

Registros asociados:

- RM-14: Operaciones de Mantenimiento Preventivo Mecánicas
- RM-15: Operaciones de Mantenimiento Preventivo Eléctricas
- RM-16: Operaciones de Mantenimiento Preventivo de Instrumentación y Electrónicas
- RM-17: Operaciones de Mantenimiento Preventivo de Lubricación
- RM-18: Gamas de Mantenimiento Preventivo

#### *5.2.16 PM-16. Elaboración del plan de mantenimiento preventivo*

El plan de mantenimiento preventivo es el fruto de la combinación de tres factores fundamentales: la identificación del equipo objeto del mantenimiento, la descripción del conjunto de operaciones a realizar (gamas de mantenimiento preventivo) y la frecuencia de repetición con las que se van a llevar a cabo en el tiempo.

Otros datos de interés que pueden servir para completar un plan de mantenimiento preventivo son la asignación de las personas responsables de su ejecución y la trazabilidad del

documento donde quedará registrada la intervención para posteriores consultas. Estos documentos pueden ser certificados o informes que adjuntaremos a nuestra documentación en caso de ser ejecutados por empresas subcontratadas, o bien *Hojas de Visita* si se ha realizado por personal propio.

Con esta filosofía es como se concibe el *Plan de Mantenimiento Preventivo* y en él se condensan todos los trabajos de mantenimiento de tipo preventivo, independientemente que sean sistemáticos, predictivos o cuyo origen sea de preceptivo cumplimiento.

Registros asociados:

- RM-09: Plan de Mantenimiento Preventivo
- RM-18: Gamas de Mantenimiento Preventivo
- RM-22/37: Hojas de Visita de Mantenimiento Preventivo

#### *5.2.17 PM-17. Elaboración del calendario de mantenimiento preventivo*

La planificación del mantenimiento preventivo se fundamenta, además de en el Plan de Mantenimiento Preventivo, en el Calendario de Mantenimiento Preventivo.

El *RM-10. Calendario de Mantenimiento Preventivo* es el documento que distribuye en el tiempo las operaciones de mantenimiento preventivo a realizar a los equipos, teniendo como fin facilitar la planificación de los recursos necesarios y la consiguiente constatación de la ejecución de los trabajos.

Debido a que en la Terminal coexiste maquinaria móvil, cuyo intervalo de operación se mide en tiempo de funcionamiento o relativo; con equipos cuyos periodos se computan en unidades de tiempo transcurrido o absoluto; el registro lo componen dos documentos, cada uno válido según el tipo de equipo en cuestión.

En el caso de tiempo de funcionamiento se incluyen las grúas y las palas cargadoras. Este calendario lo constituye una hoja de cálculo donde se incorporan los valores del horómetro y la fecha en el momento de la toma del dato. En función de dichas entradas la hoja automáticamente calcula las horas a las que corresponde la siguiente revisión, la fecha estimada en la que la alcanzaría si mantuviese el mismo ritmo de uso y las gamas de mantenimiento preventivo que aplican.

Para el resto de equipos que siguen un plan de mantenimiento en unidades de calendario fijo, se ha confeccionado una tabla en la que las columnas representan la unidad de tiempo menor utilizada como múltiplo de los intervalos de mantenimiento. En nuestro caso dicha unidad de referencia son las semanas. Las entradas de las filas son la clase de los equipos sujetos a mantenimiento preventivo. La intersección de una semana concreta con un tipo de equipo cualquiera muestra la necesidad o no de realizar mantenimiento y en caso afirmativo las gamas que le aplican. Debido a que la unidad de tiempo base es tan reducida, la tabla anual completa se divide en dos semestrales para facilitar su lectura y comprensión.

Una vez finalizada la intervención, el encargado de mantenimiento rellena en la celda correspondiente la fecha real de ejecución. De esta manera se puede apreciar con agilidad el calendario de actividades previstas, las ya realizadas y las que quedan pendientes.

Mención especial merece la maquinaria móvil auxiliar (las pequeñas palas de limpieza de barco, la barredora, la carretilla elevadora, la miniexcavadora, la plataforma elevadora y el camión motobomba). Su mantenimiento preventivo original sigue una frecuencia de horas de funcionamiento pero, debido al reducido número de horas que durante el año desarrollan y la escasa repercusión que una imprevista indisponibilidad ocasionaría en las operaciones de la Terminal, se ha planificado su mantenimiento preventivo fijando intervenciones anuales a plazo fijo para garantizar su correcto mantenimiento y facilitar así las labores de planificación y control de los trabajos.

❑ Registros asociados:

- RM-09. Plan de Mantenimiento Preventivo
- RM-10: Calendario de Mantenimiento Preventivo
- RM-18: Gamas de Mantenimiento Preventivo

#### 5.2.18 PM-18. Cálculo de costes

El objetivo del cálculo de costes es llegar a conocer el *Coste Integral de Mantenimiento*. Dicho coste lo podemos definir como un valor que recoge el resultado económico de la gestión total del mantenimiento de una empresa. De ahí la importancia de su obtención.

Se puede aplicar a equipos de manera individual, agruparlo en secciones de equipos funcionales o jerárquicos o, incluso, computarlo como el valor de todo el mantenimiento en conjunto de la instalación.

En nuestro caso el campo de aplicación se circunscribe a los equipos de mayor significación por una parte (las tres grúas móviles y las siete palas cargadoras) de manera individualizada y, por otra parte, a la agrupación del resto de maquinaria móvil (equipos auxiliares que no intervienen en la operativa productiva de la Terminal) y al conjunto de las instalaciones. Es decir, la estructura de costes planteada presenta  $3 + 7 + 1 + 1 = 12$  centros de coste donde imputar el gasto producido en el mantenimiento.

Si clasificamos los costes según el *tipo de gasto*, el Coste Integral se puede calcular como la suma de la mano de obra propia, las reparaciones subcontratadas, los materiales del almacén de repuestos consumidos, los materiales de compra directa adquiridos y el coste de los seguros de responsabilidad civil de la maquinaria.

Análogamente, si el criterio se rige por el *tipo de mantenimiento o su finalidad*, el cálculo obedece a la suma del mantenimiento preventivo, del correctivo y del modificativo.

Esta última clasificación se puede descomponer más identificando dentro del mantenimiento preventivo si se trata de sistemático, predictivo o legal; y, en el caso del correctivo, si es de tipo urgente o planificado. El sistema de toma de datos permite recoger todas estas matizaciones pero, debido a las limitaciones que presenta la aplicación Excel como instrumento de tratamiento de datos, en un primer momento no trabajaremos a nivel de gestión con esta subclasificación para, en un estadio de implantación más avanzado, incluirlo en el GMAO.

La figura 5.9 representa esquemáticamente los costes explicados.

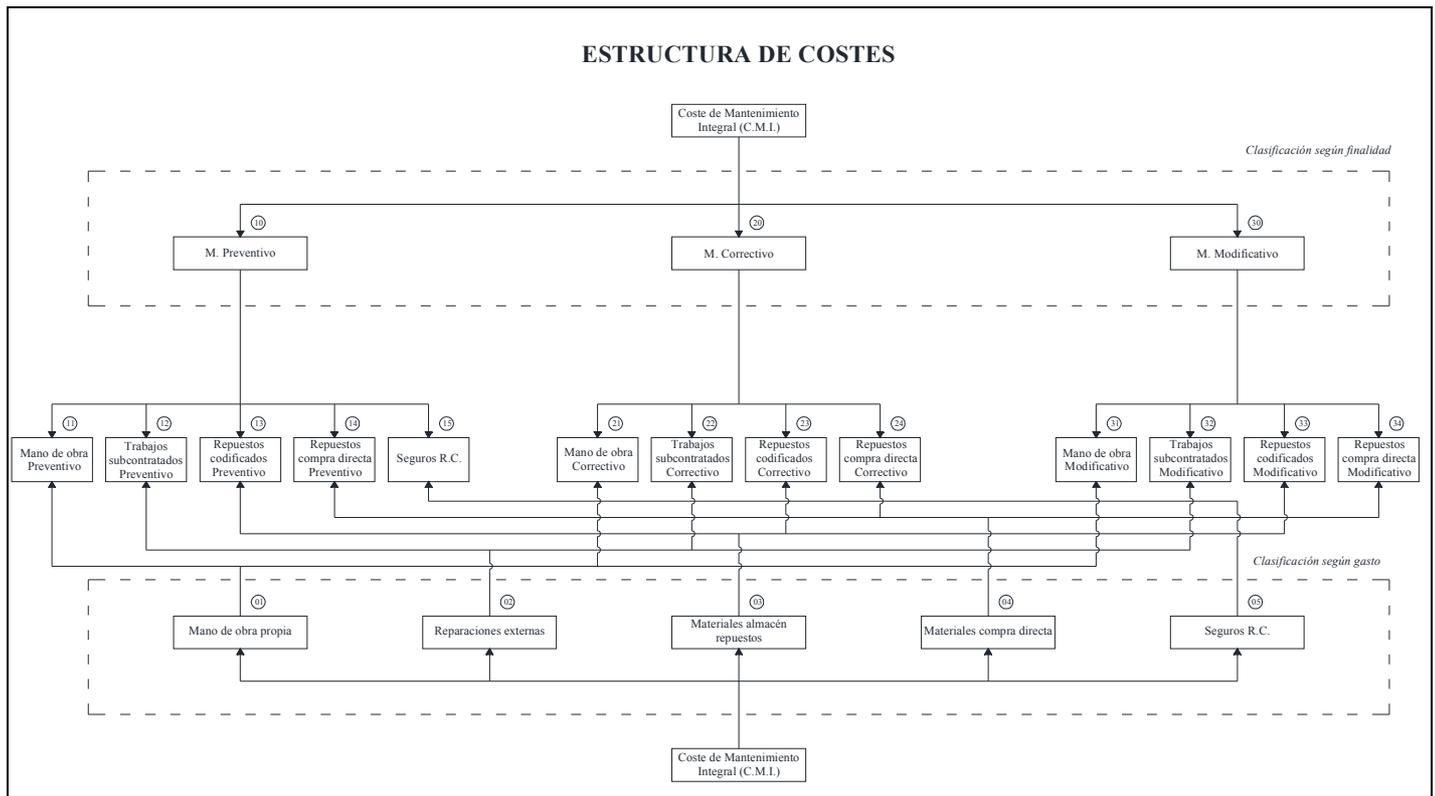


Figura 5.10. Estructura de costes

La fuente de información para el cálculo de los costes es la *Orden de Trabajo*. En ella se recogen las horas de mano de obra del personal propio, los materiales consumidos del almacén de repuestos, las partes de reparaciones de empresas externas y los albaranes de entrega de los materiales de compra directa que no pasan por el almacén de material codificado.

Estos datos sirven de alimentación a una aplicación Excel que recoge todo lo acontecido cada mes (*RM-19. Imputación de Horas de Personal Propio* y *RM-20. Costes Mensuales de las Órdenes de Trabajo*) y que, calcula automáticamente todos los costes asociados para la obtención del *Coste Integral de Mantenimiento*.

Registros asociados:

- RM-04: Orden de Trabajo
- RM-19: Imputación de Horas de Personal Propio
- RM-20: Costes Mensuales de las Órdenes de Mantenimiento

### 5.2.19 PM-19. Obtención de indicadores de gestión

El objetivo de los indicadores de gestión es mostrar el grado de eficacia de nuestra gestión. Así pues se trata de herramientas de control que, para que resulten realmente útiles, deben cumplir con una serie de condiciones:

- deben transmitir información práctica y objetiva
- deben ser fácilmente medibles
- deben ser suficientes en número para cumplir su misión pero no en demasía para no resultar contraproducentes. Aquellos que no aporten información útil conviene desterrarlos para no complicar innecesariamente nuestra gestión.
- deben contabilizarse siempre con los mismos criterios. La importancia de los indicadores radica en observar la tendencia de su evolución en ejercicios consecutivos más que su valor puntual en una determinada ocasión, por ello resulta muy importante que se determine un método de medida inalterable durante el tiempo aunque no sea el más riguroso de los posibles.

Existen dos tipos de indicadores atendiendo a su naturaleza: los básicos o absolutos y los elaborados o relativos (estos últimos conjugan más de una variable).

A continuación se detallan los indicadores de gestión seleccionados en primera instancia para gestionar el departamento de mantenimiento de Servicesa. La elección de los indicadores debe estar en continuo estudio para actualizarla en caso de ser necesario.

#### INDICADORES BÁSICOS

- Disponibilidad Global (DG)

Refleja el porcentaje de tiempo que el sistema o equipo en estudio está en condiciones de producir.

El elemento que directamente se mide son las horas de indisponibilidad de los equipos más representativos. La forma de medir las disponibilidades parciales (complementarias de sus respectivas indisponibilidades) es contabilizar las horas en las que los equipos han estado fuera de uso por causas imputables al departamento de mantenimiento sin contar los tiempos de preventivo empleados en el caso de las grúas y de las palas de limpieza de bodega (sólo trabajan cuando hay barco y puede representar tres días al mes de media). En el caso de las palas cargadoras sí se cuentan sus preventivos (la retirada del material de un barco se puede prolongar hasta 30 días).

Una vez computadas las horas de indisponibilidad se contrasta, o bien con las horas de operativa de barco para el caso de los equipos que sólo operan en este caso, o bien contra las horas totales del mes para el resto de equipos. Este criterio se basa en que de esta manera se penaliza más la indisponibilidad existente en las grúas cuando realmente son necesarias en la operativa de la Terminal. Si no se hiciese así, sus disponibilidades parciales serían todos los meses mayores del 90% aunque hubieran estado fuera de servicio durante todo el periodo de descarga del buque.

Así pues las disponibilidades parciales se obtienen como:

$$DP = \frac{\text{Número horas barco} - \text{Número horas indisponible}}{\text{Número horas barco}} \cdot 100$$

Para GM-02, GM-03, GM-04, PL-01 y PL-02

$$DP = \frac{\text{Número horas mes} - \text{Número horas indisponible}}{\text{Número horas mes}} \cdot 100$$

Para PL-04, PL-05, PL-06 y PL-07

El cálculo de la disponibilidad global lo obtenemos como un valor promedio de las disponibilidades de los equipos que intervienen en la operativa de la Terminal ponderados por un factor que considera el grado de importancia que tienen en el conjunto de la explotación.

$$DG = \frac{\sum_{i=1}^9 \xi_i \cdot D_i}{\sum_{i=1}^9 \xi_i} = \frac{\sum_{i=1}^9 \xi_i \cdot D_i}{5.6}$$

EQUIPO	i	ξ
Grúa móvil GM-02	1	1
Grúa móvil GM-03	2	1
Grúa móvil GM-04	3	1
Pala cargadora PL-01	4	0.3
Pala cargadora PL-02	5	0.3
Pala cargadora PL-04	6	0.5
Pala cargadora PL-05	7	0.5
Pala cargadora PL-06	8	0.5
Pala cargadora PL-07	9	0.5
	$\sum \xi_i$	5.6

Tabla 5.3 Resumen de disponibilidades parciales

A las grúas se les ha asignado una importancia capital debido a que son los equipos de mayor coste y esenciales para no demorar la operativa de carga y descarga de los barcos; las palas PL-01 y PL-02 tienen un coeficiente de ponderación bajo porque se utilizan para la limpieza de las bodegas cuando están prácticamente acabadas y con una de ellas sería suficiente; y las palas cargadoras PL-04, PL-05, PL-06 y PL-07 son la maquinaria que cargan los camiones y las tolvas de ferrocarril y su tiempo de uso es mayor que las otras palas pero presentan redundancia debido a que no es habitual operar con más de dos simultáneamente.

- Coste de Mantenimiento Integral (CMI)

Como se ha explicado anteriormente, este indicador muestra el valor total del coste imputable al departamento de mantenimiento y representa un instrumento de control de vital importancia que conviene seguir de cerca para no sobrepasar el presupuesto del departamento.

- Valor Inventariado del Almacén de Repuestos (VI)

Este valor refleja la valoración económica que tenemos almacenada a modo de repuestos de mantenimiento.

Desde el punto de vista del departamento de mantenimiento es un parámetro que a mayor valor debería proporcionar una mejora en la calidad del servicio para solventar las necesidades de aprovisionamiento de material.

Por el contrario, desde el punto de vista del departamento de contabilidad, es un valor inmovilizado que ocasiona gastos financieros por lo que resultaría rentable reducir.

Lograr su punto de equilibrio debería ser el objetivo a conseguir.

## **INDICADORES ELABORADOS**

### - Coste de Mantenimiento Integral VS Presupuesto (CMI/PTO)

El Coste de Mantenimiento Integral por sí solo puede resultar un dato vacío. Si por el contrario lo comparamos con el presupuesto estimado para el presente ejercicio podemos ir controlando el grado de cumplimiento o desviación real y, por tanto, realizar políticas de mantenimiento encaminadas a su corrección.

### - Coste de Mantenimiento Integral VS Inversión Mantenido (CMI/IM)

Otra manera de ver el CMI es contrastándolo con el valor de la inversión o valor de reposición del conjunto de los equipos e instalaciones cuyo mantenimiento y conservación estén bajo nuestra responsabilidad.

Es un indicador con un objetivo a minimizar.

### - Coste de Mantenimiento Integral VS Tonelaje Manipulado (CMI/TM)

Análogamente, otra opción interesante es comparar el CMI con la unidad de fabricación producida. En el caso de Servicesa y dada su condición, esta unidad es la tonelada de mercancía manipulada.

A diferencia del indicador anterior, este es un indicador de carácter dinámico porque tiene en cuenta no sólo la eficacia de nuestra gestión como elemento aislado, sino que la evalúa con la marcha de la empresa a nivel de facturación o ventas. Su objetivo es minimizarlo.

### - Coste de Mantenimiento Integral por tipo de Finalidad

Tal y como se vio en el procedimiento *PM-18. Cálculo de costes*, la estructura de costes nos permite conocer el desglose del CMI según sea la finalidad del mantenimiento ejecutado, es decir, por mantenimiento preventivo, correctivo y modificativo.

### - Coste de Mantenimiento Integral por tipo de Gasto

Análogamente al indicador anterior, la estructura de costes asignada también nos permite conocer el desglose del CMI según sea el tipo de gasto, es decir, por mano de obra, por reparaciones subcontratadas, por materiales consumidos del almacén de repuestos, por materiales adquiridos de compra directa y por seguros de responsabilidad civil.

- Índice de Rotación de Materiales No Amortizables (IR)

Este parámetro es útil para conocer el grado de utilización del almacén de repuestos. Se trata de evaluar el coste de los materiales consumidos del tipo no amortizable (artículos de coste unitario menor de 600 € y no reparables) durante un año completo en comparación con el valor medio del inventario de estos artículos exclusivamente durante el periodo de tiempo analizado. De esta forma obtenemos una referencia de la rotación que este tipo de materiales sufren y así una clara indicación de la utilización real de nuestro almacén.

Para su cálculo se considera únicamente los artículos consumibles o fungibles porque los amortizables, aunque tengan escasa rotación, su presencia en el almacén se justifica generalmente porque tienen plazos de entrega elevados y son difíciles de conseguir, siendo elementos críticos para la disponibilidad de la empresa.

El cálculo del Índice de Rotación para un periodo determinado de  $n$  meses inferior al año es:

$$IR(\%) = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Consumo, repuestos no amortizables}}{\text{Valor medio almacén no amortizables}} \cdot \frac{12}{n} \cdot 100$$

- Horas empleadas en M. Preventivo VS Horas empleadas en M. Correctivo (MP/MC)

La utilidad de este parámetro reside en el conocimiento de la dedicación que ejercemos sobre cada uno de los dos tipos fundamentales de mantenimiento en base a tiempo de mano de obra. En cuanto a costes totales ya lo hemos comparado con anterioridad pero, teniendo en cuenta que en el mantenimiento correctivo juegan un papel muy destacado los materiales consumidos en el cómputo global del coste de reparación, este indicador aquí definido muestra la relación real existente en cuanto a tiempo de trabajo.

5.2.20 *PM-20. Elaboración del informe mensual*

Hasta ahora nos hemos centrado en obtener indicadores, costes y demás herramientas capaces de aportar información sobre la eficacia del departamento de mantenimiento. Pero para poder sacar realmente todo el jugo al trabajo realizado, resulta sumamente importante ser capaces de presentar toda la información en un formato ágil y cómodo de ver, para de esta manera poder controlar la evolución de los datos mes a mes y globalmente de forma acumulativa con respecto al total del periodo en curso.

El *RM-21. Informe Mensual* es un libro Excel en el que cada hoja de cálculo representa los datos obtenidos en el mismo mes y, la hoja resumen, condensa la evolución de los valores más significativos de manera acumulada a lo largo del año.

Dicha hoja resumen será la que plasme visualmente los parámetros a controlar y será la herramienta de seguimiento y control.

☐ Registros asociados:

- RM-20. Costes Mensuales de las Órdenes de Trabajo
- RM-21. Informe Mensual

## 5.3 Registros de mantenimiento

### 5.3.1 RM-01. Listado de procedimientos en vigor

Este registro sirve para tener controlado en todo momento el conjunto de los procedimientos existentes e identificar la versión vigente en cada momento.

Los procedimientos, al igual que sucede con los registros, son documentos que plasman la forma de trabajar de la empresa. Considerando que dicha metodología no permanece invariable durante el tiempo sino que se reinventa día a día, resulta imprescindible actualizar la documentación al mismo ritmo que cambian los métodos y poder asegurar así la trazabilidad formal.

		Nº Rev.	0
<b>RM-01. LISTADO DE PROCEDIMIENTOS EN VIGOR</b>		Fecha Edición	nov-10
CÓDIGO	TÍTULO	REVISIÓN	FECHA EDICIÓN
PM-01	Procedimiento de codificación documental	0	oct-10
PM-02	Procedimiento de codificación de secciones o grupos funcionales	0	oct-10
PM-03	Procedimiento de codificación de equipos	0	oct-10
PM-04	Procedimiento de generación de órdenes de trabajo	0	oct-10
PM-05	Pautas de prevención en los trabajos de mantenimiento	0	oct-10
PM-06	Trabajos de mantenimiento correctivo	0	oct-10
PM-07	Trabajos de mantenimiento preventivo	0	oct-10
PM-08	Trabajos de mantenimiento modificativo	0	oct-10
PM-09	Codificación de materiales de repuesto	0	oct-10
PM-10	Clasificación ubicaciones del almacén de mantenimiento	0	oct-10
PM-11	Creación del Maestro de Materiales	0	oct-10
PM-12	Procedimiento de control de movimientos de almacén	0	oct-10
PM-13	Procedimiento de compras	0	oct-10
PM-14	Control de combustible	0	oct-10
PM-15	Elaboración de gamas de mantenimiento preventivo	0	oct-10
PM-16	Elaboración del plan de mantenimiento preventivo	0	oct-10
PM-17	Elaboración del calendario de mantenimiento preventivo	0	oct-10
PM-18	Cálculo de costes	0	nov-10
PM-19	Obtención de indicadores de gestión	0	nov-10
PM-20	Elaboración del informe mensual	0	nov-10

### 5.3.2 RM-02. Listado de registros en vigor

Análogamente al registro anterior, este documento tiene como fin poder listar el conjunto de registros existentes y sus versiones más recientes.

		Nº Rev.	0	
<b>RM-02. LISTADO DE REGISTROS EN VIGOR</b>		Fecha Edición	nov-10	
CÓDIGO	TÍTULO	REVISIÓN	FECHA EDICIÓN	FORMATO ORIGINAL
RM-01	Listado de procedimientos en vigor	0	oct-10	Excel
RM-02	Listado de registros en vigor	0	oct-10	Excel
RM-03	Listado de equipos	0	oct-10	Excel
RM-04	Orden de trabajo	0	oct-10	Word
RM-05	Lista de verificación de seguridad	0	oct-10	Word
RM-06	Vale de almacén	0	oct-10	Word
RM-07	Parte diario de trabajo	0	oct-10	Excel
RM-08	Parte de incidencias	0	oct-10	Word
RM-09	Plan de mantenimiento preventivo	0	oct-10	Word
RM-10	Calendario anual mantenimiento preventivo	0	oct-10	Excel
RM-11	Guía de codificación de los materiales	0	oct-10	Excel
RM-12	Maestro de materiales	0	oct-10	Excel
RM-13	Control anual del consumo de combustible de la maquinaria	0	oct-10	Excel
RM-14	Operaciones de mantenimiento preventivo mecánicas	0	oct-10	Excel
RM-15	Operaciones de mantenimiento preventivo eléctricas	0	oct-10	Excel
RM-16	Operaciones de mto. preventivo instrumentación y electrónicas	0	oct-10	Excel
RM-17	Operaciones de mto. preventivo lubricación	0	oct-10	Excel
RM-18	Gamas de mantenimiento preventivo	0	oct-10	Excel
RM-19	Imputación de horas de personal propio	0	nov-10	Excel
RM-20	Costes mensuales órdenes de trabajo	0	nov-10	Excel
RM-21	Informe mensual	0	nov-10	Excel
RM-22	Hoja de visita preventiva: Grúas Móviles	0	nov-10	Excel
RM-23	Hoja de visita preventiva: Maquinaria Auxiliar	0	oct-10	Excel
RM-24	Hoja de visita preventiva: Pallas Cargadoras	0	oct-10	Excel
RM-25	Hoja de visita preventiva: Puente Grúa	0	oct-10	Excel
RM-26	Hoja de visita preventiva: Grapines	0	oct-10	Excel
RM-27	Hoja de visita preventiva: Depósitos de Gasoil	0	oct-10	Excel
RM-28	Hoja de visita preventiva: Compresores	0	oct-10	Excel
RM-29	Hoja de visita preventiva: Herramientas	0	oct-10	Excel
RM-30	Hoja de visita preventiva: Extintores	0	oct-10	Excel
RM-31	Hoja de visita preventiva: Cuadros eléctricos	0	oct-10	Excel
RM-32	Hoja de visita preventiva: Torres de Alumbrado	0	oct-10	Excel
RM-33	Hoja de visita preventiva: Estación Depuradora	0	oct-10	Excel
RM-34	Hoja de visita preventiva: Alumbrado de Emergencia	0	oct-10	Excel
RM-35	Hoja de visita preventiva: Red de Aire Comprimido	0	oct-10	Excel
RM-36	Hoja de visita preventiva: Climatización	0	oct-10	Excel
RM-37	Hoja de visita preventiva: Red de Aguas Pluviales e Industriales	0	oct-10	Excel

5.3.3 RM-03. Listado de equipos



RM-03. LISTADO DE EQUIPOS

1/2

Nº Rev.  
Fecha Edición

0  
oct-10

SECCIÓN		EQUIPO	
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	CÓDIGO	DENOMINACIÓN
01	DESCARGA / CARGA BUQUES	GM-02	Grúa móvil Gottwald HMK 330 EG
		GM-03	Grúa móvil Liebherr LHM 500
		GM-04	Grúa móvil Liebherr LHM 500
		PL-02	Pala cargadora CAT 966G II
		PL-03	Pala cargadora CAT 966G II
		PL-04	Pala cargadora CAT 966H
		GP-01	Cuchara 23,5 m3
		GP-03	Cuchara 30,5 m3
		GP-04	Cuchara 23,5 m3
		GP-05	Cuchara 23,5 m3
		GP-06	Cuchara 42,5 m3
		GP-07	Cuchara 42,5 m3
02	LEVANTE Y EXPEDICIÓN	PL-01	Pala cargadora CAT 980G II
		PL-05	Pala cargadora CAT 972H
		PL-06	Pala cargadora CAT 972H
		PL-07	Pala cargadora CAT 972H
		BC-01	Báscula puente entrada vieja
		BC-02	Báscula puente salida vieja
		BC-03	Báscula puente entrada nueva
		BC-04	Báscula puente salida nueva
03	MAQUINARIA AUXILIAR	CB-01	Camión motobomba
		CE-01	Carretilla contrapesada CAT DP40
		BR-01	Barredora FIAT HITACHI
		PC-01	Mini excavadora Volvo 247
		PE-01	Plataforma articulada
		VH-01	Citroën Berlingo 9946-FZD
		VH-02	Citroën Berlingo 9953-FZD
		VH-03	Honda 8680-CLH
		VH-04	Hyundai Getz 9896-DFC
		VH-05	Hyundai Getz 4305-FZS
04	INSTALACIONES Y EDIFICIOS	PG-01	Puente grúa 5 tm
		ES-01	Nave taller 1
		ES-02	Nave taller 2
		ES-03	Edificio oficinas
		ES-04	Lavadero
		ES-05	Caseta básculas viejas
		ES-06	Caseta básculas nuevas
		ES-07	Superficie muelle
		ES-08	Superficie área de servicios
		DP-01	Depósito gasoil 20.000 lt
		DP-02	Depósito gasoil 5.000 lt
		HL-01	Hidrolimpiadora
		CO-01	Compresor aire comprimido
		CO-02	Compresor aire comprimido
		IN-01	Red de aire comprimido
		IN-02	Red de fuerza de BT
		IN-03	Red de alumbrado de BT

SECCIÓN		EQUIPO	
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	CÓDIGO	DENOMINACIÓN
04	INSTALACIONES Y EDIFICIOS	IN-04	Red de agua potable
		IN-05	Red de aguas fecales
		IN-06	Red de aguas pluviales
		IN-07	Red de aguas industriales
		IN-08	Instalación climatización
		IN-09	Instalación de telefonía
		IN-10	Red Informática
		IN-11	Alumbrado emergencias
		IN-12	Instalación hidráulica lavadero
		TA-01	Torre de alumbrado 1
		TA-02	Torre de alumbrado 2
		TA-03	Torre de alumbrado 3
		TA-04	Torre de alumbrado 4
		TA-05	Torre de alumbrado 5
		CG-01	CGBT
		CS-01	Cuadro secundario CS-01
		CS-02	Cuadro secundario CS-02
		CS-03	Cuadro secundario CS-03
		CS-04	Cuadro secundario CS-04
		CS-05	Cuadro secundario CS-05
		CS-06	Cuadro secundario CS-06
		CS-07	Cuadro secundario CS-07
		CS-08	Cuadro secundario CS-08
		CS-09	Cuadro secundario CS-09
		CS-10	Cuadro secundario CS-10
		CS-11	Cuadro secundario CS-11
		CS-12	Cuadro secundario CS-12
		CS-13	Cuadro secundario CS-13
		CS-14	Cuadro secundario CS-14
		CS-15	Cuadro secundario CS-15
		CS-16	Cuadro secundario CS-16
		CS-17	Cuadro secundario CS-17
		ED-01	Decantador de sólidos
ED-02	Separador de hidrocarburos		
ED-03	Rejilla de desbaste		
ED-04	Separador de grasas		
ED-05	Depuradora 1		
ED-06	Depuradora 2		
ED-07	Rejilla de desaque lavadero		
VL-01	Vallado perimetral		
CH-01	Extintores edificio oficinas		
CH-02	Extintores nave taller		
CH-03	Hidranje		
SA-01	SAI oficinas		
SA-02	SAI taller		
SA-03	SAI's báscula nueva		
05	MÁQUINAS HERRAMIENTAS	HR-01	Soldadoras de arco eléctrico
		HR-02	Máquinas autógenas
		HR-03	Quinales y polipastos
		HR-04	Taladradora torre
05	RESTO	GE-01	Generador gasoil

#### 5.3.4 RM-04. Orden de trabajo

Es uno de los registros más importantes. En él se incluye la información que sirve de base para el cálculo de los indicadores de gestión que vamos a evaluar.

El encargado de mantenimiento rellenará antes de la intervención la fecha de creación de la orden, el código del equipo (máquina o instalación), la sección a la que pertenece, el estado en el que debe estar el equipo, el origen que motiva el trabajo y el tipo de orden de que se trata. Con estos dos últimos parámetros se clasificará el coste de la orden para su análisis mensual. Otro campo que completará es la descripción de los trabajos.

Cada operario que interviene en la misma orden rellenará, acabada su jornada de trabajo, los campos relativos a su identificación, la fecha de ejecución y las horas consumidas. Si ha necesitado utilizar algún artículo del almacén de repuestos, tras rellenar el pertinente *Vale de almacén (RM-06)*, adjuntará su número de vale en la casilla destinada para tal fin en la *Orden de Trabajo*. Si el equipo posee un horómetro, el valor de lectura también lo incluirá en la orden.

Finalizado el trabajo, el encargado anotará los números de los albaranes de entrega de material o de trabajo de empresa externa, según el caso, si es que hubieran intervenido en la realización del trabajo, anotando dichas referencias en las casillas inferiores. También incluirá el número de horas que el equipo ha estado fuera de uso por causas imputables al departamento de mantenimiento para calcular así su indisponibilidad.

Así pues, este registro es capaz de proporcionar la información necesaria para elaborar los costes (mano de obra propia, materiales del almacén, materiales de compra directa y reparaciones externas), su imputación por equipos, por finalidad o tipo de mantenimiento y por origen.

También transmite la base para el cálculo de la disponibilidad global y permite cuadrar las horas del personal propio contrastando la información de las horas de las órdenes de trabajo con la de los *Partes Diarios de Trabajo* del personal (RM-07).

Se trata pues del vehículo principal de la información.

		<b>RM-04. ORDEN DE TRABAJO</b> N° rev. 0 Fecha edición: oct.10				Número:	
						Fecha:	
Equipo:		Sección:		Horas:		Tiempo fuera de uso:	
Para su reparación: <input type="checkbox"/> El equipo debe estar parado <input type="checkbox"/> El equipo puede estar en marcha		La orden incluye: <input type="checkbox"/> Material de almacén <input type="checkbox"/> Material de compra directa <input type="checkbox"/> Reparaciones externas		Origen: <input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Medio Ambiente <input type="checkbox"/> Operaciones <input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/> Preventivo <input type="checkbox"/> Otros		Tipo de Orden: <input type="checkbox"/> Correctiva Urgente <input type="checkbox"/> Correctiva Planificada <input type="checkbox"/> Preventiva Sistemática <input type="checkbox"/> Preventiva Predictiva <input type="checkbox"/> Preventiva Legal <input type="checkbox"/> Modificativa	
Descripción de Trabajos:							
PERSONAL PROPIO				PERSONAL PROPIO			
Fecha	Nombre	Horas	Horas Extras	Fecha	Nombre	Horas	Horas Extras
Materiales compra directa:				Materiales almacén de repuestos:			
Empresa subcontratada:							
						V° B°	



### 5.3.6 RM-06. Vale de almacén

Este documento se encuentra en un estadillo copiativo ubicado en un punto central del almacén de repuestos. A medida que se practican salidas internas para consumo, el operario que las lleve a cabo debe rellenarlo. En él cumplimenta la fecha de salida del material, el código de almacén y la descripción del material (ambos datos figuran en la etiqueta del artículo), las unidades que consume y las unidades que restan. Como todo material del almacén de repuestos que se saque es motivado por una orden de trabajo, su número lo registrará en la casilla inferior, así quedará imputado el coste del material rebajado del inmovilizado del almacén en la orden correspondiente (se imputa al equipo, tipo de mantenimiento... que figure en la orden de trabajo).

Se rellena un vale por orden independiente, aunque puede darse el caso que consumamos más de un artículo diferente para la misma orden de trabajo. Tras su cumplimentación se separa el original y se adjunta a la orden de trabajo. La copia permanece en el almacén para posibles consultas futuras.

 <small>TERMINALES MARITIMAS SERVICESA</small>	<b>RM-06. VALE DE ALMACÉN</b> Nº rev. 0 Fecha edición: oct.10	Nº VALE <hr/> FECHA
--	---	------------------------

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN MATERIAL	UD. SAL.	UD. EXIST.

Nº ORDEN TRABAJO	FIRMA
------------------	-------

### 5.3.7 RM-07. Parte diario de trabajo

Es el registro que rellenan diariamente los operarios junto a las órdenes de trabajo. Como alternan trabajos de mantenimiento con trabajos de operaciones se hace necesario distinguir su implicación de horas. La parte de mantenimiento debe coincidir con la referida en las correspondientes órdenes de trabajo.

tms		RM-07. PARTE DIARIO DE TRABAJO		Nº _____	
TERMINALES MARITIMAS SERVICESA		Nº Rev. 0 Fecha Edición: oct-10		Fecha: _____	
Operario: _____					
<b>TRABAJOS DE MANTENIMIENTO</b>					
Nº Orden de Trabajo	Trabajos realizados	Tiempo (horas)	Tiempo (horas extra)		
<b>Total horas</b>					
<b>TRABAJOS DE OPERACIONES</b>					
Trabajos realizados		Tiempo (horas)	Tiempo (horas extra)		
<b>Total horas</b>					
<b>Observaciones</b>					
<b>Firma:</b> _____					



### 5.3.9 *RM-09. Plan de mantenimiento preventivo*

Este registro resume el conjunto de operaciones de mantenimiento preventivo que se efectúan en la Terminal, tanto de tipo sistemático, como predictivo o legal.

En él se recoge para cada equipo la frecuencia o intervalo de tiempo con el que se efectúan las inspecciones, el responsable de su ejecución, (pudiendo ser una empresa externa, una Entidad Colaboradora de la Administración o el propio departamento de mantenimiento de la empresa), la identificación de la gama de mantenimiento preventivo que le aplica en la cual se detallan el conjunto de operaciones a realizar, el número del documento donde queda registrado la intervención, y el origen que motiva la revisión (pudiendo ser por causas operativas, por calidad, seguridad y prevención, por motivos medioambientales o por estricto cumplimiento de la legislación vigente).

De esta manera de una somera inspección es posible visualizar todo el plan de mantenimiento preventivo de la empresa.

## RM-09. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Rev.: 0  
Fecha: Oct. 10  
Página: 1 de 2

EQUIPOS	ÍTEMS	FREC.	RESPONS.	GAMAS	REGISTRO	ORIGEN
Grúas móviles	GM-02, GM-03, GM-04	Diario	Interno	PR-GM-01	RM-22	S
		500 h	Interno	PR-GM-02	RM-22	O
		1A	OCA	APV, RD 1215	S/ certificado	L
		2.000 h	Interno	PR-GM-03	RM-22	O
		4.000 h	Interno	PR-GM-04	RM-22	O
		3A/6A/10A	OCA	MIE-AEM-04	S/ certificado	L
Palas cargadoras (propias), barredora, miniexcavadora, plataforma articulada, carretilla elevadora, camión motobomba	PL-01, PL-02, PL-03, BR-01, PC-01, PE-01, CE-01, CB-01	Diario	Interno	PR-MQ-01	RM-23	S
		1A / 500 h	Interno	PR-MQ-02	RM-23	O
		1A	OCA	APV, RD 1215	S/ certificado	L
		2A / 2.000 h	Interno	PR-MQ-03	RM-23	O
Palas cargadoras (renting)	PL-04, PL-05, PL-06, PL-07	Diario	Interno	PR-PL-01	RM-24	S
		500 h	Externo	PR-PL-02	S/ informe	O
		1.000 h	Externo	PR-PL-03	S/ informe	O
		2.000 h	Externo	PR-PL-04	S/ informe	O
		1A	OCA	APV, RD 1215	S/ certificado	L
Grapines	GP-01, GP-03, GP-04, GP-05, GP-06, GP-07, GP-08, GP-09	Diario	Interno	PR-GP-01	RM-26	S
		6M	Interno	PR-GP-02	RM-26	S, O
		1A	OCA	APV, RD 1215	S/ certificado	S
Básculas puente	BC-01, BC-02, BC-03, BC-04	1A	OCA	APV, RD 1215	S/ certificado	C
		2A	OCA	Calibración y verificación	S/ certificado	L
Depósitos de gasoil	DP-01, DP-02	6M	Interno	PR-DP-01	RM-27	S
		5A (2013)	OCA	ITC-MI-IP-03	S/ certificado	L
Compresores	CO-01, CO-02	6M	Interno	PR-CO-01	RM-28	S, O
		1A	Externo	PR-CO-02	S/ informe	O
		10A (2012, 2019)	OCA	ITC-MIE-AP-17	S/ certificado	L
Red de aire comprimido	IN-01	6M	Interno	PR-IN-01	RM-35	O

## RM-09. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Rev.: 0  
Fecha: Oct. 10  
Página: 2 de 2

EQUIPOS	ÍTEMS	FREC.	RESPONS.	GAMAS	REGISTRO	ORIGEN
Extintores	CI-01, CI-02	3M	Interno	PR-CI-01	RM-30	L
		1A	Externo	PR-CI-02	S/ informe	L
		5A	Externo	ITC-MIE-AP-05	S/ certificado	L
Cuadros eléctricos	CG-01, CS-01/CS-17	6M	Interno	PR-CS-01	RM-31	O
		1A	Externo	REBT 2002	S/ certificado	L
Torres de alumbrado	TA-01, TA-02, TA-03, TA-04, TA-05	6M	Interno	PR-TA-01	RM-32	S
Decantador de sólidos	ED-01	4S	Interno	PR-ED-01	RM-33	MA
Separador de hidrocarburos	ED-02	2S	Interno	PR-ED-02	RM-33	MA
		8S	Interno	PR-ED-03	RM-33	MA
Rejilla de desbaste	ED-03	1S	Interno	PR-ED-04	RM-33	MA
Cámara de grasas	ED-04	2S	Interno	PR-ED-05	RM-33	MA
		8S	Interno	PR-ED-06	RM-33	MA
Depuradora biológica	ED-05, ED-06	1S	Interno	PR-ED-07	RM-33	MA
		2S	Interno	PR-ED-08	RM-33	MA
		4S	Interno	PR-ED-09	RM-33	MA
Rejilla de desagüe lavadero	ED-07	2S	Interno	PR-ED-10	RM-33	MA
Cuadro eléctrico EDAR	CS-06	4S	Interno	PR-ED-11	RM-33	MA
		8S	Interno	PR-ED-12	RM-33	MA
Puente grúa	PG-01	6M	Interno	PR-PG-01	RM-25	S
		1A	Interno	PR-PG-02	RM-25	O
		1A	OCA	APV, RD 1215	S/ certificado	L
Alumbrado de emergencia	IN-11	3M	Interno	PR-IN-02	RM-34	S
Red de aguas pluviales e industriales	IN-06, IN-07	6M	Interno	PR-IN-03	RM-37	MA
Climatización	IN-08	6M	Interno	PR-IN-04	RM-36	MA
Equipos de soldar eléctricos	HR-01	6M	Interno	PR-HR-01	RM-29	S
Equipos de soldar oxicorte	HR-02	6M	Interno	PR-HR-02	RM-29	S

- En la columna de frecuencia: **S** = Semana; **M** = Mes; **A** = Año; **h** = hora
- En la columna de origen: **O** = Operaciones; **S** = Seguridad; **MA** = Medio Ambiente; **C** = Calidad; **L** = Legal.

### 5.3.10 RM-10. *Calendario de mantenimiento preventivo*

Este documento tiene dos versiones: la primera de ellas afecta únicamente a los equipos que utilizan una unidad relativa de tiempo, en nuestro caso la unidad son las horas de funcionamiento, mientras que la segunda versión aplica a aquellos equipos que obedecen a un calendario de unidades absolutas o fijas de tiempo transcurrido, independientemente de las horas que hayan trabajado realmente durante el periodo computado.

En el caso del *Calendario de Tiempo de Funcionamiento*, se contemplan las grúas móviles y las palas cargadoras de levante de mercancía. El resto de maquinaria móvil se utiliza para labores auxiliares no operacionales y su número de horas anuales es tan reducido que favorece el hecho de medirlo en unidades de calendario fijo.

Se trata de un fichero Excel en el que se van notificando fechas y horas de funcionamiento de la maquinaria descrita con anterioridad y, automáticamente, calcula cuál es la siguiente gama de mantenimiento preventivo en alcanzar y la fecha aproximada en función del promedio de horas seguido a este momento. De esta manera se puede planificar el acopio del material necesario para dicha gama y el tiempo estimado en el que se ejecutará.

En el caso del *Calendario de Tiempo Transcurrido* se refleja el calendario del año en curso dividido en semanas, debido a que ésta es la unidad menor de los múltiplos utilizados como periodos de inspección por algún equipo, concretamente la estación depuradora. Sobre dicho calendario para cada equipo se rellenan en las fechas donde se debe realizar la intervención, las gamas que le aplican. De esta manera queda plasmado cuándo hay que realizar las visitas de mantenimiento preventivo para su perfecta planificación y programación del personal. Una vez realizados los trabajos, en la misma celda se rellena la fecha real de ejecución, visualizándose fácilmente los trabajos que por algún motivo no se hayan podido realizar y queden pendientes.

Es un documento impreso en formato DIN A3 para su cómoda lectura, el cual estará expuesto en el taller de mantenimiento.



## RM-10. CALENDARIO MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIEMPO FUNCIONAMIENTO 2011

 Nº Rev 0  
 Fecha Edición oct-10

CATEGORIA	DATOS RECIENTES		PRÓXIMA REVISIÓN		H. REVISIÓN	RUTINA	27.000	27.500	28.000	28.500	29.000	29.500	30.000	30.500
	HORAS	FECHA	HORAS	FECHA										
GM-02	26.085		28.500		A	PR-GM-02								
	FECHA	13/07/2010	GAMA	PR-GM-02	GAMA	PR-GM-02								
	PROMEDIO/H/DIA	1,58	FECHA PREVISTA	06/08/2011	FECHA	13/07/2010	13/07/2010	13/07/2010	13/07/2010	13/07/2010	13/07/2010	13/07/2010	13/07/2010	13/07/2010
	HORAS	15.515	HORAS	18.000	H. REVISIÓN	14.500	15.000	15.500	15.500	15.500	15.500	15.500	15.500	15.500
GM-03	FECHA	03/03/2010	GAMA	PR-GM-02	RUTINA	PR-GM-02								
	PROMEDIO/H/DIA	1,79	FECHA PREVISTA	13/08/2011	H. REVISIÓN	14.572	14.978	15.515	15.515	15.515	15.515	15.515	15.515	15.515
	HORAS	7.000	HORAS	7.500	H. REVISIÓN	6.000	6.500	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
	FECHA	20/03/2010	GAMA	PR-GM-02	RUTINA	PR-GM-02								
GM-04	FECHA	20/03/2010	GAMA	PR-GM-02	H. REVISIÓN	8.988	6.531	7.060	7.060	7.060	7.060	7.060	7.060	7.060
	PROMEDIO/H/DIA	2,25	FECHA PREVISTA	30/05/2011	H. REVISIÓN	6.500	7.000	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500
	HORAS	1.000	HORAS	2.000	H. REVISIÓN	1.000	1.500	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
	FECHA	03/11/2009	GAMA	PR-PL-02/04	RUTINA	PR-PL-02/03	PR-PL-02	PR-PL-02/04	PR-PL-02/04	PR-PL-02/04	PR-PL-02/03	PR-PL-02	PR-PL-02/04	PR-PL-02
PL-04	FECHA	03/11/2009	GAMA	PR-PL-02/04	H. REVISIÓN	1.000	1.500	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
	PROMEDIO/H/DIA	1,91	FECHA PREVISTA	02/08/2011	H. REVISIÓN	1.500	2.000	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
	HORAS	3.000	HORAS	3.500	H. REVISIÓN	1.500	2.000	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
	FECHA	20/04/2010	GAMA	PR-PL-02	RUTINA	PR-PL-02	PR-PL-02/04	PR-PL-02	PR-PL-02	PR-PL-02	PR-PL-02	PR-PL-02/04	PR-PL-02	PR-PL-02/03
PL-05	FECHA	20/04/2010	GAMA	PR-PL-02	H. REVISIÓN	1.540	2.020	2.470	2.470	2.470	2.470	2.470	2.470	2.470
	PROMEDIO/H/DIA	3,24	FECHA PREVISTA	10/04/2011	H. REVISIÓN	2.000	2.500	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
	HORAS	2.501	HORAS	3.000	H. REVISIÓN	1.500	2.000	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
	FECHA	20/04/2010	GAMA	PR-PL-02/03	RUTINA	PR-PL-02	PR-PL-02/04	PR-PL-02	PR-PL-02	PR-PL-02/03	PR-PL-02	PR-PL-02/04	PR-PL-02	PR-PL-02/03
PL-06	FECHA	20/04/2010	GAMA	PR-PL-02/03	H. REVISIÓN	1.582	1.965	2.485	2.485	2.485	2.485	2.485	2.485	2.485
	PROMEDIO/H/DIA	2,17	FECHA PREVISTA	04/07/2011	H. REVISIÓN	2.000	2.500	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
	HORAS	3.028	HORAS	3.500	H. REVISIÓN	1.500	2.000	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
	FECHA	30/04/2010	GAMA	PR-PL-02	RUTINA	PR-PL-02	PR-PL-02/04	PR-PL-02	PR-PL-02	PR-PL-02	PR-PL-02	PR-PL-02/04	PR-PL-02	PR-PL-02/03
PL-07	FECHA	30/04/2010	GAMA	PR-PL-02	H. REVISIÓN	1.438	2.000	2.549	2.549	2.549	2.549	2.549	2.549	2.549
	PROMEDIO/H/DIA	3,59	FECHA PREVISTA	27/03/2011	H. REVISIÓN	2.000	2.500	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
	HORAS	3.028	HORAS	3.500	H. REVISIÓN	1.500	2.000	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
	FECHA	30/04/2010	GAMA	PR-PL-02	RUTINA	PR-PL-02	PR-PL-02/04	PR-PL-02	PR-PL-02	PR-PL-02	PR-PL-02	PR-PL-02/04	PR-PL-02	PR-PL-02/03





5.3.11 RM-11. Guía de codificación de los materiales



RM-11. GUÍA DE CODIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

Nº Rev. 0  
Fecha Edición oct-10

1/3

CÓDIGO COMPLETO: AAAA 00 00

GRUPO FUNCIONAL	FAMILIA	SUBFAMILIA	Nº ORDEN	ARTÍCULO
COMBUSTIBLES	COMB	00		Gasóleo
		01		Gasolina
		02		Fuel
		03		Gas natural licuado
		99		Varios productos combustibles
GASES	GASS	00		Oxígeno
		01		Aceitileno
		02		Refrigerante
		99		Varios productos gases
LIMPIEZA GENERAL	LIMP	00		Jabones, lavamanos
		01		Palas, escobones, azadas ...
		02		Bidones, recipientes
		03		Absorbentes, trapos
		04		Disolventes
		05		Pinturas y tintes
99		Varios productos limpieza general		
LUBRICANTES	LUBR	00		Grasa multiuso
		01		Grasa engranajes/reductores
		02		Aceite motor
		03		Aceite hidráulico
		04		Aceite engranajes/reductores
		05		Aceite transmisión automoción
		06		Aceite compresores
		07		Aceite de corte
		08		Aceite multiuso 3 en 1
99		Varios productos lubricantes		
MATERIALES Y MANTENIMIENTO	MANT	00		Tomillos
		01		Arandelas
		02		Tuercas
		03		Varilla roscada
		04		Electrodos, hilo para la soldadura
		05		Discos corte / abrasivos
		06		Cintas adhesivas
		07		Abrazaderas, tacos...
		08		Gomas y complementos
		09		Angulos
		10		Chapas
		11		Pletinas
		12		Redondos
		13		Cuadrados, rectangulares
		14		Perfiles
		15		Tubo
		16		Curvas y codos
		17		Accesorios fontanería
18		Tapones		

CÓDIGO COMPLETO: **AAAA 00 00**

GRUPO FUNCIONAL	FAMILIA	SUBFAMILIA	Nº ORDEN	ARTÍCULO
MATERIALES Y MANTENIMIENTO	MANT	19		Manueras presión
		20		Polietileno tuberías
		21		Perfil macizo (cuadradillo, varilla calibrada...)
		99		Varios productos mantenimiento
PRODUCTOS QUÍMICOS Y LIMPIEZA ESPECÍFICA	QUIM	00		Anticongelante
		01		Líquido de frenos
		02		Disolventes industriales, desincrustante cemento
		03		Siliconas, selladores, masilla, fijadores
		04		Taco químico
		05		Adhesivos, pasta de montaje, fijadores
		06		Limpiador eléctrico
		07		Limpiador de elementos automoción
		08		Líquidos penetrantes
		09		Líquido autoarranque
		10		Soldadura química
		11		Anticorrosión
		99		Varios productos químicos y limpieza específica
		REPUESTOS ELÉCTRICOS	RELE	00
01				Cables y mangueras
02				Canalizaciones
03				Lámparas, fluorescentes y bombillas
04				Pilotos y lámparas señalización
05				Cebadores, reactancias, arrancadores
06				Interruptores automáticos, guardamotores
07				Interruptores diferenciales
08				Contactores, bloques de contactos
09				Relés, bobinas
10				Fusibles, portafusibles
11				Transformadores
12				Interruptores, seccionadores
13				Selectores, conmutadores
14				Enchufes, conectores, cajas, prolongadores...
15				Fuentes alimentación, baterías, generadores
16				Escobillas, portaescobillas, colector
17				Indicadores de medida, contadores
18				Temporizadores, relojes, fotocélulas...
19				Bridas, regletas, borneros, abrazaderas...
20				Cinta aislante, termorretráctil...
21				Condensadores
22		Ventiladores, calefactores, aire acondicionado...		
23		Terminales, punteros, pinzas...		
24		Electroválvulas		
99		Varios repuestos eléctricos		

CÓDIGO COMPLETO: **AAAA 00 00**

GRUPO FUNCIONAL	FAMILIA	SUBFAMILIA	Nº ORDEN	ARTÍCULO
REPUESTOS ELECTRÓNICOS E INSTRUMENTACIÓN	RINS	00		Estabilizadores, S.A.I.'s, rectificadores....
		01		Variadores de frecuencia, arrancadores...
		02		Tarjetas, autómatas programables...
		03		Captadores, transductores, finales de carrera...
		04		Tacómetros, células de carga
		05		Anemómetros
		06		Cámaras, monitores
		07		Mandos control
		08		Resistencias, diodos, transistores ...
		09		Amplificadores
		10		Conectores, bus, cable informático...
		11		Emisoras radio
		12		Indicadores de instrumentación (manómetros, termómetros...)
		99		Varios rep. electrónicos e instrumentación
REPUESTOS MAQUINARIA MÓVIL	RMAQ	00		Filtros combustible
		01		Filtros aceite
		02		Filtros aceite hidráulico
		03		Filtros aire y varios
		04		Cubiertas y cámaras
		05		Frenos
		06		Alternadores, motores de arranque
		07		Retrovisores, faros, limpiaparabrisas ...
		08		Cuchillas palas
		09		Cables grúa, bolas zinc, amantillos...
		10		Separador agua / aceite
		99		Varios repuestos maquinaria móvil
REPUESTOS MECÁNICOS	RMEC	00		Correas, poleas
		01		Reductores, embragues, convertidores de par
		02		Rodamientos, casquillos, soportes
		03		Retenes, juntas, elementos de estanqueidad
		04		Acoplamientos, bridas
		05		Bombas
		06		Motores hidráulicos
		07		Válvulas hidráulicas, neumáticas...
		99		
SEGURIDAD Y PREVENCIÓN	SEGU	00		Balizas, semáforos
		01		Vallas, barreras, postes, conos
		02		Señales, carteles, cinta señalización
		03		E.P.I.'s y elementos de protección
		99		

### 5.3.12 RM-12. Maestro de materiales

Este documento sirve para listar las características más importantes de todos los artículos que integran el almacén de repuestos y que son necesarias conocer para realizar su gestión. Es la base de datos a la que se accede para realizar consultas de campos concretos de manera individual o en conjunto.

Entre los campos existentes están los referentes a la identificación del artículo (código y descripción breve) que, junto con la ubicación del material en el almacén, componen los campos que se deben visualizar en las etiquetas de cada artículo que estarán pegadas en las baldas de las estanterías o colgadas de los propios materiales según sean las dimensiones y características físicas de los artículos.

También se incluyen los campos necesarios para la valoración de los materiales. Estos son el tipo de unidad con el que se contabilizan las existencias, el nivel de éstas en base a la unidad de medida referida, el precio unitario del artículo actualizado con cada nueva compra, y el precio total como producto del precio unitario por el nivel de existencias.

Otros campos interesantes son los que califican al tipo de artículo. Entre ellos pueden estar si se trata de un material amortizable (recordemos que se tratan de artículos reparables, cuyo precio unitario es mayor de 600 €) o no amortizable (artículos de bajo coste y consumibles o fungibles que no admiten reparación). Estos últimos son los que se contempla con el indicador *Índice de Rotación* para valorar el movimiento que tienen en nuestro almacén. También se puede distinguir si es un material genérico o específico (generalmente proveedor único y artículo para un equipo determinado).

Por último cabe mencionar los campos referentes a la gestión de compras y aprovisionamiento. Existe un texto de compras que es una descripción ampliada del producto en la que pueden aparecer referencias propias del fabricante o suministrador y, que debe ser suficiente para realizar la solicitud de pedido correspondiente, junto con el punto de pedido y el lote de compra óptimo. En función del nivel de existencias y del punto de pedido fijado para cada material, se puede implementar una rutina que contraste estos dos valores y, si el nivel de existencias figura por debajo del punto de pedido, alerte de esta situación para poder actuar en consecuencia.



### 5.3.13 *RM-13. Control anual del consumo de combustible de la maquinaria*

Se trata de un control más vinculado al departamento de operaciones que al de mantenimiento pero, debido a la importancia económica que tiene en la Terminal y a que el consumo de gasoil está relacionado con el estado del motor térmico que lo consume, considero oportuno incluirlo en los registros de mantenimiento.

Este documento consiste en una hoja de cálculo donde se rellenan mensualmente las fechas de los repostajes de toda la maquinaria que consume gasoil, las horas que marca su horómetro y los litros repostados según surtidor.

Además también se contabilizan los repostajes externos a los dos depósitos de almacenamiento y a los depósitos de autoconsumo de las grúas.

Con dichos datos y los niveles de existencias en cada uno de los depósitos a final de mes (la maquinaria que no posee sonda de nivel se deja sus depósitos llenos cada final de mes para igualar existencias con el mes anterior), se confecciona una hoja resumen que refleja para cada máquina las horas trabajadas, los litros de gasoil consumidos y el consumo específico por unidad de tiempo de funcionamiento.

También indica la suma de repostajes externos suministrados y establece una fórmula para comprobar que cuadran los datos con los niveles de existencias reales a final de ejercicio y verificar de esta manera los niveles de existencias (podemos estar hablando de más de 30.000 litros de gasoil en existencias repartidos entre los depósitos de almacenamiento y los de las tres grúas móviles).

## RM-13: CONTROL ANUAL DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE LA MAQUINARIA 2010



## RENDIMIENTOS

 13  
 Fecha Edición oct-10

Nº Rev. 0

	GRUAS MÓVILES												ACUMULADO	
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE		
GM 02	Consumo	0	0	-2.250	2.700	1.080	5.370	4.000	3.600	2.775	0	0	0	16.750
	Tiempo de trabajo	h	0	0	46	35	95	76	67	-26.175	0	0	0	319
	Consumo específico	l/h	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	30,86	56,53	52,63	53,73	-0,10	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	62,51
GM 03	Consumo	0	0	-9.800	3.725	5.975	6.048	2.925	4.026	6.500	0	0	0	22.299
	Tiempo de trabajo	h	0	0	53	81	69	48	64	-15.579	0	0	0	335
	Consumo específico	l/h	#DIV/0!	#DIV/0!	70,26	68,63	67,96	60,94	62,91	-0,42	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	66,56
GM 04	Consumo	0	0	-11.200	4.450	8.200	6.685	6.768	4.361	5.850	0	0	0	32.664
	Tiempo de trabajo	h	0	0	70	114	101	161	61	-7.363	0	0	0	507
	Consumo específico	l/h	#DIV/0!	#DIV/0!	63,57	71,93	66,17	54,46	71,49	-0,79	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	64,43

	PALAS CARGADORAS												ACUMULADO	
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE		
PL 01	Consumo	0	0	-235	0	0	0	0	0	235	0	0	0	0
	Tiempo de trabajo	h	0	0	0	0	0	0	0	-3.417	0	0	0	0
	Consumo específico	l/h	#DIV/0!	-0,07	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
PL 02	Consumo	0	0	-390	499	161	700	341	532	238	0	0	0	2.233
	Tiempo de trabajo	h	0	0	22	11	33	17	21	-7.177	0	0	0	104
	Consumo específico	l/h	#DIV/0!	#DIV/0!	22,66	14,64	21,21	20,06	25,33	-0,03	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	21,47
PL 03	Consumo	0	0	-390	154	360	797	498	381	360	0	0	0	2.190
	Tiempo de trabajo	h	0	0	20	20	42	22	16	-8.500	0	0	0	120
	Consumo específico	l/h	#DIV/0!	#DIV/0!	22,00	18,00	18,98	22,64	23,81	-0,04	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	18,25
PL 04	Consumo	0	0	-390	1.546	1.341	2.028	1.922	1.617	380	0	0	0	8.454
	Tiempo de trabajo	h	0	0	75	84	129	105	114	-2.102	0	0	0	507
	Consumo específico	l/h	#DIV/0!	#DIV/0!	20,61	15,96	15,72	18,30	14,18	-0,18	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	16,67
PL 05	Consumo	0	0	-390	3.630	2.297	2.918	647	1.227	390	0	0	0	10.919
	Tiempo de trabajo	h	0	0	166	114	135	38	83	-3.369	0	0	0	526
	Consumo específico	l/h	#DIV/0!	#DIV/0!	21,67	20,15	21,61	22,29	14,78	-0,11	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	20,37
PL 06	Consumo	0	0	-390	985	2.649	1.514	3.487	639	390	0	0	0	9.274
	Tiempo de trabajo	h	0	0	45	115	90	184	44	-2.936	0	0	0	478
	Consumo específico	l/h	#DIV/0!	#DIV/0!	21,89	23,03	16,82	18,95	14,52	-0,13	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	19,40
PL 07	Consumo	0	0	-390	3.004	1.768	734	2.663	76	390	0	0	0	8.245
	Tiempo de trabajo	h	0	0	163	60	39	139	3	-3.299	0	0	0	424
	Consumo específico	l/h	#DIV/0!	#DIV/0!	18,43	22,10	18,62	19,16	25,33	-0,12	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	19,45

## RM-13: CONTROL ANUAL DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE LA MAQUINARIA 2010



2/3

RESTO MAQUINARIA		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECEMBRE	ACUMULADO
CE 01	Consumo	0	0	-100	50	43	40	40	34	100	0	0	0	207
	Tiempo de trabajo	h	0	0	16	16	14	14	10	-7.466	0	0	0	70
	Consumo específico	l/h	#DIV/0!	#DIV/0!	3.13	2.69	2.86	2.86	3.40	-0.01	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	2.94
CT 01	Consumo	0	0	-200	171	50	45	0	30	200	0	0	0	298
	Tiempo de trabajo	h												
	Consumo específico	l/h												
BR 01	Consumo	0	0	-250	546	233	229	202	234	250	0	0	0	1.444
	Tiempo de trabajo	h	0	0	1	27	25	8	38	-300	0	0	0	99
	Consumo específico	l/h	#DIV/0!	#DIV/0!	546.00	8.63	9.16	25.25	6.16	-0.66	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	14.59
PC 01	Consumo	0	0	-722	10.922	8.350	8.942	8.694	4.770	500	0	0	0	0
	Tiempo de trabajo	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Consumo específico	l/h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
PE 01	Consumo	0	0	-60	38	38	10	26	20	80	0	0	0	132
	Tiempo de trabajo	h	0	0	9	15	4	7	14	-471	0	0	0	49
	Consumo específico	l/h	#DIV/0!	#DIV/0!	4.22	2.53	2.50	3.71	1.43	-0.17	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	2.69
Generador	Consumo	0	0	-100	165	62	66	25	30	100	0	0	0	389
	Tiempo de trabajo	h												
	Consumo específico	l/h												

## REPOSTAJES SUMINISTRO EXTERNO

GRÚAS MÓVILES		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECEMBRE	ACUMULADO
GM 02	Repostaje grúa	0	0	0	4.800	3.000	5.475	4.000	0	0	0	0	0	17.275
	Repostaje depósito	0	0	0	0	6.000	7.998	0	5.001	0	0	0	0	18.999
	Repostaje grúa	0	0	0	0	6.000	10.296	6.005	5.011	0	0	0	0	27.314
SUBTOTAL	Suma repostajes grúas	0	0	0	4.800	15.000	23.771	10.005	10.012	0	0	0	0	63.589
DEPÓSITOS														
5.000 l	Repostaje depósito	0	0	0	0	0	0	5.007	0	0	0	0	0	5.007
	Repostaje depósito	0	0	0	10.200	10.000	11.229	10.007	0	0	0	0	0	41.436
	Suma repostajes de depósitos	0	0	0	10.200	10.000	11.229	15.014	0	0	0	0	0	46.443
TOTAL	Total de repostajes externos	0	0	0	15.000	25.000	35.000	25.019	10.012	0	0	0	0	110.031

## RM-13: CONTROL ANUAL DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE LA MAQUINARIA 2010



CONSUMOS

3/3

GRÚAS MÓVILES		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DOCEMBRE	ACUMULADO
GRÚAS	Suma consumos grúas	0	0	-23.250	10.875	14.855	18.303	15.693	11.967	15.125	0	0	0	71.713
PALAS	Suma consumos palas	0	0	-5.915	9.818	5.576	5.991	9.758	4.472	2.373	0	0	0	41.315
RESTO	Suma consumo resto maquinaria	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!
TOTAL	Suma total consumos	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!

## EXISTENCIAS A FINAL DE MES

EXISTENCIAS MEDIDAS		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DOCEMBRE	PROMEDIO
GRÚAS	Suma existencias grúas	0	0	23.250	17.175	17.320	22.788	17.100	15.125	0	0	0	0	18.793
PALAS	Suma existencias palas	0	0	2.515	2.515	2.515	2.439	2.515	2.373	0	0	0	0	2.479
RESTO	Suma existencias resto maquinaria	0	0	780	780	780	780	780	780	0	0	0	0	780
DEPÓSITOS	Suma existencias depósitos	0	0	3.055	2.100	2.820	5.107	10.070	5.250	0	0	0	0	4.734
TOTAL A	Suma existencias total	0	0	29.600	22.570	23.435	31.114	30.465	23.528	0	0	0	0	28.785

EXISTENCIAS TEÓRICAS		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DOCEMBRE	PROMEDIO
TOTAL B	Suma existencias total	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!

VERIFICACIÓN EXISTENCIAS		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DOCEMBRE
A-B	Diferencia medio teórico	0	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!

5.3.14 RM-14. Operaciones de mantenimiento preventivo mecánicas



**RM-14. OPERACIONES DE MTO. PREVENTIVO  
MECÁNICAS**

Nº Rev.	0
Fecha Edición	oct-10

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	SISTEMA
M-010	Inspección visual estado general del equipo	GENERAL
M-020	Comprobación funcionamiento básico	GENERAL
M-030	Limpieza general	GENERAL
M-040	Inspección visual nivel líquido refrigerante	REFRIGERACIÓN
M-050	Inspección visual nivel líquido frenos	SEGURIDAD
M-060	Inspección visual nivel líquido lavaparabrisas	SEGURIDAD
M-070	Inspección visual nivel líquido dirección asistida	SEGURIDAD
M-080	Inspección visual nivel gasoil	INYECCIÓN
M-090	Drenaje separador agua / combustible	INYECCIÓN
M-100	Cambio filtro aceite motor	LUBRICACIÓN
M-110	Cambio filtro aceite hidráulico	HIDRÁULICO
M-120	Cambio filtro aceite transmisión	TRANSMISIÓN
M-130	Cambio filtro aceite diferencial	TRANSMISIÓN
M-140	Cambio filtro primario combustible (separador de agua)	INYECCIÓN
M-150	Cambio filtro secundario combustible	INYECCIÓN
M-160	Cambio filtro refrigerante	REFRIGERACIÓN
M-170	Cambio líquido refrigerante	REFRIGERACIÓN
M-180	Limpieza filtro primario admisión	ADMISIÓN
M-190	Cambio filtro primario admisión	ADMISIÓN
M-200	Cambio filtro secundario admisión	ADMISIÓN
M-210	Limpieza del radiador	REFRIGERACIÓN
M-220	Limpieza respiradero del cárter	LUBRICACIÓN
M-230	Cambio filtro respiradero cárter	LUBRICACIÓN
M-240	Limpieza respiradero aceite transmisión	TRANSMISIÓN
M-250	Cambio filtro respiradero aceite transmisión	TRANSMISIÓN
M-260	Limpieza respiradero diferencial	TRANSMISIÓN
M-270	Limpieza respiradero aceite hidráulico	HIDRÁULICO
M-280	Comprobación de correas	DISTRIBUCIÓN
M-290	Reglaje de válvulas	DISTRIBUCIÓN
M-300	Toma muestra líquido refrigerante	REFRIGERACIÓN
M-310	Inspección estado ruedas	TRASLACIÓN
M-320	Comprobación presión neumáticos	TRASLACIÓN
M-330	Comprobación golpes externos	CARROCERÍA
M-340	Comprobación limpiaparabrisas	SEGURIDAD
M-350	Limpieza cristales cabina	SEGURIDAD
M-360	Limpieza cabina	CONFORT
M-370	Limpieza exterior	CARROCERÍA
M-380	Inspección fugas de líquidos	GENERAL
M-390	Inspección fugas de gases a presión	GENERAL
M-400	Comprobación ruidos y vibraciones	GENERAL
M-410	Comprobación cierre y ajustes de puertas	CARROCERÍA
M-420	Comprobación estado latiguillos hidráulicos	HIDRÁULICO
M-430	Comprobación estado cilindros hidráulicos	HIDRÁULICO
M-440	Comprobación aire acondicionado	CLIMATIZACIÓN
M-450	Comprobación estado extintor portátil	SEGURIDAD
M-460	Comprobación estado accesorio de servicio (cuchara, cazo, cepillo, palas ...)	GENERAL

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	SISTEMA
M-470	Inspección visual estado cable elevación	ELEVACIÓN
M-480	Comprobación estado cable elevación (mediciones)	ELEVACIÓN
M-490	Comprobación estado gancho y pestillo de seguridad	ELEVACIÓN
M-500	Comprobación estado poleas	ELEVACIÓN
M-510	Comprobación estado carriles de rodadura	TRASLACIÓN
M-520	Revisión soldaduras	ESTRUCTURA
M-530	Revisión amantillos	GRAPINES
M-540	Revisión cabezal superior	GRAPINES
M-550	Revisión cabezal inferior	GRAPINES
M-560	Revisión rodillos pasacables	GRAPINES
M-570	Revisión funcionamiento válvula de purga de condensados	AIRE COMP.
M-580	Revisión precinto válvula de seguridad	SEGURIDAD
M-590	Revisión protecciones y defensas	SEGURIDAD
M-600	Revisión, ajuste y verificación de presiones	AIRE COMP.
M-610	Purgado válvulas de condensado	AIRE COMP.
M-620	Limpieza arquetas y sumideros	PLUVIALES
M-630	Limpieza condensador aire acondicionado	CLIMATIZACIÓN
M-640	Limpieza filtro evaporador aire acondicionado	CLIMATIZACIÓN
M-650	Revisión estado manguera	GENERAL
M-660	Coprobación nivel flotante	EDAR
M-670	Comprobación nivel sedimentado	EDAR
M-680	Comprobación aireación	EDAR
M-690	Comprobación recirculación de tanques	EDAR
M-700	Limpieza filtro oleófilo	EDAR
M-710	Comprobación accesibilidad, señalización	SCI
M-720	Revisión precinto	SCI
M-730	Comprobación de peso y presión	SCI
M-740	Comprobación estado boquillas, manguera...	SCI
M-750	Limpieza filtro de aire cabina	CONFORT
M-760	Revisión manguito impulsor mecanismo elevación	GRÚA
M-770	Comprobación par de apriete ejes traslación	GRÚA
M-780	Comprobación par de apriete uniones con pemos (corona, torre, pluma)	GRÚA
M-790	Comprobación asientos	CONFORT
M-800	Revisión visual bombas hidráulicas	HIDRÁULICO
M-810	Comprobación motores tren de marcha	GRÚA
M-820	Vaciado depósito colector sistema de ventilación del cigüeñal	DISTRIBUCIÓN
M-830	Comprobación colector y tubo de escape	ESCAPE
M-840	Comprobación varillas y cilindros de dirección	DIRECCIÓN
M-850	Comprobación frenos ruedas	TRASLACIÓN
M-860	Comprobación frenos giro	ROTACIÓN
M-870	Comprobación frenos elevación	ELEVACIÓN
M-880	Comprobación motores giro	ROTACIÓN
M-890	Comprobación tambores elevación	ELEVACIÓN
M-900	Control acoplamientos elevación	ELEVACIÓN
M-910	Comprobación soportes de apoyo	SUSTENTACIÓN
M-920	Comprobación placas de apoyo	SUSTENTACIÓN
M-930	Comprobación estado poleas torre	ELEVACIÓN
M-940	Comprobación estado poleas pluma	ELEVACIÓN
M-950	Control grietas y fisuras	ESTRUCTURA

5.3.15 RM-15. Operaciones de mantenimiento preventivo eléctricas



**RM-15. OPERACIONES DE MTO. PREVENTIVO ELÉCTRICAS**

Nº Rev. 0  
Fecha Edición oct-10

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	SISTEMA
E-010	Inspección visual estado general del equipo	GENERAL
E-020	Comprobación funcionamiento básico	GENERAL
E-030	Comprobación funcionamiento completo	GENERAL
E-040	Comprobación motor eléctrico	MOTOR ELÉCT
E-050	Comprobación luz de marcha atrás	SEGURIDAD
E-060	Comprobación luces de maniobra (freno, marcha atrás....)	OPERACIÓN
E-070	Comprobación luz rotativa	SEGURIDAD
E-080	Comprobación luces de operación	OPERACIÓN
E-090	Comprobación claxon	SEGURIDAD
E-100	Comprobación indicador acústico marcha atrás	SEGURIDAD
E-110	Comprobación tensión batería	OPERACIÓN
E-120	Comprobación finales de carrera	SEGURIDAD
E-130	Comprobación cableado botonera mando	MANDO
E-140	Comprobar escobillas motor	MOTOR ELÉCT
E-150	Comprobar estado pastillas de freno	MOTOR ELÉCT
E-160	Revisión luminarias	ALUMBRADO
E-170	Revisión duración baterías autónomas > 1 hora	ALUMBRADO
E-180	Comprobación cerraduras	CUADRO
E-190	Comprobación esquema eléctrico adjunto e identificación	CUADRO
E-200	Comprobación señalización riesgo eléctrico	CUADRO
E-210	Limpieza general	CUADRO
E-220	Comprobación disparos interruptores diferenciales	CUADRO
E-230	Comprobación cableado puesta a tierra	CUADRO
E-240	Reapriete borneros y terminales	CUADRO
E-250	Comprobación chisporroteos y zumbidos de bobinas	CUADRO
E-260	Comprobación pilotos	CUADRO
E-270	Comprobación programación horaria	CUADRO
E-280	Revisión conexiones	GENERAL
E-290	Revisión pinzas	HERRAMIENTAS
E-300	Toma muestra líquido batería	ENCENDIDO
E-310	Limpieza y engrase bornes batería	ENCENDIDO
E-320	Limpieza colector de anillos rozantes	GRÚA
E-330	Comprobación unidad de calentamiento de los motores	GRÚA
E-340	Comprobación unidad de calentamiento de los cuadros eléctricos	GRÚA
E-350	Comprobación paradas de emergencia	SEGURIDAD



5.3.17 RM-17. Operaciones de mantenimiento preventivo de lubricación



**RM-17. OPERACIONES DE MTO. PREVENTIVO DE LUBRICACIÓN**

Nº Rev. 0  
Fecha Edición oct-10

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	SISTEMA
L-010	Lubricación general	GENERAL
L-020	Inspección visual nivel aceite motor	MOTOR TÉRMICO
L-030	Inspección visual nivel aceite hidráulico	HIDRÁULICO
L-040	Inspección visual nivel aceite transmisión	TRANSMISIÓN
L-050	Inspección visual nivel aceite grupo diferencial	TRANSMISIÓN
L-060	Inspección visual nivel aceite cubos ruedas	TRANSMISIÓN
L-070	Inspección visual nivel engrase	GENERAL
L-080	Toma muestra aceite motor	MOTOR TÉRMICO
L-090	Toma muestra aceite hidráulico	HIDRÁULICO
L-100	Toma muestra aceite transmisión	TRANSMISIÓN
L-110	Toma muestra aceite diferencial	TRANSMISIÓN
L-120	Cambio aceite motor	MOTOR TÉRMICO
L-130	Cambio aceite hidráulico	HIDRÁULICO
L-140	Cambio aceite transmisión	TRANSMISIÓN
L-150	Cambio aceite diferencial	TRANSMISIÓN
L-160	Cambio aceite reductor	TRANSMISIÓN
L-170	Cambio aceite compresor	AIRE COMP.
L-180	Lubricación cojinetes del eje oscilante	PALA
L-190	Lubricación articulaciones del cilindro y brazo de elevación	ELEVACIÓN
L-200	Lubricación cojinetes del cilindro de dirección	TRANSMISIÓN
L-210	Lubricación cojinetes de las articulaciones del cucharón y del cilindro de inclinación	PALA
L-220	Lubricación estría del eje de mando	PALA
L-230	Lubricación cojinetes de la articulación	PALA/GRÚA
L-240	Lubricación juntas universales del eje de transmisión	TRANSMISIÓN
L-250	Lubricación barra de dirección	TRANSMISIÓN
L-260	Lubricación cables de elevación	ELEVACIÓN
L-270	Lubricación gancho	ELEVACIÓN
L-280	Lubricación articulaciones en cruz	TRANSMISIÓN
L-290	Lubricación cojinetes mecanismo de traslación	TRASLACIÓN
L-300	Lubricación de la corona de giro	ROTACIÓN
L-310	Cambio aceite reductor bobina cabeza pluma	GRÚA
L-320	Cambio aceite y filtro de engranajes del rotor	GRÚA
L-330	Revisión bombas y depósito de engrase	GRÚA
L-340	Revisión tuberías y puntos de engrase	GRÚA

5.3.18 RM-18. Gammas de mantenimiento preventivo



RM-18. GAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Nº Rev. 0  
Fecha Edición oct-10

EQUIPOS	CÓDIGO	FRECUENCIA	RUTINA	SECUENCIA DE RUTINAS
Grúas móviles	PR-GM-01	Diario	0	AAABAAAC
	PR-GM-02	500 h	A	
	PR-GM-03	2.000 h	B	
	PR-GM-04	4.000 h	C	
Pallas cargadoras levante	PR-PL-01	Diario	0	ABAC
	PR-PL-02	500 h	A	
	PR-PL-03	1.000 h	B	
	PR-PL-04	2.000 h	C	
Maquinaria móvil auxiliar	PR-MQ-01	Diario	0	AB
	PR-MQ-02	500 h / Anual	A	
	PR-MQ-03	2.000 h / Bimensual	B	
Grapines	PR-GP-01	Diario	0	A
	PR-GP-02	Semestral	A	
Depósitos de gasoil	PR-DP-01	Semestral	A	A
Compresores	PR-CO-01	Semestral	A	AB
	PR-CO-02	Anual	B	
Red aire comprimido	PR-IN-01	Semestral	A	A
Alumbrado emergencia	PR-IN-02	Trimestral	A	A
Red de pluviales e Industriales	PR-IN-03	Semestral	A	A
Climatización	PR-IN-04	Semestral	A	A
Extintores	PR-CI-01	Trimestral	A	AAAB
	PR-CI-02	Anual	B	
Cuadros eléctricos	PR-CS-01	Trimestral	A	A
Torres de alumbrado	PR-TA-01	Semestral	A	A
Decantador de sólidos	PR-ED-01	Mensual	A	A
Separador de hidrocarburos	PR-ED-02	Quincenal	A	AAAB
	PR-ED-03	Bimensual	B	
Rejilla de desbaste	PR-ED-04	Semanal	A	A
Cámara de grasas	PR-ED-05	Quincenal	A	AAAB
	PR-ED-06	Bimensual	B	
Depuradoras biológicas	PR-ED-07	Semanal	A	ABAC
	PR-ED-08	Quincenal	B	
	PR-ED-09	Mensual	C	
Rejilla de desagüe lavadero	PR-ED-10	Quincenal	A	A
Cuadro eléctrico EDAR	PR-ED-11	Mensual	A	AB
	PR-ED-12	Bimensual	B	
Puente grúa	PR-PG-01	Semestral	A	AB
	PR-PG-02	Anual	B	
Equipos de soldar eléctricos	PR-HR-01	Semestral	A	A
Equipos de soldar oxcoque	PR-HR-02	Semestral	A	A

### 5.3.19 *RM-19. Imputación de horas de personal propio*

Se trata de una hoja de cálculo insertada en el mismo libro Excel que el registro *RM-20 Costes Mensuales de las Órdenes de Trabajo*. Es un fichero mensual a rellenar por el personal administrativo en el que notifica las horas que cada operario dedica cada día a labores de mantenimiento y cuáles a operaciones. Su fuente de información son las órdenes de trabajo para las horas de mantenimiento y, el *RM-07. Parte Diario de Trabajo* para las de operación.

De esta manera se contrasta que las horas notificadas con las órdenes cuadren con las notificadas con los partes diarios de cada operario para, a final de mes cuando se extraigan los datos de costes, tener la certeza que están todas las horas de personal propio contabilizadas y, es caso contrario, poder identificar dónde se encuentra el error.

Lógicamente a lo largo del mes deben coincidir las horas de mantenimiento cargadas en las órdenes de trabajo (registro *RM-20. Costes Mensuales de las Órdenes de Trabajo*) con las calculadas en esta hoja. Este es el motivo por el que se encuentran en el mismo libro Excel.



### 5.3.20 RM-20. Costes mensuales de las órdenes de trabajo

Es uno de los ficheros más complejos e importantes. De él se deducen todos los costes asociados al mantenimiento contabilizados mes a mes.

Como se ha comentado con anterioridad está unido al registro *RM-19. Imputación de Horas de Personal Propio* y la persona encargada de rellenarlo es el personal administrativo.

Se trata de una hoja de cálculo en la que se recogen los datos de las órdenes de trabajo que contemplan horas de personal durante el mes en estudio. Con los datos de las órdenes se completan los campos referidos al equipo, al tipo de mantenimiento y al origen de la orden (campos que cumplimentaba el encargado de mantenimiento cada vez que creaba una nueva orden). Estos datos servirán para establecer las distinciones y clasificaciones que después incluiremos en el *RM-21. Informe Mensual*.

Además de la información relativa al tipo de orden, se rellenan las horas utilizadas por el personal propio, el coste del material consumido del almacén de repuestos previo a su salida de dicho almacén con la actualización de su inmovilizado correspondiente, el coste valorado de los albaranes de materiales de compra directa y de reparaciones externas, si es que alguno de estos conceptos se produjese.

Con estos datos estamos en condiciones de calcular el Coste de Mantenimiento Integral como suma de estos cuatro conceptos orden a orden (el coste de la mano de obra propia se obtiene con el precio hora de cada operario calculada como el cociente de su salario bruto anual más las cotizaciones a la seguridad social efectuadas por la empresa dividido por el número de horas ordinarias anuales de trabajo contempladas en el convenio colectivo en vigor).

Posteriormente y filtrando la información, se pueden obtener los costes disgregados por el tipo de mantenimiento (preventivo, correctivo y modificativo), por equipos, por tipo de origen...

Este es el motivo de rellenar dichos campos en las órdenes de trabajo, para posibilitar su posterior utilización como factores clasificatorios en el cómputo de los costes mensuales.





### 5.3.21 RM-21. Informe mensual

Es el registro estrella que va a valorar el estado de nuestra gestión y que se reporta a gerencia por su implicación en los datos contables de la empresa.

Se caracteriza por condensar al máximo la información en torno a unos indicadores predefinidos conjuntamente entre la dirección de la empresa y el departamento de mantenimiento y que resumen de manera objetiva aspectos de nuestra gestión.

De entre todos los datos aportados en el informe destacan:

- Disponibilidad global: calculada para el conjunto de equipos midiendo la indisponibilidad de cada uno y reflejadas en las órdenes de trabajo.
- Valoración del almacén: en cuanto a valor inmovilizado e índice de rotación de sus artículos.
- Tiempo de mantenimiento: número de operarios equivalentes día para jornadas de ocho diarias de lunes a viernes, porcentaje de tiempo dedicado a mantenimiento preventivo y correctivo...
- Costes: según finalidad o tipo de mantenimiento, según tipo de gasto, por equipos, por origen...
- Costes generales o totales: calculados de manera estática refiriéndolos al valor de la inversión mantenida o, de manera dinámica, en función de las toneladas manipuladas o del total de facturación.

**RM-21. INFORME MENSUAL DE MANTENIMIENTO**

2011    Nº Rev. 0    Fecha Edición nov-10    1/3

		DIC	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO	SUMA	OBJETIVO	2010
<b>DISPONIBILIDAD GLOBAL</b>																	
DG	Disponibilidad global	%															
<b>ALMACÉN DE REPUESTOS</b>																	
V	Valor almacén repuestos	KE															
R	Rotación material no amortizable	%															
<b>TIEMPO DE MANTENIMIENTO</b>																	
OPED	Nº operario equivalente día	op/d															
PIMTO	Horas preventivo VS horas Mto totales	%															
CMTO	Horas correctivo VS horas Mto totales	%															
<b>COSTES GENERALES</b>																	
CMI	Coste de Mto Integral	KE															
CSUM	CMI VS Inversión mantenida	%															
CHFTM	CMI VS Toneladas manipuladas	€/TM															
<b>COSTES POR FINALIDAD</b>																	
10	Mto. Preventivo	€															
20	Mto. Correctivo	€															
30	Mto. Modificativo	€															
<b>COSTES POR TIPO DE GASTO</b>																	
01	Mano de obra	€															
02	Materiales almacén	€															
03	Materiales compra directa	€															
04	Trabajos externos	€															
08	Seguros RC	€															
<b>COSTES POR TIPO GASTO-FINALIDAD</b>																	
11	Mano de obra Preventivo	€															
12	Materiales almacén Preventivo	€															
13	Materiales compra directa Preventivo	€															
14	Trabajos externos Preventivo	€															
15	Seguros RC	€															
21	Mano de obra Correctivo	€															
22	Materiales almacén Correctivo	€															
23	Materiales compra directa Correctivo	€															
24	Trabajos externos Correctivo	€															
31	Mano de obra Modificativo	€															
32	Materiales almacén Modificativo	€															
33	Materiales compra directa Modificativo	€															
34	Trabajos externos Modificativo	€															

R.M-21. INFORME MENSUAL DE MANTENIMIENTO 2011



2/3

COSTES POR ORIGEN		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO	SUMA	OBJETIVO	2010
S	Seguridad	%															
MA	Medio Ambiente	%															
O	Operaciones	%															
C	Calidad	%															
P	Preventivo	%															
OT	Otros	%															

COSTES POR EQUIPOS		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO	SUMA	OBJETIVO	2010
GM-02	Mano de obra	€															
	Materiales almacen	€															
	Materiales compra directa	€															
	Trabajos externos	€															
GM-03	Seguros RC	€															
	Mano de obra	€															
	Materiales almacen	€															
	Materiales compra directa	€															
GM-04	Trabajos externos	€															
	Seguros RC	€															
	Mano de obra	€															
	Materiales almacen	€															
PL-01	Materiales compra directa	€															
	Trabajos externos	€															
	Seguros RC	€															
	Mano de obra	€															
PL-02	Materiales almacen	€															
	Materiales compra directa	€															
	Trabajos externos	€															
	Seguros RC	€															
PL-03	Mano de obra	€															
	Materiales almacen	€															
	Materiales compra directa	€															
	Trabajos externos	€															
	Seguros RC	€															

313

**RM-21. INFORME MENSUAL DE MANTENIMIENTO**      **2011**



EXPANSIÓN DEL TERMINAL TMS S.A.S.

COSTES POR EQUIPOS	€	2011												OBJETIVO	2010			
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC					
PL-04	Mano de obra																	
	Materiales almacén																	
	Materiales compra directa																	
	Trabajos externos																	
PL-05	Seguros RC																	
	Mano de obra																	
	Materiales almacén																	
	Materiales compra directa																	
PL-06	Trabajos externos																	
	Seguros RC																	
	Mano de obra																	
	Materiales almacén																	
PL-07	Materiales compra directa																	
	Trabajos externos																	
	Seguros RC																	
	Mano de obra																	
MAO	Materiales almacén																	
	Materiales compra directa																	
	Trabajos externos																	
	Seguros RC																	
RESTO	Mano de obra																	
	Materiales almacén																	
	Materiales compra directa																	
	Trabajos externos																	
Seguros RC																		

### 5.3.22 RM-22. Hoja de visita preventiva: Grúas Móviles

De modo genérico, todas las hojas de visita preventivas comparten formato y en él se reflejan los equipos intervenidos, las horas de funcionamiento si es el caso, la identificación de la gama que aplica y la frecuencia con la que se realiza.

Después se citan el conjunto de operaciones contenidas en la gama correspondiente para que al visitador le sirva de check-list y marque **C** (está correcto), **R** (está mal pero lo ha reparado en el momento) o **I** (si está incorrecto y no lo ha reparado).

Particularmente, en el caso de las grúas móviles, al existir dos modelos de un fabricante y un tercero de otro diferente, no todas las operaciones son idénticas por las características propias de cada máquina. Se han fusionado operaciones y frecuencias para simplificar el trabajo pero, aún así, existen operaciones que aplican sólo a uno de los dos modelos de grúas. Por ese motivo se marca en la hoja de visita a qué grúa aplica.































































# **CAPÍTULO 6: MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

# Capítulo 6: Mantenimiento predictivo

## 6.1 *Introducción*

El mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento preventivo basado en la monitorización y seguimiento de una variable para, según su condición o estado, determinar la acción a seguir. Es por tanto un mantenimiento que trata de conseguir el aprovechamiento último de la vida útil de los componentes que conforman los equipos y que ofrece un diagnóstico del tipo de fallo que pueden estar sufriendo.

Dado el hecho de la fuerte inversión necesaria para su implantación y consolidación, en nuestro caso la aplicación de técnicas de mantenimiento predictivo se centra en los equipos de mayor significación y repercusión, tanto a nivel de costes como de paradas de operación, siendo por tanto su campo de aplicación las grúas móviles y las palas cargadoras.

## 6.2 *Grúas móviles*

### 6.2.1 *Análisis de aceite*

El control de estado a través del análisis de aceite es una forma excelente de lograrlo en unidades como motores, sistemas de transmisión y otros sistemas de llenado de aceite.

Mediante esta técnica somos capaces de determinar la degradación del aceite, la presencia de contaminantes externos y la aparición de partículas cuya causa sea el desgaste de algunos componentes del sistema. Los programas más completos y fiables constan de tres partes: análisis espectroscópico de metales, pruebas físicas y químicas e interpretación y diagnóstico de datos. Es necesario realizar pruebas de aceite específicas y análisis espectrométricos de los metales para evaluar el verdadero estado de la máquina y del aceite.

#### 6.2.1.1 *Análisis realizados*

- *Análisis espectroscópico de los metales y significación*

El nivel de desgaste de los metales usado para evaluar estados anormales varía según el motor y, además, es ligeramente distinto según el tipo de unidad.

Por tanto, se debe recopilar la información necesaria para cada unidad mediante un control regular. Sin embargo, el control del estado regular en una máquina concreta no depende en último término de los valores metálicos reales, sino de los aumentos repentinos con respecto a la media.

SÍMBOLO	METAL	ORIGEN DE LAS PARTÍCULAS
Ba	Bario	Metales aditivos
Ca	Calcio	Tipo de aceite
Mg	Magnesio	Contaminación por otro aceite
Zn	Zinc	Metales aditivos
Na	Sodio	Metales aditivos
Si	Silicio	Contaminación medioambiental
Al	Aluminio	Cilindro y cojinete superior, desgaste de arrastre de accesorios, arandelas de presión
Cr	Cromo	Desgaste de anillo y junta, desgaste de varilla hidráulica
Mo	Molibdeno	Metal aditivo. Desgaste de anillo y junta
Cu	Cobre	Desgaste del cojinete y casquillo, arandelas de presión y discos de embrague, desgaste de refrigerante y turbo
Pb	Plomo	Desgaste del cojinete y refrigerante, corrosión, contaminación de petróleo
Sn	Estaño	Desgaste del cojinete y el revestimiento
Mn	Manganeso	Desgaste de componentes de acero
Ti	Titanio	Contaminación medioambiental en casos especiales
Ni	Níquel	Desgaste del tubo del compresor, desgaste de componente de acero especial, contaminación de combustible
Ag	Plata	Desgaste del cojinete y revestimiento en casos especiales
V	Vanadio	Desgaste del vástago de válvula, contaminación de combustible

Tabla 6.1 Significación de los metales (Fuente: Manual de Instrucciones de Liebherr)

- Viscosidad

La viscosidad del aceite es una propiedad importante para su rendimiento. Depende en gran medida de las condiciones de trabajo (temperatura, presión...) y del tiempo de utilización del aceite. Un cambio de este parámetro fundamental del aceite del orden del  $\pm 10\%$  se considera anormal.

- Dilución del combustible

Se mide por destilación o punto de inflamación. Esta prueba es fundamental para detectar mezclas demasiado enriquecidas, sistemas de inyección defectuosos, tuberías con fugas... Un exceso de combustible puede provocar una mala lubricación debido a que afecta a la viscosidad reduciendo su valor.

El valor límite admisible como contenido de combustible en el seno del aceite es del **5%**.

- Índice OCI de estado del aceite

El índice OCI mide la conductividad del aceite. Indica la concentración de hollín y otros materiales conductores presentes en la muestra (por ejemplo agua y partículas de metal). Es una escala arbitraria de 0-40. El valor típico de los aceites nuevos se encuentra entre 10 y 12, y los aceites usados en buen estado puede alcanzar valores de hasta **28**. Los valores más altos indican la posible existencia de un problema. Para determinar la causa de un aumento de este índice se deben realizar pruebas complementarias.

- Dispersabilidad

Este método de ensayo se aplica sólo a los aceites de motor y se analiza mediante un método de papel secante.

Los aceites de motor contienen detergentes y dispersoides para dispersar el hollín y otros residuos de carbón insolubles por todo el aceite. Si no hay una cantidad suficiente los sólidos se coagularán formando lodos.

Normalmente una distribución uniforme del hollín es un buen síntoma y una distribución no uniforme es un mal síntoma.

- Glicol-anticongelante-agua

La presencia de agua afecta significativamente al valor de la viscosidad del aceite. Cuando se detecta agua, se mide mediante destilación u otros medios para establecer su concentración.

Un valor superior al **0.2%** se considera significativo. Tras haber determinado la presencia de agua, es necesario identificar su origen. Entre las que cobran más fuerza está una contaminación del refrigerante, condensación del vapor de agua o contaminación del depósito de suministro.

- Índice de alcalinidad total

Para proteger la caja del motor del ataque de los ácidos corrosivos producidos en la cámara de combustión, el lubricante contiene un grado de alcalinidad de reserva. Se expresa en mg de KOH/g de aceite y se describe como el Índice de Alcalinidad Total (T.B.N.). Mide las propiedades neutralizantes del aceite.

#### 6.2.1.2 Campo de aplicación

Después del primer cambio de aceite de la máquina, los periodos de toma de muestras son los mismos que los periodos fijados para el cambio de aceite.

En el caso concreto de las grúas, se analiza el aceite del motor, del sistema hidráulico y de la transmisión.

Las características de estos sistemas se pueden apreciar en la siguiente tabla:

SISTEMA	TIPO ACEITE	MARCA ACEITE	CANTIDAD CAMBIO	PERIODO CAMBIO	Nº CAMBIOS ANUALES	COSTE ANUAL
Motor	SAE 10W/40	Texaco URSA Super TD 15W/40	35 lt.	500 h	2	117 €
Transmisión	SAE 90 / ISO VG 100	Texaco GEARTEX EP C 80W/90	16 lt.	500 h	2	86 €
Hidráulico	ISO VG 68	Texaco URSA TDX 10W/40	1.650 lt.	2.000 h	0.5	2.821 €

Tabla 6.2 Campo de aplicación del análisis de aceite en grúas

Durante la vigencia de la garantía de las grúas, los análisis de aceite los efectuaba el fabricante. Posteriormente a TEXACO, como suministrador del aceite, se le han encargado análisis de seguimiento.

El coste anual del cambio de aceite por unidad de grúa contempla únicamente el coste del aceite estimando las veces que se efectuaría el cambio con la frecuencia indicada por el fabricante si las grúas trabajaran el mismo promedio de horas que el que siguen actualmente. Para completar el análisis sería conveniente contabilizar el tiempo de la mano de obra y los filtros que se sustituyen con cada cambio de aceite.

Para medir la bondad de la realización de los análisis de aceite, debemos contemplar no solamente el ahorro económico que alcanzaríamos al retrasar los periodos de sustitución del aceite, sino también, las ventajas que aporta esta técnica a la hora de evaluar el nivel de desgaste de elementos del equipo y facilitar así diagnósticos sobre averías incipientes.

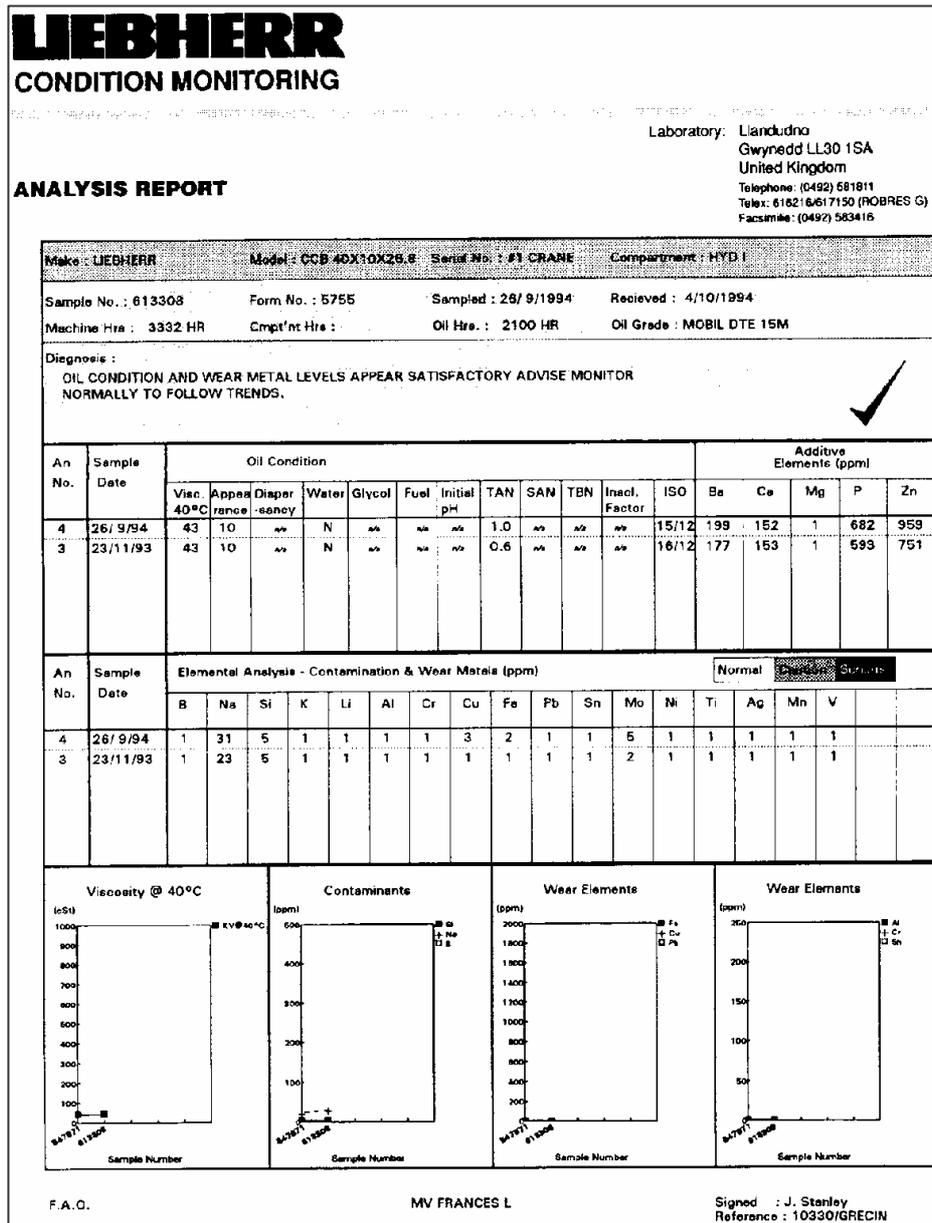


Figura 6.1. Ejemplo de informe de análisis de aceite en una grúa

### 6.2.2 Medida de concentración de anticongelante

La medida de la concentración de anticongelante en el líquido del circuito de refrigeración se lleva a cabo con el refractómetro.

El principio de medida se basa en la determinación de la refracción de la luz. Conociendo el ángulo de refracción de un determinado compuesto, estaremos en condiciones de apreciar la contaminación del mismo por otras sustancias puesto que afectará a dicho ángulo.

El refractómetro utilizado es el modelo *BETA 1759M*.



Fotografía 6.1. Refractómetro

La utilización de esta técnica permite conocer la concentración de etilenglicol o propilenglicol en el seno del líquido refrigerante, proporcionando así el valor del punto de congelación de la muestra. Es por ello que resulta muy práctico para determinar el momento óptimo de cambio o relleno del refrigerante.

El refrigerante debe contener no menos del **50%** pero tampoco más del **60%** por volumen de concentrado anticongelante. Moviéndonos entre estos valores se impide la congelación a aproximadamente  $-37^{\circ}\text{C}$  de temperatura.

Pero la función del refrigerante es, además de anticongelante, la protección contra la corrosión. Por eso el valor de la concentración conviene que no sea, ni demasiado bajo que provocaría poca protección a la corrosión, ni demasiado alto porque se reduce el efecto refrigerante.

### 6.2.3 *Medida de concentración de electrolito*

Otra aplicación muy interesante del refractómetro es la medida de la densidad del ácido de las baterías.

El mismo instrumento posee dos escalas en su visor, una para la temperatura de congelación-concentración volumétrica de anticongelante (tanto etilenglicol como propilenglicol) y, la otra escala, para la densidad del electrolito de las baterías recargables.

El valor de este parámetro debe estar por encima de **1.210 kg/lt**. Si no es así debe recargarse.

#### 6.2.4 Medida del estado de los cables de elevación

Hasta ahora, las técnicas empleadas como mantenimiento predictivo tenían una razón de ser operativa, es decir, preservar la disponibilidad de las grúas y evitar averías costosas, tanto en dinero como en tiempo de parada.

En el caso de los cables de elevación de las grúas, su verificación y control de estado se justifica por motivos de seguridad (cargas suspendidas de hasta 52 tm con alturas del orden de 35 m).

Las cucharas o grapines que se utilizan para la descarga del granel son del tipo cuatricable bivalvas. Esto significa que cada grúa cuenta con cuatro cables para su manipulación: dos de ellos sirven para izar las cucharas y los otros dos para abrirlas o cerrarlas. La longitud de estos cables es de 270 m en la grúa GM-02, y 244 m en las grúas GM-03 y GM-04. El tipo de cable es de acero compacto de 8 cordones de malla. En la grúa GM-02 el diámetro nominal es de 36 mm y en las grúas GM-03 y GM-04 de 44 mm.

De manera sistemática el fabricante recomienda cambiar los cables cada 8.000 horas de funcionamiento. Con las mediciones del diámetro del cable comprobamos su estado para que, en vez de alargar el periodo de sustitución en el caso de que las inspecciones sean satisfactorias, acortarlo en caso de que sean inaceptables. Se trata de un criterio conservador que, debido a las consecuencias que la rotura de alguno de los cables podría originar, sirve sólo para verificar que no se alcance el deterioro de manera prematura antes de las 8.000 horas garantizadas en condiciones normales de vida útil.

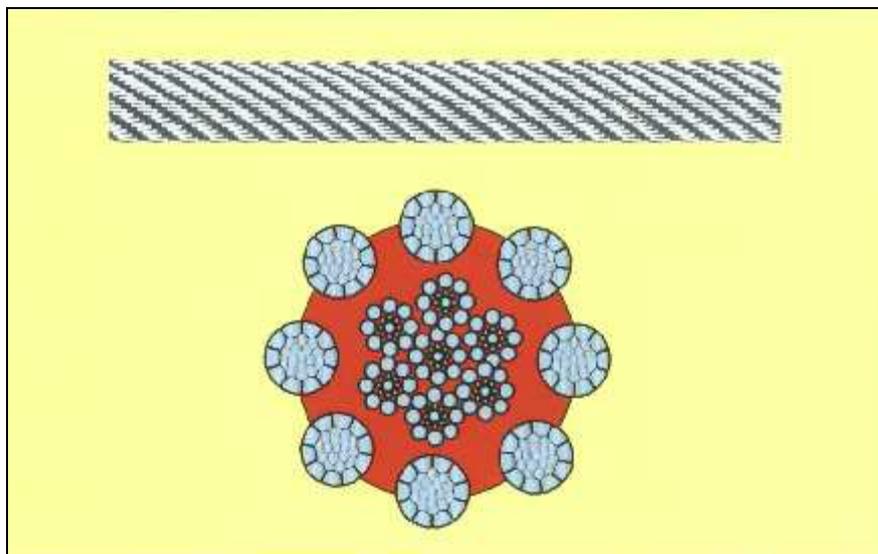


Figura 6.2. Composición de un cable de elevación de una grúa

Se pueden aplicar los criterios siguientes para un funcionamiento seguro de los cables:

- tipo y número de roturas de alambres
- lugar y secuencia temporal de las roturas de los alambres
- disminución del diámetro del cable

- corrosión, abrasión, deformación
- efectos del calor
- duración del periodo de funcionamiento

Atendiendo a la medida del diámetro del cable, el criterio de rechazo es que no debe superar el **15%** de disminución del diámetro nominal del cable o, un **10%** en el caso de que aparezcan indicios de corrosión y/o abrasión.

### 6.2.5 Verificación de soldaduras por líquidos penetrantes

Debido al tipo de trabajo peligroso ya comentado en el punto anterior, resultan esenciales las revisiones estructurales del equipo.

Para controlar la aparición de grietas y, sobre todo, verificar el estado de las soldaduras practicadas en la estructura de la pluma, se utiliza la técnica de los líquidos penetrantes.

Su utilización se basa en la detección de defectos superficiales debido a su llenado por un líquido de baja tensión superficial. Con la aplicación de un producto revelador se obtiene por capilaridad una señalización del defecto (poro, fisura...).

Toda soldadura realizada en algún elemento estructural de la pluma se verifica con este método.



Fotografía 6.2. Disolvente, líquido penetrante y revelador

## 6.3 *Palas cargadoras*

### 6.3.1 *Análisis de aceite*

Las palas cargadoras PL-04, PL-05, PL-06 y PL-07 son las que realizan la carga de camiones y tolvas de ferrocarril y es por ello que su nivel de exigencia es crítico. Como ya se ha comentado anteriormente, la modalidad de contratación de estas palas es de renting, estando incluido el mantenimiento preventivo como servicio contratado a Finanzauto (Caterpillar). La toma de muestras de aceite y su posterior análisis lo realizan con sus propios laboratorios para, una vez elaborados los informes pertinentes, notificar su estado a Servicesa.

#### 6.3.1.1 *Análisis realizados*

##### - *Análisis espectroscópico de los metales y significación*

El nivel de desgaste de los metales usado para evaluar estados anormales varía según el motor y, además, es ligeramente distinto según el tipo de unidad.

Por tanto, se debe recopilar la información necesaria para cada unidad mediante un control regular. Sin embargo, el control del estado regular en una máquina concreta no depende en último término de los valores metálicos reales, sino de los aumentos repentinos con respecto a la media.

El *Manual de Instrucciones* facilitado por *Caterpillar* no proporciona valores de estos parámetros.

##### - *Viscosidad*

La viscosidad del aceite es una propiedad importante para su rendimiento. Depende en gran medida de las condiciones de trabajo (temperatura, presión...) y del tiempo de utilización del aceite. Un cambio de este parámetro fundamental del aceite del orden del  $\pm 3$  cSt se considera anormal.

##### - *Dilución del combustible*

Se mide por destilación o punto de inflamación. Esta prueba es fundamental para detectar mezclas demasiado enriquecidas, sistemas de inyección defectuosos, tuberías con fugas... Un exceso de combustible puede provocar una mala lubricación debido a que afecta a la viscosidad reduciendo su valor.

El valor límite admisible como contenido de combustible en el seno del aceite es del 4%.

##### - *Oxidación, sulfatación, hollín*

Estos parámetros se analizan en las muestras de aceite y sus valores límites aceptables no son proporcionados al cliente.

- Agua

La presencia de agua afecta significativamente al valor de la viscosidad del aceite. Cuando se detecta agua, se mide mediante destilación u otros medios para establecer su concentración.

Un valor superior al **0.5%** se considera significativo. Tras haber determinado la presencia de agua, es necesario identificar su origen. Entre las que cobran más fuerza está una contaminación del refrigerante, condensación del vapor de agua o contaminación del depósito de suministro.

- Glicol

El contenido del anticongelante en el aceite debe nulo (**0%**).

- Contaje de partículas

La limpieza puede medirse tomando muestras de fluido. Éstas se obtienen de los componentes hidráulicos y de los componentes del tren de impulsión. La cantidad de partículas se muestra en unidades ISO. Este método proporciona la distribución de tamaños de las partículas presentes en la muestra, aunque no suministra información sobre los elementos que las componen. Los contadores de partículas dan el número de partículas encontradas en categorías de tamaño especificadas.

La norma ISO 4406 califica con un rango numérico el número de partículas aparecidas de tamaños superiores a unos rangos predeterminados, en este caso 4, 6 y 14  $\mu\text{m}$ . En el caso de los laboratorios de Caterpillar, miden las partículas por encima de 4, 6, 10, 14, 18, 21, 38 y 50  $\mu\text{m}$ . El valor de referencia que dan es el ISO (6  $\mu\text{m}$ ) / (14  $\mu\text{m}$ ).

El valor límite de limpieza del sistema hidráulico lo establecen en **ISO 18/15**, es decir, no debe haber más de 2.500 partículas por mililitro de aceite de tamaño medio mayor de 6  $\mu\text{m}$ , ni más de 320 partículas / ml de tamaño medio mayor de 14  $\mu\text{m}$ .

Tabla 11

Pautas para el Análisis S-O-S de aceite	
Parámetro de prueba	Pauta
Oxidación	(1)
Hollín	(1)
Sulfatación	(1)
Metales de desgaste	Análisis de tendencias y normas de la Tabla de desgaste Cat <sup>(1)</sup>
Agua	0.5% máximo
Glicol	0%
Dilución del combustible	4% máximo
Viscosidad - Motores: ASTM D445 Medida a 100°C (212°F)	cambio de +/-3 centistoke (cSt) de la viscosidad de un aceite nuevo.
Viscosidad - sistema hidráulico y tren de fuerza: ASTM D445 Medido a 100°C (212°F)	cambio de +/-2 cSt de la viscosidad de un aceite nuevo.
Limpieza del sistema hidráulico	ISO 18/15 máximo <sup>(2)</sup>
Limpieza de sistema de transmisión sin válvulas electro-hidráulicas	ISO 21/17 máximo <sup>(2)</sup>
Limpieza de sistema de transmisión con válvulas electro-hidráulicas	ISO 18/15 máximo <sup>(2)</sup>

(1) Los valores aceptables para estos parámetros son propiedad del programa de Análisis S-O-S de aceite.  
(2) Vea la sección "Control de contaminación" de esta publicación.

Figura 6.3. Resumen de valores límites de los parámetros del análisis de aceite en palas

### 6.3.1.2 Campo de aplicación

El plan de mantenimiento predictivo de Caterpillar incluye la toma de muestras del aceite del motor, del sistema de transmisión, del sistema hidráulico y de los diferenciales (delantero y trasero).

SISTEMA	TIPO ACEITE	MARCA ACEITE	CANTIDAD CAMBIO	PERIODO CAMBIO	Nº CAMBIOS ANUALES	COSTE ANUAL
Motor	SAE 15W/40	CAT DEO 15W/40	35 lt	500 h	2	217,70 €
Transmisión	SAE 30 / ISO VG 100	CAT TDTO 30	44 lt	500 h	2	143,00 €
Hidráulico	SAE 10W / ISO VG 36	CAT HYDO Advanced 10W	110 lt	2.000 h	0.5	281,60 €
Diferencial	SAE 50 / ISO VG 220	CAT TDTO 50	2 x 64 lt	500 h	2	819,20 €

Tabla 6.3 Campo de aplicación del análisis de aceite en palas

El coste anual del cambio de aceite por pala cargadora contempla únicamente el coste del aceite estimando las veces que se efectuaría el cambio con la frecuencia indicada por el fabricante si las palas trabajaran el mismo promedio de horas que el que siguen actualmente.



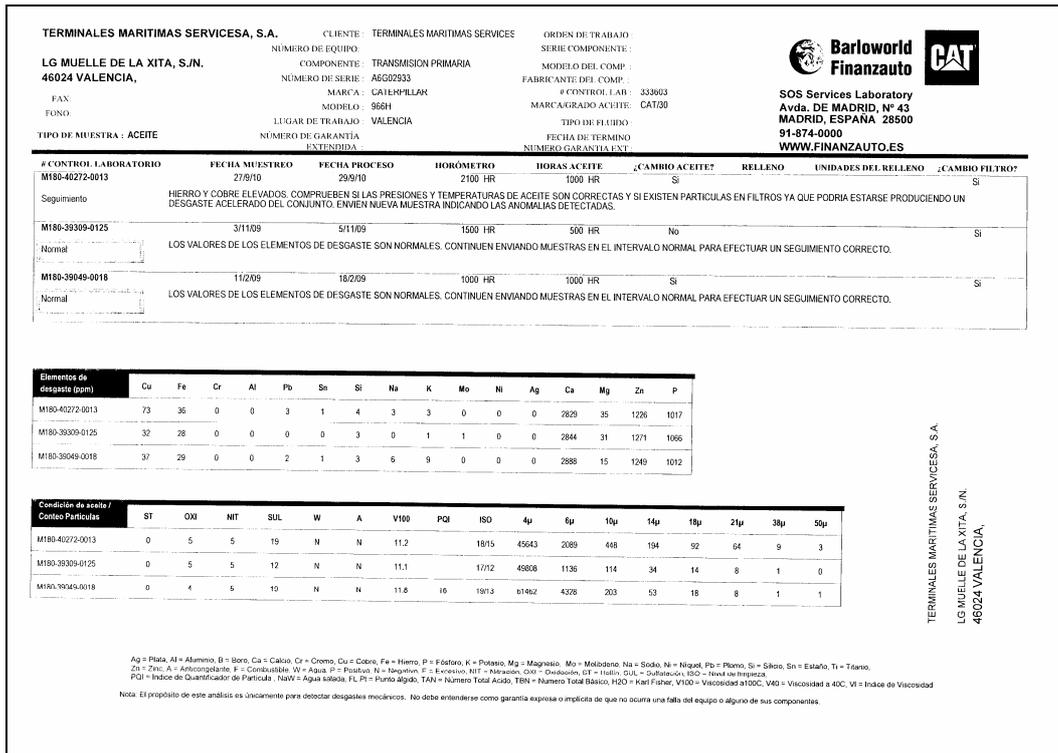


Figura 6.6. Análisis de aceite de transmisión de la pala PL-04

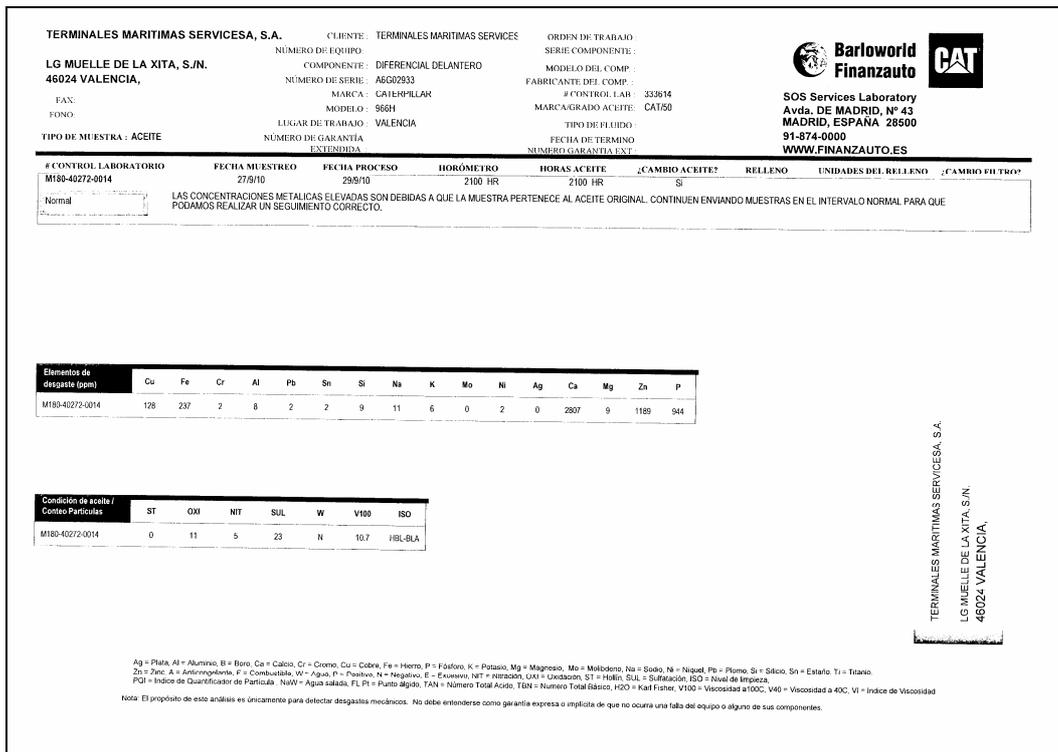


Figura 6.7. Análisis de aceite del diferencial delantero de la pala PL-04

TERMINALES MARITIMAS SERVICESA, S.A.		CLIENTE: TERMINALES MARITIMAS SERVICESA	ORDEN DE TRABAJO:	 <b>SOS Services Laboratory</b> Avda. DE MADRID, Nº 43 MADRID, ESPAÑA 28500 91-874-0000 WWW.FINANZAUTO.ES
LG MUELLE DE LA XITA, S/JN.		NÚMERO DE EQUIPO:	SERIE COMPONENTE:	
46024 VALENCIA,		COMPONENTE: DIFERENCIAL TRASERO	MODELO DEL COMP.:	
FAX:		NÚMERO DE SERIE: A6G02933	FABRICANTE DEL COMP.:	
FONO:		MARCA: CATERPILLAR	# CONTROL LAB: 333604	
TIPO DE MUESTRA: ACEITE		MODELO: 966H	MARCA GRADO ACEITE: CAT50	
		LUGAR DE TRABAJO: VALENCIA	TIPO DE FLUIDO:	
		NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA:	FECHA DE TÉRMINO NÚMERO GARANTÍA EXT.	

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTRO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL RELLENO	¿CAMBIO FILTRO?
M180-40272-0015	27/6/10	29/6/10	2100 HR	2100 HR	SI			

LAS CONCENTRACIONES METÁLICAS ELEVADAS SON DEBIDAS A QUE LA MUESTRA PERTENECE AL ACEITE ORIGINAL. CONTINUEN ENVIANDO MUESTRAS EN EL INTERVALO NORMAL PARA QUE PODAMOS REALIZAR UN SEGUIMIENTO CORRECTO.

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	Ag	Ca	Mg	Zn	P
M180-40272-0015	497	6002	45	43	7	12	63	25	6	10	24	0	2209	12	1048	834

Condición de aceite / Conteo Partículas	SI	OXI	NIT	SUL	W	V100	ISO
M180-40272-0015	1	7	7	23	N	11.0	HL/BLA

TERMINALES MARITIMAS SERVICESA, S.A.  
LG MUELLE DE LA XITA, S/JN.  
46024 VALENCIA.

Ag = Plata, Al = Aluminio, B = Boro, Ca = Calcio, Cr = Cromo, Cu = Cobre, Fe = Hierro, P = Fósforo, K = Potasio, Mg = Magnesio, Mo = Molibdeno, Na = Sodio, Ni = Níquel, Pb = Plomo, Si = Silicio, Sn = Estaño, Ti = Titanio, Zn = Zinc, A = Anticongelante, F = Combustible, W = Agua, Pt = Platino, H = Hidrogeno, E = Enxofre, NIT = Nitrogeno, ST = Sulfato, SUL = Sulfato, ISO = Sulfato de Impa, PDI = Índice de Quantificador de Partícula, NAW = Agua salada, FL Pt = Punto algado, TAN = Número Total Acido, TEM = Número Total Básico, HQ = Kell Fisher, V100 = Viscosidad a 100°C, V40 = Viscosidad a 40°C, VI = Índice de Viscosidad

Note: El propósito de este análisis es únicamente para detectar desgastes mecánicos. No debe entenderse como garantía expresa o implícita de que no ocurra una falla del equipo o alguno de sus componentes.

Figura 6.8. Análisis de aceite del diferencial trasero de la pala PL-04

### 6.3.2 Medida concentración anticongelante

Esta medición se realiza de manera análoga que en las grúas móviles.

El refrigerante debe contener no menos del **50%** pero tampoco más del **60%** por volumen de concentrado anticongelante. Moviéndonos entre estos valores se impide la congelación a aproximadamente  $-37^{\circ}\text{C}$  de temperatura.

## 6.4 Resumen

A continuación y a modo de resumen, se expone el conjunto de operaciones de mantenimiento de tipo preventivo predictivo explicadas con anterioridad. Como complemento se detalla la frecuencia de monitorización seguida. Dicha información está incluida en el *RM-09. Plan de Mantenimiento Preventivo* como no podía ser de otra manera.

INSPECCIONES PREDICTIVAS		GM-02, GM-03, GM-04	PL-04, PL-05, PL-06, PL-07
Análisis de aceite	Motor	500 h	500 h
	Transmisión	500 h	500 h
	Hidráulico	500 h	500 h
	Reductores	NO	2.000 h
Medición concentración anticongelante		500 h	500 h
Medición concentración ácido baterías		2.000 h	No Aplica
Medición cables elevación		500 h	No Aplica
Verificación soldaduras líquidos penetrantes		Tras ejecución	No Aplica

Tabla 6.4 Resumen de operaciones de mantenimiento predictivo y periodos de monitorización

**CAPÍTULO 7:**  
**PLAN DE IMPLANTACIÓN DE**  
**LAS ACCIONES PROPUESTAS**

# Capítulo 7: Plan de implantación de las acciones propuestas

## 7.1 *Etapas de implantación*

El proceso completo a seguir para el desarrollo e implantación del nuevo modelo de gestión de mantenimiento propuesto está compuesto por una serie de etapas agrupadas en tres fases conceptualmente diferentes.

La primera fase hace referencia al análisis de la situación actual, a la detección de nichos de mejora y al trabajo de despacho para la confección de la documentación asociada con la nueva propuesta. Es una fase de *Consultoría* propiamente dicha.

La segunda fase se caracteriza por la formación del personal de mantenimiento en la nueva filosofía de trabajo, la puesta en marcha de los registros y procedimientos propuestos y por el análisis retrospectivo de sus ventajas e inconvenientes tras su rodaje, aportando las modificaciones consideradas debido a la idiosincrasia y a las particularidades de la empresa en cuestión. Se trata de la *Implantación*.

La tercera y última fase es la migración del sistema propuesto de gestión a un sistema de gestión de mantenimiento asistido por ordenador. Consiste en trabajar con una aplicación informática específica para el área de trabajo en el que nos desenvolvemos, que potencie más las posibilidades que nuestro sistema de gestión contiene y que permita una reducción de la documentación en soporte papel y unos tiempos de consulta más ágiles. Estamos hablando de la fase del *G.M.A.O.*.

## 7.2 *Programación de las etapas de implantación*

Podemos afirmar que la *fase 1: Consultoría* se encuentra ya finalizada. Las dos etapas que integran esta fase son la detección de las necesidades y el conjunto del desarrollo documental y metodológico, constituyendo el fundamento del Trabajo Fin de Máster presente. Su duración ha sido de **3-4 meses**.

Actualmente la línea de trabajo apunta en la dirección de la codificación de los materiales del almacén de repuestos, su clasificación e inventariado. Es el primer paso de la *Implantación* del sistema propuesto.

Una vez en orden el almacén, la siguiente etapa consistirá en habituar al personal de mantenimiento a documentar su trabajo diario siguiendo las pautas marcadas en cuanto a órdenes de trabajo se refiere, es decir, registrar horas de mano de obra, materiales, reparaciones externas...

El último paso será el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo con las modificaciones introducidas.

Una vez que tengamos la seguridad de que se cumplimentan correctamente las órdenes de trabajo, será el momento de trabajar con el personal de administración la obtención de los costes e imputaciones de gasto.

Llegados a este punto, y tras tener mediciones de los costes incurridos, así como de los indicadores de control evaluados, quedará completada la fase de *Implantación*. Resulta interesante recordar que los datos de los costes y el resto de indicadores, por sí solos y de manera aislada, no están completos ni aportan información útil, sino que hay que analizarlos siguiendo pautas de tendencia y su evolución temporal.

Podemos afirmar que la duración de esta fase en condiciones normales es de **5-6 meses**.

Antes de volcar el sistema en una nueva aplicación informática tipo base de datos, es conveniente dejar pasar un periodo de tiempo de prueba tras haber completado la implantación para poder valorar con una perspectiva más amplia las consecuencias obtenidas. Fruto de esta reflexión aparecerán rectificaciones o matizaciones que el sistema inicialmente no incluía y que tras su uso seguramente se detectarán.

La última fase es la aplicación de un *G.M.A.O.* de carácter básico y sencillo y puede estar confeccionada en **3-4 meses** teniendo en cuenta que partimos de una metodología ya predisuelta para ello.

Así pues, el plazo total de tiempo esperado desde la toma de contacto con el sistema actual de mantenimiento hasta la implantación completa de la propuesta de mejora apoyada en un *G.M.A.O.* es de **11-14 meses**.

El desarrollo de la programación de las etapas con sus vínculos y los hitos más importantes queda reflejado en la figura 7.1.

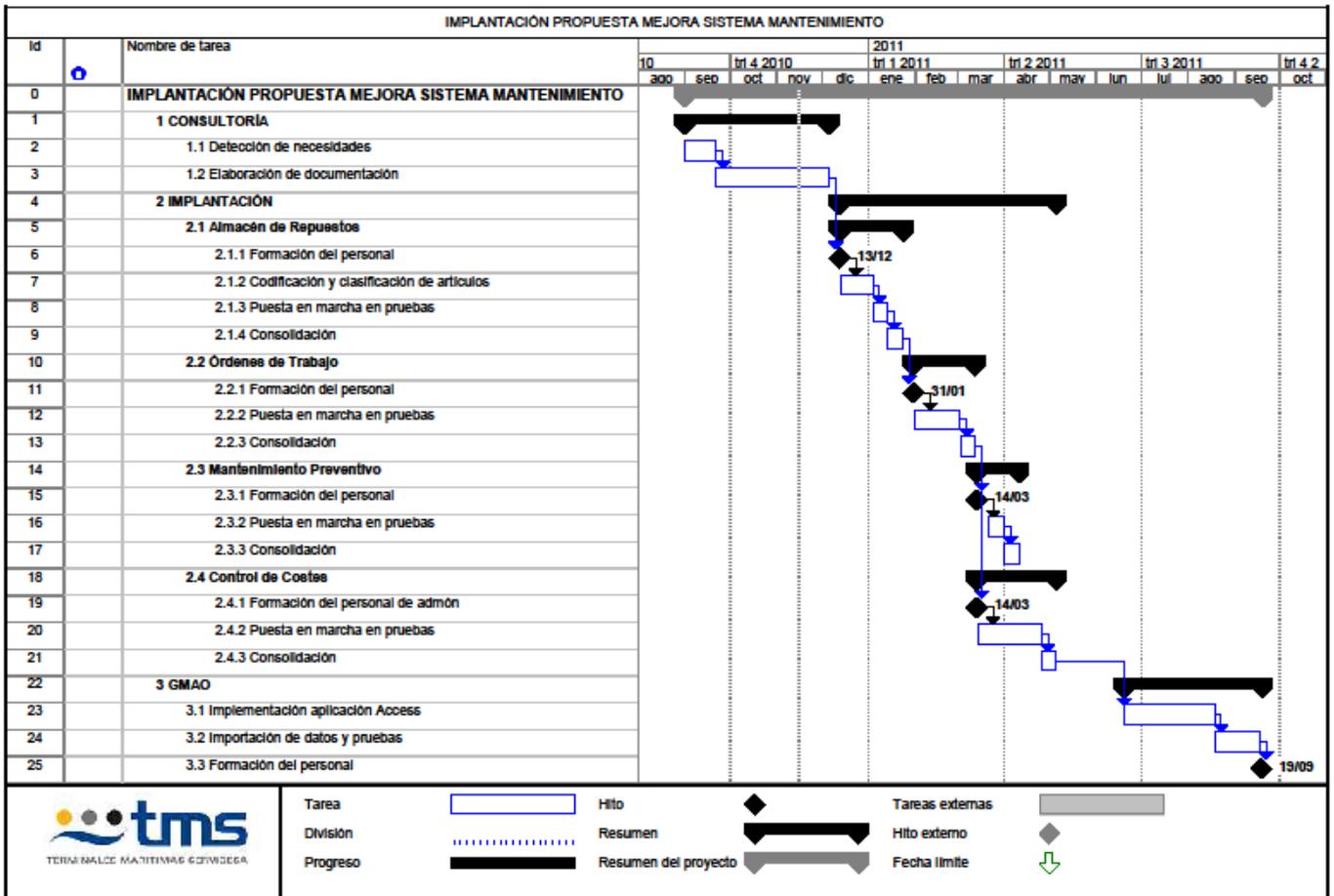


Figura 7.1. Programación de las etapas de implantación

### 7.3 Presupuesto de implantación

El presupuesto necesario para afrontar económicamente el nuevo modelo de gestión de mantenimiento propuesto se puede desglosar en dos partes, el coste de inversión y el coste de explotación.

El *coste de inversión* hace referencia a las partidas presupuestarias destinadas a adquirir bienes o servicios y cuyos pagos se efectúan de manera única en el tiempo y no prolongada.

En este apartado incluiríamos, por ejemplo, la compra de equipos informáticos si fuese necesario (actualmente existe un ordenador para los encargados de mantenimiento).

También se contemplan las licencias de software informático que hubiera que adquirir para el desarrollo de nuestra actividad. En nuestro caso trabajamos con el paquete de Microsoft Office cuyas licencias ya están contratadas con anterioridad.

Los trabajos de consultoría se incluyen debido a que son trabajos subcontratados que, una vez concluya la implantación del sistema, dejarán de existir. Consideramos el salario medio de un ingeniero de mantenimiento durante 12 meses de trabajo junto a la cotización a la Seguridad Social.

Los *costes de explotación* hacen referencia a los costes que incurrimos en el acontecer diario. En este apartado se contempla el tiempo que destinará el personal de mantenimiento a la cumplimentación de los registros, así como el tiempo de administración necesario para elaborar los informes mensuales y el cómputo de horas clasificadas. En nuestro caso estimamos que un 5% del tiempo de trabajo del conjunto de personal del departamento de mantenimiento se invertirá en alimentar y mantener el sistema de gestión propuesto.

Así pues, el presupuesto estimado de implantación y explotación es el siguiente:

CONCEPTO	PRESUPUESTO
Inversión	40.000 €
Explotación	20.000 €/año

Tabla 7.1 Presupuesto de implantación

#### 7.4 *Consecuencias esperadas tras la implantación*

Resulta muy importante evaluar las consecuencias que esperamos obtener tras la implantación del nuevo sistema de gestión del mantenimiento para defender la necesidad e idoneidad de su implantación.

Aunque en líneas generales el modelo aporta grandes ventajas, también incurre en algunos aspectos negativos que vale la pena considerar.

##### INCONVENIENTES:

- Aumento del coste de mantenimiento preventivo sistemático debido a que se incorpora un plan de mantenimiento preventivo más ambicioso que el que actualmente está en uso. En él se añaden trabajos que no se contemplaban de manera preventiva y, por lo tanto, generan un coste que anteriormente no existía como tal.
- Aumento del coste de mantenimiento preventivo predictivo motivado sobre todo por la monitorización del estado de los aceites de las grúas. Su control y seguimiento sólo se había efectuado durante la vigencia de las garantías contractuales con los fabricantes de los equipos y los realizaban bajo su responsabilidad.
- Aumento de los tiempos improductivos del personal de mantenimiento debido al incremento burocrático necesario para obtener información de costes y demás indicadores.

### VENTAJAS:

- Mayor grado de compromiso con el cumplimiento de la legalidad industrial vigente debido al mejor control de estas obligaciones dentro del plan de mantenimiento preventivo (menor probabilidad de imposición de sanciones).
- Menor probabilidad de aparición de accidentes laborales y, por lo tanto, menores índices de gravedad y días de bajas. Con las Órdenes de Trabajo y la Lista de Verificación de Seguridad se potencia la seguridad en el trabajo, además de ampliar el plan de mantenimiento preventivo a instalaciones con riesgo con periodicidades más frecuentes en algunos casos que las propias que dicta la legislación vigente (instalación de baja tensión, red de aire comprimido...).
- Actualización y adaptación de los artículos del almacén de repuestos a su uso real, optimizando el nivel de inventarios y el valor de inmovilizado, además de poder mejorar la calidad de servicio por existir mayor probabilidad de encontrar los artículos que buscamos en un momento determinado (también se reducen de esta manera los extracostes generados por adquirir artículos de urgencia de manera improvisada).
- Reducción esperada de los costes de mantenimiento correctivo.
- Aumento de la disponibilidad individual de los equipos y, por ende, de la disponibilidad global.
- Mayor conocimiento de la instalación y de los equipos a mantener.
- Posibilidad de seguimiento de tendencias y análisis de sus posibles causas.
- Mayor facilidad para elaborar presupuestos de ejercicios venideros y para fijar objetivos a alcanzar.

## 7.5 Conclusiones

Analizando las ventajas y los inconvenientes considerados, resulta lógico pensar que la implantación de este modelo de gestión aporta un balance positivo de consecuencias, máxime si consideramos el escaso presupuesto de inversión que requiere.

En mantenimiento existen aspectos que resultan muy difíciles de valorar económicamente porque pertenecen al campo de la estadística y de la teoría de probabilidades. Es obvio que con un sistema de mantenimiento en el que priman los trabajos de preventivo sobre los de correctivo se deben mejorar objetivos tales como la disponibilidad global de la planta, los costes de fallo asociados, las horas extras del personal, los extracostes de la logística de aprovisionamiento de artículos de repuesto...

Valorar la repercusión económica de dichas mejoras se antoja un problema complejo pero no por ello hay que obviarlo. Sólo la aplicación del sistema durante un tiempo suficiente para obtener información fiable y tendencias de indicadores nos mostrará si realmente ha merecido la pena el esfuerzo realizado (más físico y personal que económico).

Con todo ello estoy en disposición de afirmar con total seguridad que la aplicación de este nuevo sistema de gestión de mantenimiento aportará consecuencias positivas para la empresa a corto plazo.

Por último, no hay que olvidar la imagen de modernidad y de tecnología que este tipo de sistemas proyectan de nuestra empresa y de nuestra gestión, aspectos destacados en una sociedad cada día más competitiva y en donde este tipo de detalles aportan un incalculable valor añadido.

# BIBLIOGRAFÍA

## Bibliografía

- “AUDITORÍA DEL MANTENIMIENTO E INDICADORES DE GESTIÓN”. Fco. J. González Fernández. FC Editorial. 2.004.
- “TEORÍA Y PRÁCTICA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL AVANZADO”. Fco. J. González Fernández. 3ª Edición. FC Editorial. 2.009.
- “GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO”. Francis Boucly. AENOR. 1.999.
- “FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO”. Vicente Macián Martínez. SPUPV. 2.003.193.
- “APUNTES CURSO SUPERIOR DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL”. Emilio Lezana García. T.M.I. 1.998.
- “MANUAL DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN”. Manuel Díaz Del Río. 2ª Edición. McGraw-Hill. 2.007.
- “CONSIDERACIONES LEGALES DEL MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES”. Cristóbal Trabalón Carricondo. 1ª Edición. Tebar. 2.008.
- “COLECCIÓN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL”. Santiago García Garrido. Renovetec. 2.009.
- “MANUAL DE INSTRUCCIONES GRÚA LHM 500”. Liebherr. 2007.
- “INSTRUCCIONES DE USO Y MANTENIMIENTO GRÚA HKM 330 EG”. Gottwald. 2002.
- “MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO”. Caterpillar. 2005.

# ANEXOS

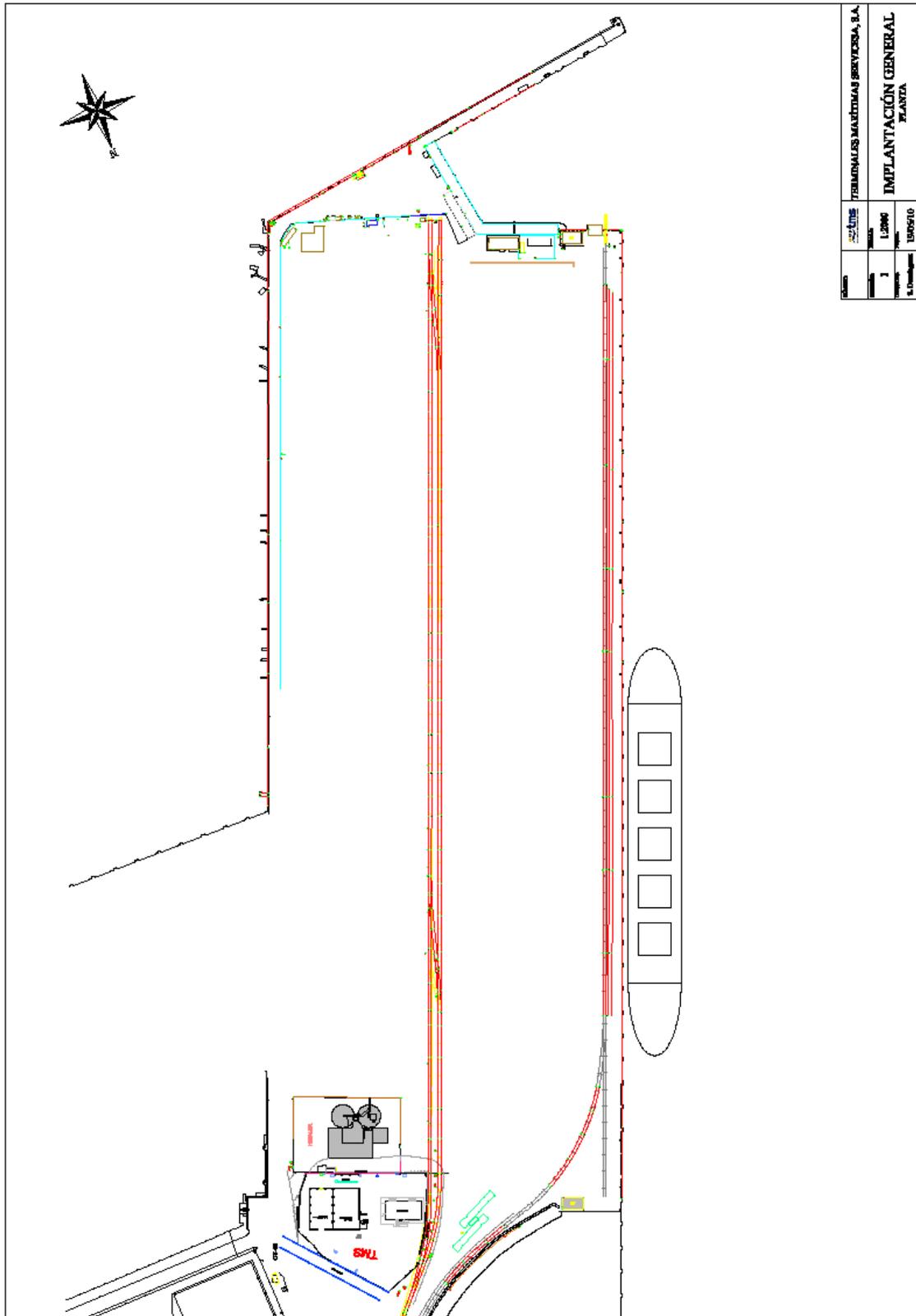
# Anexos

## 1. Planos de emplazamiento

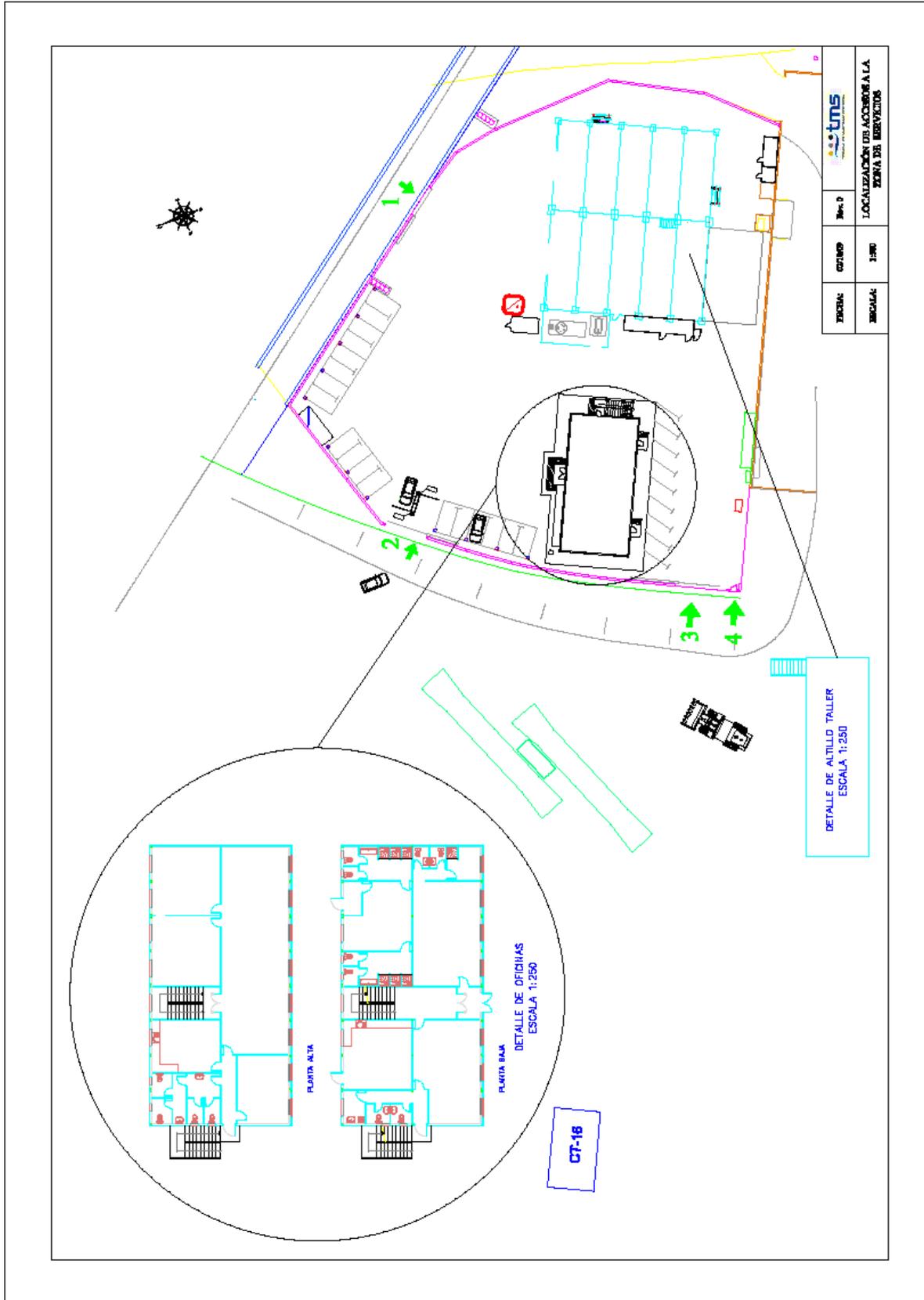
### Plano de situación del Puerto de Valencia



## Plano de emplazamiento de Terminales Marítimas Servicesa



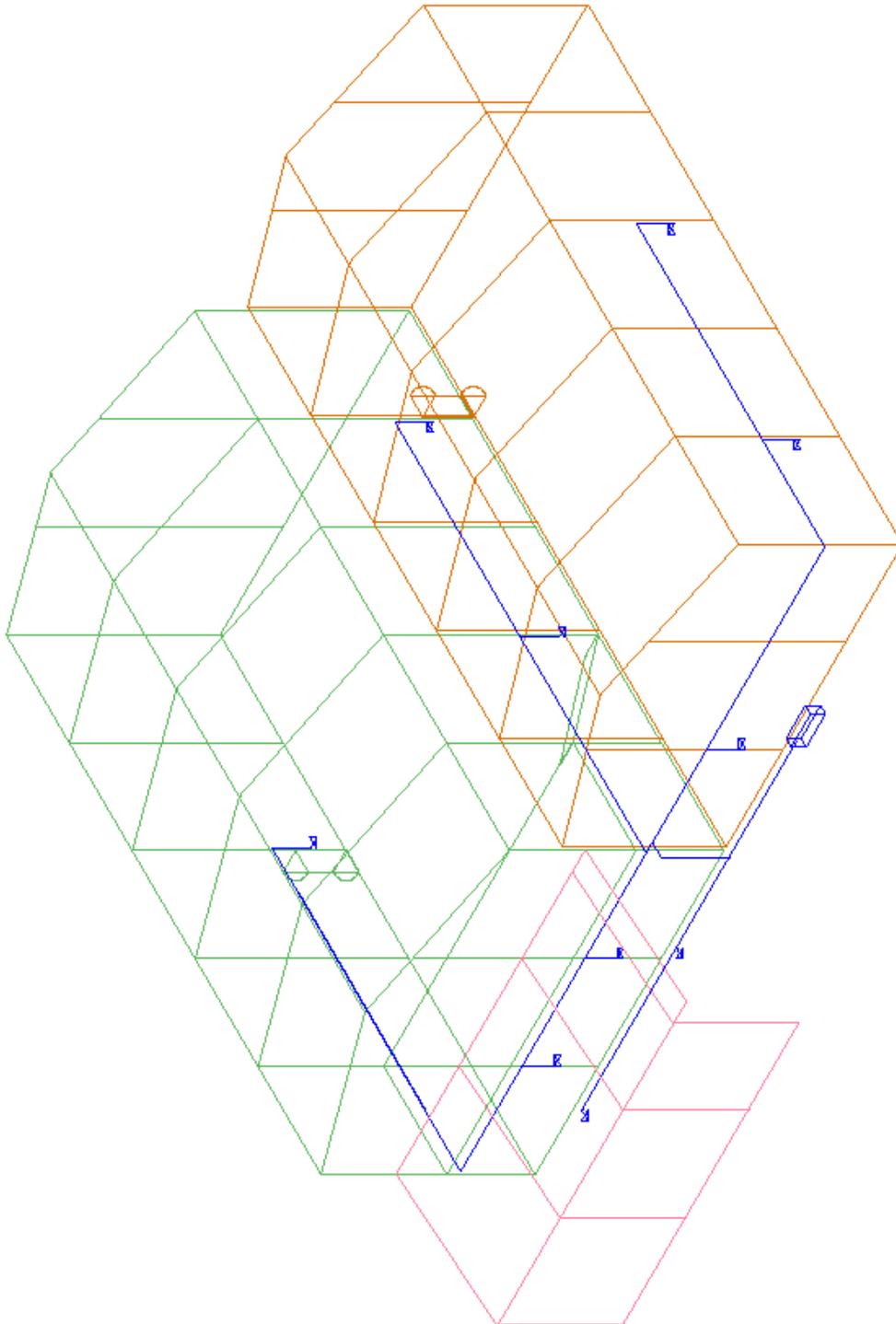
Plano de emplazamiento del área de servicios de TMS





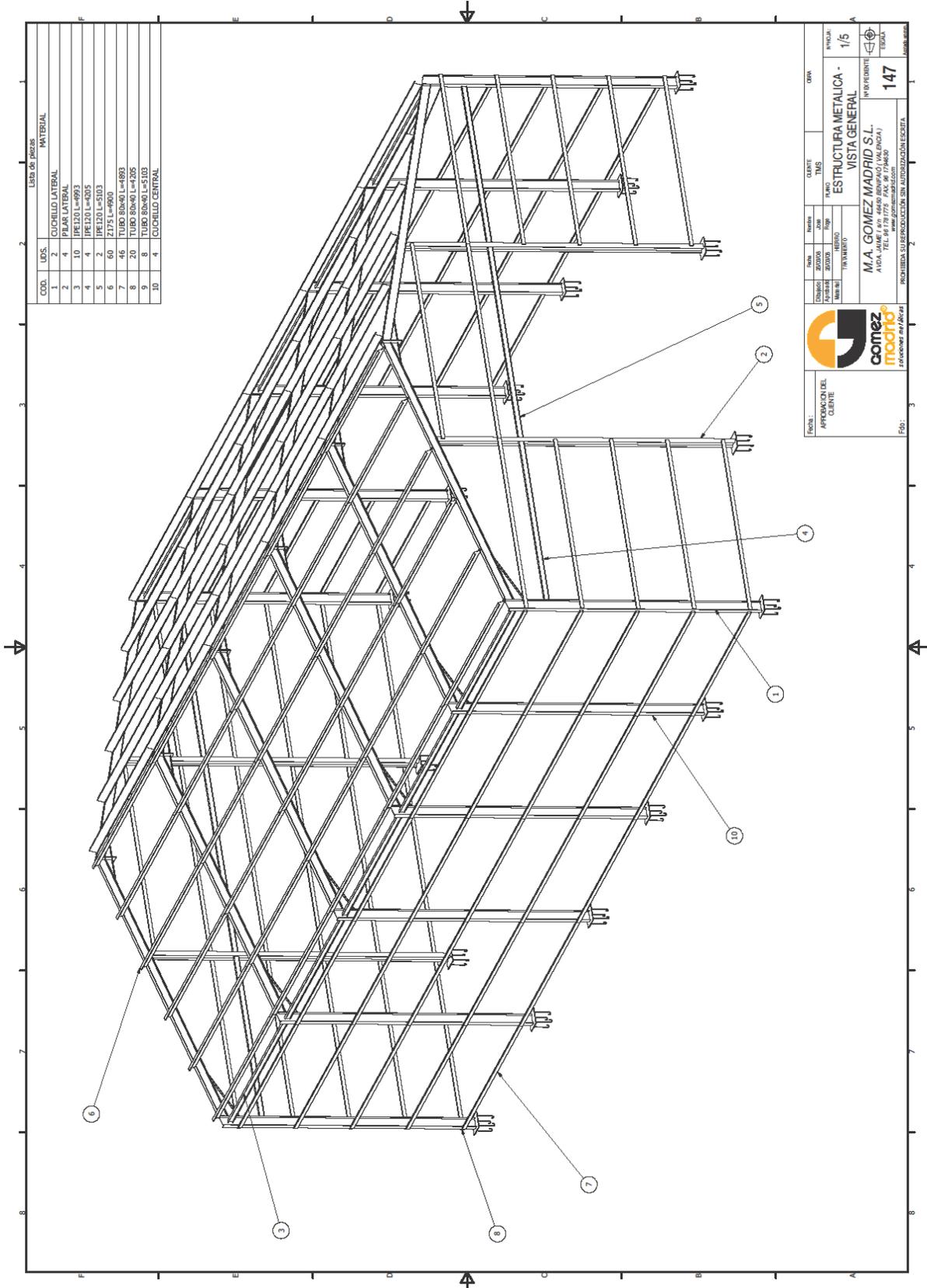


## Red de aire comprimido





Plano constructivo del taller de mantenimiento



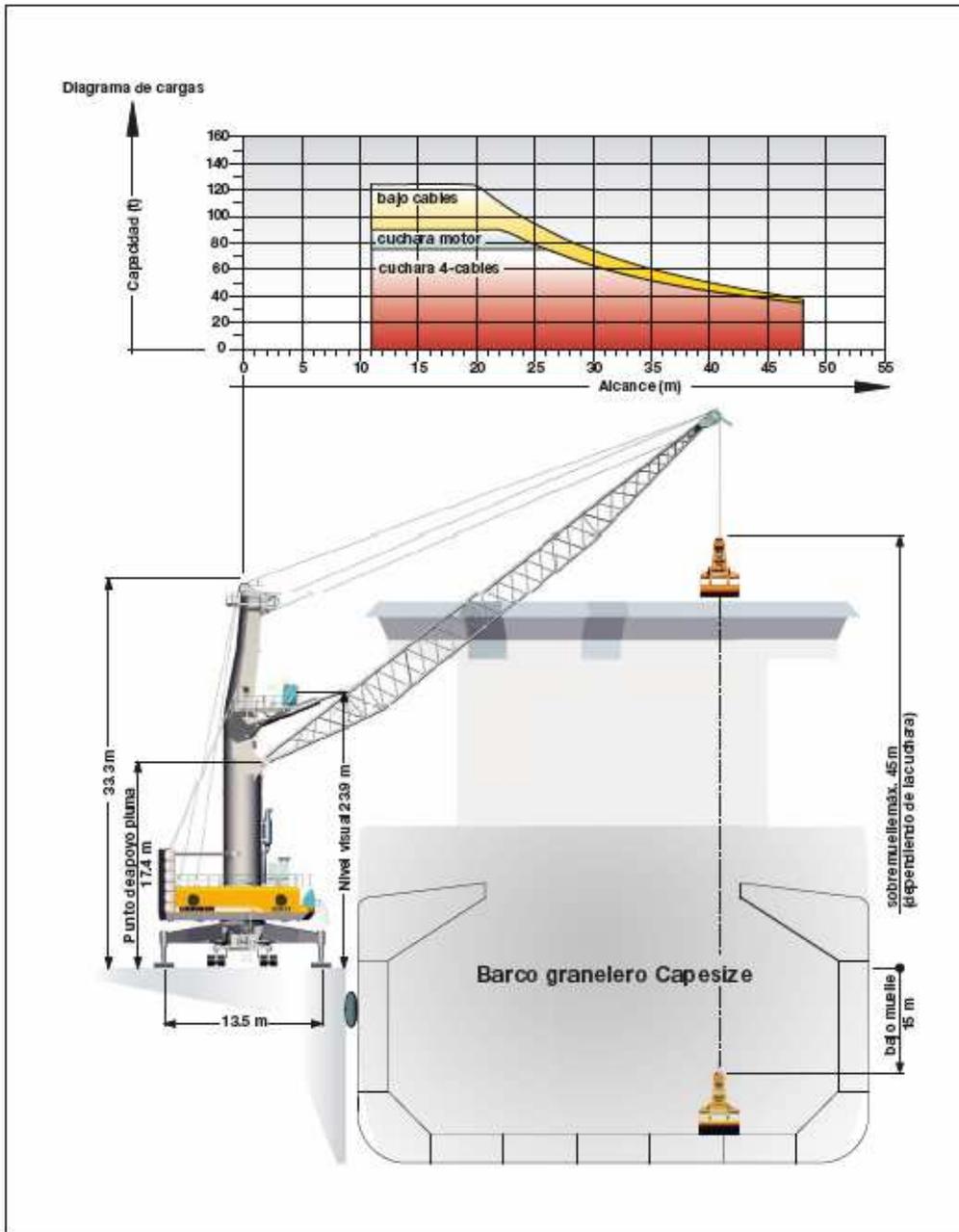
### 3. Planos de equipos

#### Grúas Liebherr LHM 500



## Dimensiones principales

### Operación con graneles



2 U#M 500

## Operación con graneles

Capacidad máxima de la grúa 124 t				
Alcance	Operación con gancho		Operación con cuchara	
	bajo cables	4-cables	4-cables	motor
(m)	(t)	(t)	(t)	(t)
11	124.0	75.0	75.0	90.0
16	124.0	75.0	75.0	90.0
18	124.0	75.0	75.0	90.0
20	114.5	75.0	75.0	90.0
22	103.1	75.0	75.0	90.0
23	97.9	75.0	75.0	88.1
24	93.1	75.0	75.0	83.8
25	88.7	75.0	75.0	79.9
26	84.7	75.0	75.0	76.2
27	81.0	72.9	72.9	72.9
28	77.2	69.5	69.5	69.5
29	73.7	66.3	66.3	66.3
30	70.5	63.4	63.4	63.4
31	67.6	60.9	60.9	60.9
32	65.0	58.5	58.5	58.5
33	62.5	56.2	56.2	56.2
34	60.1	54.1	54.1	54.1
36	55.8	50.3	50.3	50.3
38	52.2	47.0	47.0	47.0
40	49.0	44.1	44.1	44.1
42	46.2	41.5	41.5	41.5
44	43.6	39.3	39.3	39.3
46	41.2	37.1	37.1	37.1
48	38.9	35.0	35.0	35.0

Peso del gancho 3.8 t  
Peso del gancho giratorio 3.6t

### Manipulación de graneles - Rendimiento de hasta 1800 t/hr.

La potente transmisión hidrostática y los componentes electrónicos Liebherr de tecnología avanzada aseguran ciclos de trabajo cortos y productivos en la manipulación de graneles.

- Durante la operación con cuchara, las funciones de elevación de carga, giro y elevación de pluma se efectúan simultáneamente a velocidad máxima para conseguir el más alto rendimiento posible.
- Durante el llenado de cuchara, características tales como la subida y bajada automática de la cuchara garantizan el óptimo nivel de llenado.
- El sistema monitorizado de detección de cable flojo asegura un incremento de la vida útil de los cables y de la seguridad operacional.
- La potencia inversa retorna al proceso de propulsión mediante circuitos hidráulicos cerrados, lo que reduce el consumo de diesel.
- El sistema anti-oscilaciones Cycprotronic® compensa automáticamente todos los balanceos rotacionales y oscilaciones transversales y longitudinales de la carga a velocidades máximas.
- Para proporcionar unas condiciones de trabajo seguras y libres de estrés para el gruísta Liebherr ofrece el sistema Cycprotronic® incluida la característica "teach-in®", un sistema semiautomático que dirige la grúa desde el barco hasta el muelle sin balanceos. Especialmente en la manipulación de graneles con tolvas, el sistema teach-in® incrementa el rendimiento y garantiza una media constante durante toda la descarga del barco.
- La tecnología Liebherr es absolutamente resistente a todo tipo de polvo y suciedad gracias a un sistema hidráulico cerrado y a un sistema electrónico que es probado y testado a nivel militar.
- La circulación de aire necesaria para la refrigeración de los sistemas hidráulicos y del motor es conducida externamente desde la sala de máquinas principal. Esto ayuda a mantener la sala motor limpia y libre de escombros.

LHM 500 3

## Datos técnicos

### Capacidad y clasificación

	Capacidad	Clasificación
Operación con cuchara	< 52 t	A8
Operación estándar	< 77 t	A6
Contenedores	< 63 t	A7
Carga pesada	144 t	A3

### Dimensiones principales

	Graneles	Contenedores*
Alcance mín. - máx.	11 – 48 m	11 – 54 m
Altura punto apoyo pluma	17.4 m	22.2 m
Altura cabina torre (nivel visual)	23.9 m	28.7 m
Altura total (fin de torre)	33.3 m	40.3 m
Longitud total del chasis inferior	20.7 m	20.7 m
Anchura total del chasis inferior	6.5 m	6.5 m

### Velocidades de trabajo

Subida / bajada carga	0 – 120 m/min
Giro	0 – 1.6 rpm
Subida pluma	0 – 85 m/min
Traslación	0 – 5- km/h

### Autonivelación

Base soporte estándar ————— 13.5 m x 13.5 m  
 Medidas de plancha de apoyo estándar - 4 x 5.5 m x 1.8 m  
 Área de plancha de apoyo estándar ————— 9.9 m<sup>2</sup>  
 Tamaño opcional de planchas y bases de apoyo bajo petición.

### Carga sobre muelle

	Graneles	Contenedores*
Carga uniformemente distribuida	— 1.35 t/m <sup>2</sup>	— 1.55 t/m <sup>2</sup>
Máx. carga por neumático	— 5.64 t	— 5.84 t

Gracias a un diseño único de chasis inferior sus parámetros (tamaño de planchas, bases soporte y número de ejes) pueden ser fácilmente modificados para adaptarse a las más exigentes restricciones de carga en el muelle

### Peso

Peso total de la grúa –  
 versión para graneles con 48 m de pluma ———— apróx. 406 t  
 Peso total de la grúa –  
 versión para contenedores con 54 m de pluma  
 y extensión de torre de 4.8 m ————— apróx. 467 t

### Alturas de elevación

	Graneles	Contenedores*
Sobre muelle a radio mínimo	— 45.0 m	— 45.0 m
Sobre muelle a radio máximo	— 29.3 m	— 36.3 m
Bajo el nivel del muelle	— 15.0 m	— 15.0 m

\*) Grúa versión para contenedores con 54 m de pluma y extensión de torre de 4.8 m

## Equipamiento opcional

1. Pactronic® - Energía mediante Acumulador y Electrónica
2. Sistema anti balanceo Cycoptronic®
3. Teach-in®, sistema semi automático de dirección de carga de punto a punto
4. Sistema de localización del centro de gravedad\*
5. Sistema anti colisión de la pluma
6. Izamiento en tándem
7. Programa de economía - para optimizar el consumo de diesel
8. Modem para transferencia de datos y telediagnóstico
9. SCULI® (analizador grúa con varias características)
10. Data recorder (registro de ciclos)
11. Grabadora de datos de la máquina
12. Sistema de video-monitorización
13. Radio control remoto
14. Autonivelación chasis inferior
15. Sistema de filtros ciclónicos para el motor
16. Paquete temperatura clima frío
17. Paquete temperatura clima tropical
18. Pintura y logotipo específico de cliente
19. Juegos de ejes adicionales (motrices)
20. Juegos de ejes equipados con neumáticos rellenos
21. Diferentes bases soporte y tamaños de planchas
22. Extensión de la torre 4.8 m
23. Muchos más equipamientos según requerimientos

## Grúa Gottwald HKM 330

### Materiales a granel



El acceso a muchas ventajas  
**Grúas de puerto para manipulación  
especializada de graneles**



Grúas de puerto sobre rieles HSK 360 EGL, con pórticos diseñados según los requisitos específicos del cliente, descargando mineral de hierro en Qinhuangdao, República Popular China



**Criterios de selección de una grúa**

Existen varios criterios que determinan la selección del tamaño de grúa apropiado para cada caso de aplicación así como la opción a favor de la versión de 2 cables o con cuchara de 4 cables.

**Determinación del tamaño de grúa**

Para determinar el tamaño de la grúa es necesario tener en cuenta tanto el peso máximo esperado durante las operaciones de transbordo como, en lo que concierne al radio de alcance de trabajo, el ancho del barco más grande previsto para las maniobras.

**Grúa de 2 cables frente a grúa con cuchara de 4 cables**

Los factores decisivos que han de determinar la decisión a favor de una grúa de 2 cables o con cuchara de 4 cables son:

- el rendimiento de transbordo requerido en toneladas por hora o año,
- la proporción del transbordo de material a granel en relación con el volumen total de transbordo,
- las exigencias especiales del tipo de graneles.

Véase para ello también el ejemplo en página 8, que ilustra la selección del tipo y del tamaño de grúa.

Tipo	Máx. rendimiento de transbordo [t/h]	Capacidad de carga [t] / hasta alcance máx. [m]	
		Clasificación según FEM 1.001	
		A7	A8
HMK / HSK 170 EG	750	32 / 25	25 / 29
HMK / HSK 260 EG	1.000	40 / 31	34 / 30
HMK / HSK 330 EG	1.200	50 / 31	40 / 32
HMK / HSK 360 EG	1.500	—	50 / 44

Las capacidades máximas de carga y de manipulación de materiales a granel dependen, entre otras cosas, de las propiedades del material, del tamaño del barco y del diseño de la terminal

Grúas HMK 260 EG durante el transbordo de abono artificial en el Humber International Terminal de Immingham, Gran Bretaña

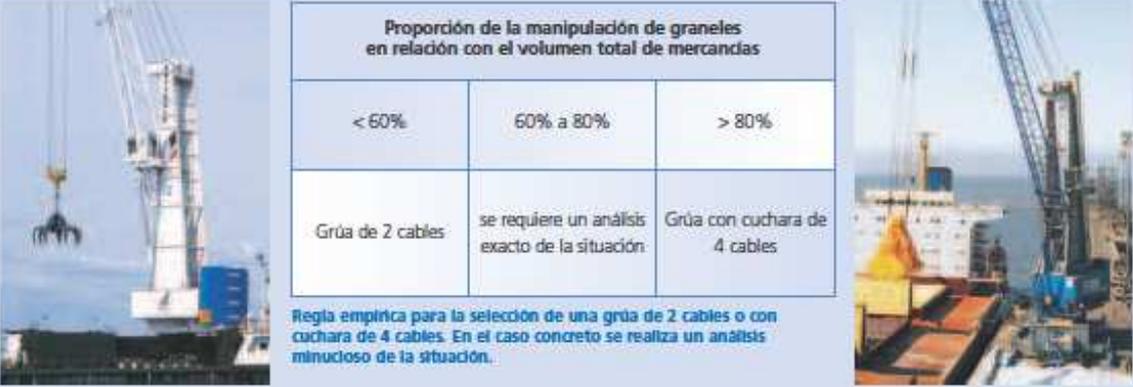


## Grúa con cuchara de 4 cables o grúa de 2 cables

Merece la pena comparar mediante un ejemplo concreto

Proporción de la manipulación de graneles en relación con el volumen total de mercancías		
< 60%	60% a 80%	> 80%
Grúa de 2 cables	se requiere un análisis exacto de la situación	Grúa con cuchara de 4 cables

Regla empírica para la selección de una grúa de 2 cables o con cuchara de 4 cables. En el caso concreto se realiza un análisis minucioso de la situación.



### Ejemplo

Un puerto que mueve actualmente graneles y contenedores desea ampliar sus capacidades de transbordo. El equipo que se pretende adquirir deberá cumplir los siguientes requisitos:

- descargar y cargar buques de la clase Panamax,
- alcanzar rendimientos máximos de por lo menos 850 t/h en el transbordo de material a granel y
- transbordar contenedores de 40 pies plenamente cargados hasta la treceava fila.

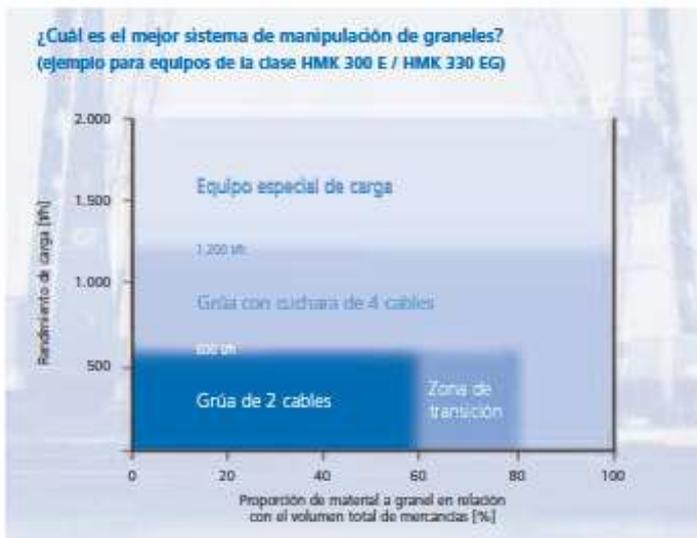
Bajo estas condiciones se pueden recomendar dos grúas móviles de puerto Gottwald: HMK 330 EG y HMK 300 E.

**HMK 330 EG – si el movimiento de graneles representa la actividad principal**  
Si la nueva grúa debe mover más de un 80% de graneles y el movimiento de contenedores queda reservado sólo para las horas punta, merecerá la pena invertir en una grúa con cuchara de 4 cables, la cual, debido a las cargas útiles y velocidades superiores, alcanza rendimientos de hasta 1.200 t/h en comparación con una cuchara motorizada.

### HMK 300 E – si el movimiento de contenedores representa la actividad principal

Si la actividad principal fuera el movimiento de contenedores y no el de graneles, la grúa de 2 cables con cuchara motorizada será la solución más rentable debido a los costos de inversión inferiores, pues esta grúa:

- satisface plenamente las exigencias del movimiento de contenedores y
- alcanza el rendimiento mínimo de 850 t/h para la manipulación de mercancía a granel con cuchara motorizada.



### Características de los motores térmicos de las grúas móviles

CARACTERÍSTICAS	GM-02	GM-03, GM-04
MODELO GRÚA	GOTTWALD HKM 330	LIEBHERR LHM 500
MOTOR	CUMMINS QST30 G4	MAN D 2842 LE
TIPO MOTOR	MEC, 4T	MEC, 4T
NÚMERO CILINDROS	12 en "V"	12 en "V"
ASPIRACIÓN	Turboalimentado con intercambiador de enfriamiento	Turboalimentado con intercambiador de enfriamiento
DIÁMETRO / CARRERA	140 mm / 165 mm	128 mm / 142 mm
CILINDRADA	30,5 litros	21.9 litros
RELACIÓN DE COMPRESIÓN	14:1	15.5:1
PESO	2.998 kg	1.300 kg
POTENCIA / RÉGIMEN	970 kW / 1.500 r.p.m.	670 kW / 1.900 r.p.m.
CONSUMO	≈ 217 g/kWh	



Cuchara de coque (42.5 m<sup>3</sup>)

REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	LUGAR
0	LANZAMIENTO FINAL	20/04/17	SANTIAGO

**CONJUNTO CUCHARA**

D.M.T.	DENOMINACIÓN	MARC	MATERIAL Y DIMENSIONES DE BRUTO
<b>18046</b>	<b>TERMINALES MARITIMAS SERVICESA, S.A.</b>		<b>Silva</b>
42.000 Lts.	CANTIDAD DE COMPONENTES (según el proyecto)	FECHA	DE PLAZO
16.000 Kgs.	CANTIDAD DE COMPONENTES (según el proyecto)	16/04/17	SANTIAGO

**RECORRIDO MANIOBRA APERTURA / CIERRE: 11,712 mtm.**

**CLAVELAS EXISTENTES REDUCIDAS**

DATOS OBLIGATORIOS PARA EL FINANCIADOR DEL PROYECTO	
---	--

## Palas cargadoras Caterpillar 966H

### Motor

Motor Cat C11 con tecnología ACERT	
Potencia bruta	211 kW/287 hp
Potencia neta a 1.800 rev/min	
ISO 9249	195 kW/265 hp
80/1269/EEC	195 kW/265 hp
Par máximo (neto)	
a 1.400 rev/min	1.215 Nm
Reserva de par total	38%
Diámetro	130 mm
Carrera	140 mm
Cilindrada	11.1 litros

- Todas las potencias del motor (hp), incluidas las de la portada de este catálogo, están expresadas en unidades métricas.
- Cumple el Nivel IIIA de la normativa de la UE sobre emisiones de gases.
- La potencia neta indicada es la potencia disponible en el volante del cigüeñal cuando el motor está equipado con alternador, filtro de aire, silenciador de escape y ventilador hidráulico de actuación proporcional a la demanda girando a su velocidad máxima.

### Especificaciones de funcionamiento

Masa en orden de trabajo	23 900 kg
Carga límite de equilibrio estática con la máquina completamente girada	
	16 130 kg
Fuerza de arranque	191 kN
Capacidades del cucharón	3.5 a 4.8 m <sup>3</sup>

- Masa en orden de trabajo con cucharón Universal de 4,2 m<sup>3</sup> con cuchilla de ataque atomillable.

### Ejes

Delantero	Hjo
Trasero	Oscilante ± 13°
Subida y bajada máximas de una sola rueda	
	502 mm

### Ruido

- Si la cabina Caterpillar, instalada en fábrica y mantenida correctamente, es sometida a prueba con las puertas y ventanas cerradas, de acuerdo con los procedimientos especificados en la Norma ISO 6394:1998, el nivel de presión acústica en su interior es menor de 71 dB(A).
- Cuando se trabaja mucho tiempo con las puertas/ventanas de la cabina abiertas, en lugares muy ruidosos o si la cabina no ha sido mantenida correctamente, el operador de la máquina podría necesitar protección en los oídos.
- El nivel de ruido exterior, medido según especifica la Directiva 2000/14/EC de la Unión Europea, es de 107 dB(A).

### Sistema hidráulico

Caudal de la bomba del sistema del implemento	320 litros/min
Duración del ciclo hidráulico	segundos
Elevación	5.9
Descarga	1.6
Descenso por gravedad, vacío	
	2.4
Total	9.9

- Sistema del implemento: una bomba de pistones axiales de caudal variable (a 2.100 rev/min y 69 bares)
- Duración del ciclo hidráulico con la carga útil nominal

### Capacidades

	Litros
Depósito de combustible	380
Sistema de refrigeración	39
Cárter de aceite	35
Transmisión	44
Diferenciales y mandos finales	
Delanteros	64
Traseros	64
Depósito hidráulico	110

### ROPS/FOPS

- Las máquinas con destino a Europa están equipadas de serie con cabina Caterpillar con estructura de protección antivuelco (ROPS) integrada.
- La estructura de protección antivuelco (ROPS) cumple las especificaciones de la Norma ISO 3471:1994.
- La estructura de protección anticaída de objetos (FOPS) cumple las especificaciones de Nivel II de la Norma ISO 3449:1992.

### Frenos

Cumplen la Norma ISO 3450:1996.

### Transmisión

Marcha adelante	km/h
1	7
2	13
3	22
4	37
Marcha atrás	
1	8
2	14
3	24
4	37

- Velocidades máximas (con neumáticos de 26.5-25)

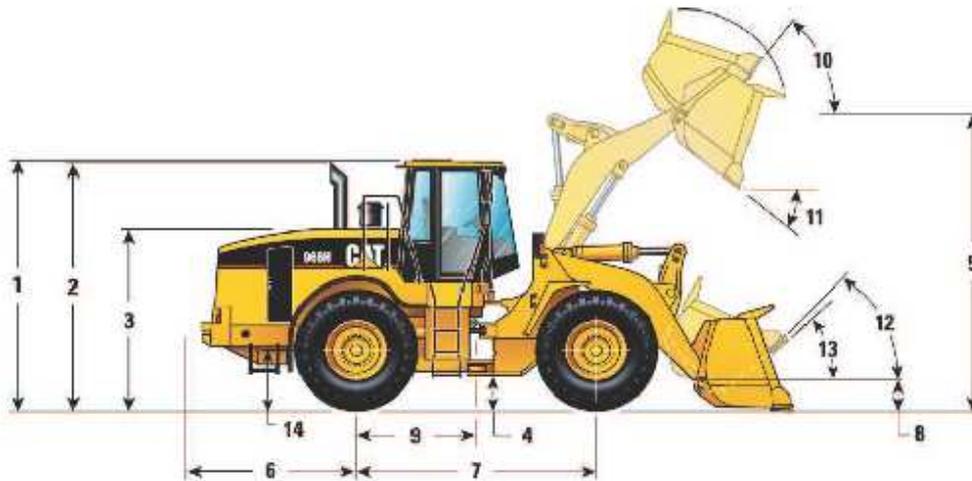
### Neumáticos

26.5 R 25, L-3 (XHA MX)  
26.5 R 25, L-3 (XHA MX)  
26.5 R 25, L-2 (GP2B GY)  
750/65 R 25, L-3 (MX)  
26.5 R 25, L-3 (RT3B GY)

En algunas aplicaciones (como, por ejemplo, trabajos de carga y transporte) la capacidad de producción de la máquina podría ser superior a la capacidad de los neumáticos, en toneladas-km por hora. Caterpillar recomienda que antes de elegir los neumáticos consulte a su proveedor habitual para que analice todas las condiciones de trabajo de la máquina. También se dispone de neumáticos de 26.5-25 y otros neumáticos especiales, a petición del cliente.

## Dimensiones

Todas las dimensiones son aproximadas



	mm				
1	Altura hasta la parte superior de la estructura ROPS	3580	9	Distancia desde el eje trasero hasta el enganche	1725 mm
2	Altura hasta la parte superior del tubo de escape	3532	10	Ángulo de recogida del cucharón en la posición de máxima elevación	61°
3	Altura hasta la parte superior del capó	2658	11	Ángulo de descarga del cucharón en la posición de máxima elevación	45°
4	Altura libre sobre el suelo con neumáticos de 26.5 R 25, L-3	476	12	Ángulo de recogida del cucharón en posición de transporte	47°
5	Altura del bulón de giro del cucharón (bulón de la pluma)	4225	13	Ángulo de recogida del cucharón en el suelo	42°
6	Distancia desde el eje trasero hasta el borde del contrapeso	2461	14	Altura en el eje	795 mm
7	Distancia entre ejes	3450			
8	Altura del bulón de giro del cucharón en posición de transporte (bulón de la pluma)	485			

## Especificaciones de los neumáticos

	Anchura en los neumáticos mm	Variación de las dimensiones verticales mm	Variación de la masa en orden de trabajo límite de equilibrio estático kg	Variación de la carga kg
26.5 R 25, L-3 (XHA MX)	2970	0	0	0
26.5 R 25, L-3 (VMT BS)	2968	-10	+80	-14
26.5 R 25, L-2 (GP2B GY)	2965	0	-48	-36
26.5-25 20 PR, L-3 (SHRL GY)	2927	0	-220	-127
26.5-25 20 PR, L-3 (SRG FS)	2945	-24	-324	-461
750/65 R 25, L-3 (MX)	3029	0	-228	-21
26.5 R 25, L-3 (RT3B GY)	2970	0	+10	+7
26.5 R 25, L-5 (VSDL BS)	2909	+20	+1248	+937
26.5-25, L-4 (SRG FS)	2955	+20	+34	+31

Pala de ruedas 966H especificaciones

15

## Palas cargadoras 972H

### Motor

Motor Cat C13 con tecnología ACERT	
Potencia bruta	229 kW/311 hp
Potencia neta a 1.800 rev/min	
ISO 9249	214 kW/291 hp
80/1269/EEC	214 kW/291 hp
Par máximo (neto)	
a 1.400 rev/min	1.332 Nm
Reserva de par total	40%
Diámetro	130 mm
Carrera	157 mm
Cilindrada	12,5 litros

- Todas las potencias del motor (hp), incluidas las de la portada de este catálogo, están expresadas en unidades métricas.
- Cumple el Nivel IIIA de la normativa de la UE sobre emisiones de gases.
- La potencia neta indicada es la potencia disponible en el volante del cigüeñal cuando el motor está equipado con alternador, filtro de aire, silenciador de escape y ventilador hidráulico de actuación proporcional a la demanda girando a su velocidad máxima.

### Especificaciones de funcionamiento

Masa en orden de trabajo	25 800 kg
Carga límite de equilibrio estática con la máquina completamente girada	17 610 kg
Fuerza de arranque	235 kN
Capacidades del cucharón	3,8 a 5,5 m <sup>3</sup>

- Masa en orden de trabajo con cucharón universal plus de 4,5 m<sup>3</sup> con cuchilla de ataque atornillable.

### Ejes

Delantero	Fijo
Trasero	Oscilante ± 13°
Subida y bajada máximas de una sola rueda	502 mm

### Ruido

- Si la cabina Caterpillar, instalada en fábrica y mantenida correctamente, es sometida a prueba con las puertas y ventanas cerradas, de acuerdo con los procedimientos especificados en la Norma ISO 6394:1998, el nivel de presión acústica en su interior es menor de 71 dB(A).
- Cuando se trabaja mucho tiempo con las puertas/ventanas de la cabina abiertas, en lugares muy ruidosos o si la cabina no ha sido mantenida correctamente, el operador de la máquina podría necesitar protección en los oídos.
- El nivel de ruido exterior, medido según especifica la Directiva 2000/14/EC de la Unión Europea, es de 108 dB(A).

### Sistema hidráulico

Caudal de la bomba del sistema del implemento	320 litros/min
Duración del ciclo hidráulico	segundos
Elevación	5,9
Descarga	2,1
Descenso por gravedad, vacío	2,4
Total	10,4

- Sistema del implemento: una bomba de pistones axiales de caudal variable (a 2.100 rev/min y 69 bares)
- Duración del ciclo hidráulico con la carga útil nominal

### Capacidades

	Litros
Depósito de combustible	380
Sistema de refrigeración	39
Cárter de aceite	35
Transmisión	50
Diferenciales y mandos finales	
Delanteros	64
Traseros	64
Depósito hidráulico	110

### ROPS/FOPS

- Las máquinas con destino a Europa están equipadas de serie con cabina Caterpillar con estructura de protección antivuelco (ROPS) integrada.
- La estructura de protección antivuelco (ROPS) cumple las especificaciones de la Norma ISO 3471:1994.
- La estructura de protección anticaída de objetos (FOPS) cumple las especificaciones de Nivel II de la Norma ISO 3449:1992.

### Frenos

Cumplen la Norma ISO 3450:1996.

### Transmisión

Marcha adelante	km/h
1	7
2	13
3	21
4	37
Marcha atrás	
1	8
2	14
3	24
4	39

- Velocidades máximas (con neumáticos de 26,5-25)

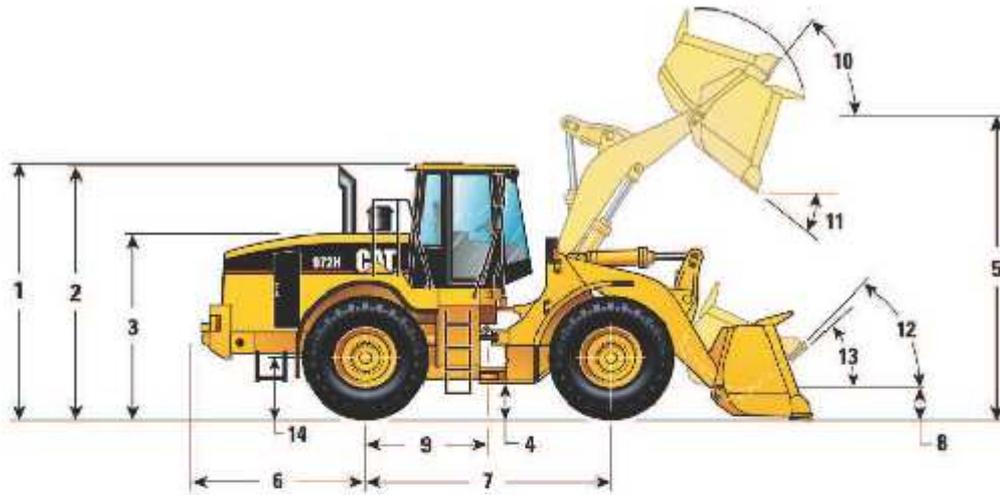
### Neumáticos

26,5 R 25, L-3 (XHA MX)  
 26,5 R 25, L-3 (XHA MX)  
 26,5 R 25, L-2 (GP2B GY)  
 750/65 R 25, L-3 (MX)  
 26,5 R 25, L-3 (RT3B GY)

En algunas aplicaciones (como, por ejemplo, trabajos de carga y transporte) la capacidad de producción de la máquina podría ser superior a la capacidad de los neumáticos, en toneladas-km por hora. Caterpillar recomienda que antes de elegir los neumáticos consulte a su proveedor habitual para que analice todas las condiciones de trabajo de la máquina. También se dispone de neumáticos de 26,5-25 y otros neumáticos especiales, a petición del cliente.

## Dimensiones

Todas las dimensiones son aproximadas



	mm				
1	Altura hasta la parte superior de la estructura ROPS	3580	10	Angulo de recogida del cucharón en la posición de máxima elevación	55°
2	Altura hasta la parte superior del tubo de escape	3532	11	Angulo de descarga del cucharón en la posición de máxima elevación	52°
3	Altura hasta la parte superior del capó	2658	12	Angulo de recogida del cucharón en posición de transporte	47°
4	Altura libre sobre el suelo con neumáticos de 26.5 R 25, L-3	476	13	Angulo de recogida del cucharón en el suelo	41°
5	Altura del bulón de giro del cucharón (bulón de la pluma)	4445	14	Altura en el eje	795 mm
6	Distancia desde el eje trasero hasta el borde del contrapeso	2461	9		
7	Distancia entre ejes	3450	4		
8	Altura del bulón de giro del cucharón en posición de transporte (bulón de la pluma)	485			
9	Distancia desde el eje trasero hasta el enganche	1725			

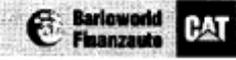
## Especificaciones de los neumáticos

	Anchura en los neumáticos	Variación de las dimensiones verticales	Variación de la masa en orden de trabajo	Variación de la carga límite de equilibrio estático
	mm	mm	kg	kg
26.5 R 25, L-3 (XHA MX)	2970	0	0	0
26.5 R 25, L-3 (VMT BS)	2968	-10	+80	-17
26.5 R 25, L-2 (GP2B GY)	2965	0	-48	-33
26.5-25 20 PR, L-3 (SHRL GY)	2927	0	-220	-107
26.5-25 20 PR, L-3 (SRG FS)	2945	-24	-324	-454
750/65 R 25, L-3 (MX)	3029	0	-228	-40
26.5 R 25, L-3 (RT3B GY)	2970	0	+10	+8
26.5 R 25, L-5 (VSDL BS)	2909	+20	+1248	+871
26.5-25, L-4 (SRG FS)	2955	+20	+34	+24

Pala de ruedas 972H especificaciones 15

#### 4. Ejemplo de informe de mantenimiento preventivo subcontratado

##### Revisión de 2.000 horas de pala CAT 972H







**CONTRATO MANT. FSA (CAT->PALAS DE RUEDAS->972H (MEDIANAS)->2000)**

Centro Barloworld Finanzauto	Valencia
Técnico de Mantenimiento	Javier del Arroyo González
Teléfono	637373373

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente / Empresa	TERMINALES MARITIMAS SERVICE: Cif / Nif	A96724125	<input type="checkbox"/>
Dirección	MUELLE DE LA XITA S/N .		
Contacto	NAVARRO	Teléfono	963675664

**DATOS DE LA MÁQUINA**

Modelo	972H	N° Obra	vao80037
Serie	A7G00947	Horómetro	2.000
Localidad	VALENCIA	Fecha CheckList	06/07/2009 
Horas Próx. Revisión	2500	Fecha Próx. Revisión	22/09/2009 

**REVISIÓN DE 2000**

	Cor.	Inc.	Sol.
COMPROBAR NIVEL DEL SISTEMA REFRIGERANTE (SI SE REQUIERE)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
COMPROBAR NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR (SI SE REQUIERE)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
DRENAR SEPARADOR DEL AGUA DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
COMPROBAR NIVEL DE ACEITE DEL SISTEMA HIDRÁULICO (SI SE REQUIERE)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
COMPROBAR NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN (SI SE REQUIERE)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
EXTRAER MUESTRAS DEL S-O-S DE ACEITE DE TODOS LOS COMPARTIMENTOS DE LA UNIDAD	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
EXTRAER MUESTRA DEL S-O-S DEL REFRIGERANTE	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
LUBRICAR COJINETES DEL EJE OSCILANTE	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
LUBRICAR ARTICULACIONES DEL CILINDRO Y BRAZO DE ELEVACIÓN	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
LUBRICAR COJINETES DEL CILINDRO DE DIRECCIÓN	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>

1\* Insc: Registro Merc. Madrid 7/11/1800. H. nº 6238 F. 112 T. 217 N.I.F. A.28.006822



LUBRICAR COJINETES DE LAS ARTIULACIONES DEL CUCHARÓN Y DEL CILINDRO DE INCLINACIÓN	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
COMPROBAR NIVEL DE ACEITE DEL DIFERENCIAL Y MANDOS FINALES (SI SE REQUIERE)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
LUBRICAR ESTRÍA DEL EJE DE MANDO (CENTRAL)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
CAMBIAR FILTRO DE ACEITE Y ACEITE DEL MOTOR	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CAMBIAR FILTRO PRIMARIO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE (SEPARADOR DEL AGUA)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CAMBIAR FILTRO DE ACEITE DEL SISTEMA HIDRÁULICO	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CAMBIAR FILTRO DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
LUBRICAR COJINETES DE LA ARTICULACIÓN	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
LUBRICAR JUNTAS UNIVERSALES DEL EJE DE TRANSMISIÓN	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CAMBIAR FILTRO SECUNDARIO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CAMBIAR ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CAMBIAR FILTRO PRIMARIO DE AIRE DEL MOTOR	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CAMBIAR FILTRO SECUNDARIO DE AIRE DEL MOTOR	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CAMBIAR ACEITE DE LOS MANDOS FINALES Y DEL DIFERENCIAL	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
REGLAJE DE VÁLVULAS	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
CAMBIAR ACEITE DEL SISTEMA HIDRÁULICO(SI SE REQUIERE)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
LUBRICAR BARRA DE DIRECCIÓN	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
INSPECCIÓN VISUAL DE LA MÁQUINA (SI SE REQUIERE)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE (SI SE REQUIERE)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
LIMPIEZA DE RADIADOR (SI SE REQUIERE)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
LIMPIEZA DE RESPIRADEROS DEL CARTER (SI SE REQUIERE)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
LIMPIEZA DE LA REJILLA MAGNÉTICA DE LA TRANSMISIÓN (SI SE REQUIERE)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
COMPROBACIÓN DE CORREAS (SI SE REQUIERE)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>

Cor.:Correcto Inc.:Incorrecto Sol.:Solucionado

**TOTALES**

Total Filtros Sustituídos 8      Total Litros Aceite Sustituídos 300

**OBSERVACIONES**

Acción a Tomar Próxima visita

Tiempo empleado en la revisión: 8,5

# TABLA DE CONTENIDOS

# Tabla de contenidos

## 1. Índice de tablas

Tabla 2.1 Resumen de las instalaciones .....	10
Tabla 2.2 Resumen de maquinaria móvil .....	13
Tabla 3.1 Resumen de maquinaria sujeta a mantenimiento preventivo .....	25
Tabla 4.1 Código de los descriptores de los bloques temáticos del cuestionario .....	49
Tabla 5.1 Código identificativo de las secciones .....	59
Tabla 5.2 Código identificativo de las clases de equipos .....	60
Tabla 5.3 Resumen de disponibilidades parciales .....	79
Tabla 6.1 Significación de los metales (Fuente: Manual de Instrucciones de Liebherr) .....	157
Tabla 6.2 Campo de aplicación del análisis de aceite en grúas .....	159
Tabla 6.3 Campo de aplicación del análisis de aceite en palas .....	166
Tabla 6.4 Resumen de operaciones de mantenimiento predictivo y periodos de monitorización .....	170
Tabla 7.1 Presupuesto de implantación .....	175

## 2. Índice de fotografías

Fotografía 2.1. Edificio de oficinas .....	10
Fotografía 2.2. Naves taller .....	11
Fotografía 2.3. Caseta basculista .....	11
Fotografía 2.4. Depósito de gasóleo de 20.000 litros .....	12
Fotografía 2.5. Compresor alternativo con calderín (CO-01) .....	12
Fotografía 2.6. Grúa móvil Liebherr (GM-03) .....	14
Fotografía 2.7. Grúas móviles Gottwald y Liebherr (GM-02 y GM-04) .....	14
Fotografía 2.8. Grapines de coque y de clinker .....	15
Fotografía 2.9. Pala cargadora CAT 972 H (PL-05) .....	15
Fotografía 2.10. Pala cargadora CAT 972 H (PL-06) .....	16
Fotografía 2.11. Barredora (BR-01) y palas cargadoras CAT 966 G II (PL-02 y PL-03) .....	16
Fotografía 2.12. Carretilla contrapesada (CE-01) .....	17
Fotografía 2.13. Miniexcavadora (PC-01) .....	17
Fotografía 2.14. Puente grúa (PG-01) .....	18
Fotografía 3.1. Altillo nave taller 1 .....	28
Fotografía 3.2. Altillo nave taller 1 .....	29
Fotografía 3.3. Armarios mantenimiento taller 1 .....	29
Fotografía 3.4. Aceites y grasas de las palas cargadoras .....	30
Fotografía 3.5. Recambios de las palas cargadoras .....	30
Fotografía 3.6. Aceites y grasas de las grúas .....	31
Fotografía 3.7. Bobinas de cable .....	31
Fotografía 6.1. Refractómetro .....	161
Fotografía 6.2. Disolvente, líquido penetrante y revelador .....	163

### 3. Índice de figuras

Figura 3.1. Listado de maquinaria.....	22
Figura 3.2. Parte de incidencias .....	23
Figura 3.3. Parte de maquinaria.....	24
Figura 3.4. Parte de mantenimiento preventivo.....	26
Figura 3.5. Plan general de mantenimiento.....	27
Figura 3.6. Plano de ubicaciones del almacén de mantenimiento.....	28
Figura 3.7. Parte de salida de material .....	32
Figura 3.8. Consumo mensual gasoil grúas.....	33
Figura 3.9. Consumo mensual gasoil maquinaria móvil.....	33
Figura 3.10. Propuesta interna de pedido.....	34
Figura 3.11. Organigrama piramidal .....	35
Figura 3.12. Grúas móviles: Mantenimiento preventivo diario .....	37
Figura 3.13. Grúas móviles: Mantenimiento preventivo de 500 horas.....	38
Figura 3.14. Palas cargadoras: Mantenimiento preventivo diario y de 250 horas .....	39
Figura 3.15. Palas cargadoras: Mantenimiento preventivo de 1.000 y de 2.000 horas .....	39
Figura 4.1. Cuestionario fuente “Auditoría del Mto e Indicadores de Gestión”. Fco. J. González.....	47
Figura 4.2. Recopilación de los puntuaciones de la auditoría de mantenimiento .....	48
Figura 4.3. Presentación gráfica de la auditoría de mantenimiento .....	49
Figura 4.4. Plan de acción.....	51
Figura 5.1. Esquema conceptual de gestión del mantenimiento .....	53
Figura 5.2. Diagrama conceptual de mantenimiento correctivo .....	63
Figura 5.3. Diagrama conceptual de mantenimiento preventivo sistemático.....	64
Figura 5.4. Diagrama conceptual de mantenimiento preventivo predictivo.....	65
Figura 5.5. Diagrama conceptual de mantenimiento preventivo legal.....	66
Figura 5.6. Diagrama conceptual de mantenimiento modificativo.....	67
Figura 5.7. Distribución de ubicaciones físicas del almacén.....	69
Figura 5.8. Esquema procedimiento de compras.....	71
Figura 5.9. Movimientos de gasoil en la Terminal .....	72
Figura 5.10. Estructura de costes .....	77
Figura 6.1. Ejemplo de informe de análisis de aceite en una grúa .....	160
Figura 6.2. Composición de un cable de elevación de una grúa .....	162
Figura 6.3. Resumen de valores límites de los parámetros del análisis de aceite en palas.....	166
Figura 6.4. Análisis de aceite de motor de la pala PL-04.....	167
Figura 6.5. Análisis de aceite del sistema hidráulico de la pala PL-04.....	167
Figura 6.6. Análisis de aceite de transmisión de la pala PL-04.....	168
Figura 6.7. Análisis de aceite del diferencial delantero de la pala PL-04.....	168
Figura 6.8. Análisis de aceite del diferencial trasero de la pala PL-04.....	169
Figura 7.1. Programación de las etapas de implantación .....	174