

**CAMINOS
QUE CONECTAN**

OPP

**el futuro en
desarrollo**

**MANUAL DE PROCESOS
Y PROCEDIMIENTOS**

**MANTENIMIENTO
DE EQUIPOS VIALES**

**UN PROGRAMA NACIONAL DE APOYO
A LA CAMINERÍA DEPARTAMENTAL**

MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS

MANTENIMIENTO DE EQUIPOS VIALES



CONGRESO
DE INTENDENTES



REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

Presidente

Tabaré Vázquez

OFICINA DE PLANEAMIENTO Y PRESUPUESTO (OPP)

Director

Álvaro García

Subdirector

Santiago Soto

Director de Descentralización e Inversión Pública

Pedro Apezteguía

Coordinador Fondo de Desarrollo del Interior

Guillermo Fraga

Responsable Programa de Caminería Rural

Federico Magnone

PUBLICACIONES EN EL MARCO DEL PLAN NACIONAL DE CAMINERÍA DEPARTAMENTAL

Contraparte OPP

Federico Magnone

Roxana Mattos

Elaboración

Gerardo Silva

Colaboradores

Equipos técnicos de los gobiernos departamentales, integrantes de los Programas Caminería Rural, Fondo de Desarrollo del Interior, Uruguay Más Cerca, Uruguay Integra, Sistema Nacional de Inversión Pública, Unidad de Participación Público-Privada, Unidad Coordinadora de Adquisiciones, Unidad Coordinadora de Seguimiento y Monitoreo, Unidad Coordinadora de Financiero Contable, División de Comunicación e Imagen Institucional

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

Representante en Uruguay

Morgan Doyle

Especialista Sectorial en Transporte

Elías Rubinstein

1) Vida del parque vial y esquema de reemplazo	9
a) Vida del parque vial. Vida Física. Vida Rentable. Vida económica	
b) Análisis y método de reemplazo	
c) Criterios de estandarización del parque vial	
2) Inventario del parque vial y su trazabilidad	15
a) Objetivos de control del parque vial	
b) Identificación de equipos y partes	
c) Sistema de registro de los activos (altas, bajas, movimientos)	
d) Sistema de localización y utilización de equipos	
3) Gestión del mantenimiento del parque vial	21
a) Necesidad de un Plan de Mantenimiento	
b) Diseño del Plan de Mantenimiento	
i) Objetivos y metas	
ii) Responsables	
iii) Acciones y controles	
c) Organización de los servicios de mantenimiento	
i) Organigrama	
ii) Roles	
iii) Infraestructura	
iv) Sistemas de información y comunicación	
d) Programación del mantenimiento del parque vial	
i) Guías de mantenimiento preventivo por tipo de equipo. Acciones. Variables de medición. Instrucciones de seguridad. Insumos y repuestos requeridos	
ii) Guías de mantenimiento predictivo por tipo de equipo. Acciones. Variables de medición. Instrucciones de seguridad. Insumos y repuestos requeridos	
iii) Muestreo y Análisis de lubricantes	
e) Reparaciones y mantenimiento de campo. Personal. Infraestructura. Registro de actividades correctivas.	
f) Sistema de registro y reporte de actividades programadas	
i) Tareas, tiempos calendario, consumo de horas hombre, y costos en insumos y repuestos	

- ii) Reporte de órdenes de trabajo históricas y pendientes
- iii) Lanzamiento y simulación del mantenimiento programado

g) No conformidades del Proceso de Mantenimiento

4) Gestión de servicios de apoyo logístico de un parque vial 31

- a) Organización de los servicios de apoyo logístico. Organigrama. Roles.
- b) Compras y suministros. Selección y calificación de proveedores. Modalidades de contratación. Indicadores y nivel de servicio de la unidad ejecutora.
- c) Stock de repuestos. Criterios de stock y reposición. Inventarios en consignación. Sistemas de registro de movimientos y asignación de costos. Indicadores y nivel de servicio de la unidad ejecutora.
- d) Gestoría. Documentación requerida de unidades y personal según normativa. Seguimiento y control de calendario de vencimientos. Indicadores y nivel de servicio de la unidad ejecutora.

5) Sistemas de control y reporte 35

- a) Indicadores y niveles del servicio de mantenimiento
 - i) Nivel del servicio (plazo y calidad de reparaciones)
 - ii) Gestión del servicio (balance de actividades preventivas/correctivas, *backlog* de tareas pendientes, tiempo promedio entre fallas)
 - iii) Costo del servicio (costo por hora de uso por equipo, costo por indisponibilidad del equipo)
- b) Sistema SISCONVE. Reportes de uso vinculados al mantenimiento.
- c) Sistema SISCONVE. Reportes de producción vinculados a la operación.
- d) Sistema SISCONVE. Reportes de performance vinculados a la productividad y utilización de insumos (horas hombre, combustible)

6) Reseña sobre costos de tenencia y de operación de un parque vial 39

- i) Costos de posesión. Costo inicial. Depreciación. Inmovilizado. Seguros, tasas, gastos generales. Método de cálculo de los costos de tenencia
- ii) Costos de operación. Costos de mantenimiento y reparaciones. Costos de neumáticos. Costos en consumibles. Costos de movilización y desmovilización. Costos del operador del equipo. Método de cálculo de los costos de operación

Anexos 44

Anexo I - Referencias bibliográficas

Anexo II - Requerimientos básicos para un sistema de gestión

Anexo III - Encuestas de servicio a las direcciones de vialidad departamentales

Análisis de encuesta de servicios

INTRODUCCIÓN

Uruguay cuenta con aproximadamente 40.000 km de caminos rurales. Esta red de caminos es jurisdicción de los gobiernos departamentales (GD), que son los responsables de su gestión y mantenimiento, para lo cual cuentan con financiamiento y aporte de conocimiento técnico por parte del Gobierno de Uruguay (GdU).

En la última década, el sector agropecuario en Uruguay ha tenido fuertes transformaciones económicas y tecnológicas, que han impulsado el desarrollo del sector y, en gran medida, del país.

Este crecimiento se ha traducido en mayor presión sobre la conservación y condiciones de circulación de los caminos rurales, que no estaban dimensionados para el volumen de demanda actual.

Por otra parte, en los últimos años el país ha estado sujeto a fenómenos climáticos extremos de forma más recurrente que en el pasado. En particular, los fenómenos de inundaciones han incrementado su frecuencia y magnitud, lo que ha impactado en mayor exigencia al funcionamiento de las obras hidráulicas y en la conservación de pavimentos; así como en períodos más prolongados en que los caminos no pueden ser utilizados para la movilidad de personas y mercaderías.

El GdU y los GD pretenden implementar una nueva estrategia de gestión de caminos rurales, que permita rehabilitar la infraestructura y garantizar su conservación. Para esto se propone, además de incrementar el gasto en rehabilitación y conservación, incorporar nuevos instrumentos de gestión técnica y financiera, apoyar el desarrollo de mayores capacidades técnicas, y promover la innovación tecnológica en la construcción y mantenimiento de caminos rurales.

El objetivo del presente documento es el aporte a dicha estrategia de gestión de la caminería rural, estableciendo un manual de procesos y procedimientos de mantenimiento vehículos asociados a la construcción y el mantenimiento de caminería rural.

Esta guía define los requerimientos técnicos para el desarrollo de un sistema de gestión del mantenimiento de la flota vehicular asociada a la construcción y el mantenimiento de caminería rural, que aporte información para la toma de decisiones en tiempo real, al análisis del ciclo de vida de una flota y el punto de reemplazo de sus equipos.

El fin último para la Administración es la preservación de la aptitud para el uso productivo del parque vial optimizando su vida útil al menor costo económico. Por lo tanto, la línea conductora del presente manual se inicia en la definición base de la vida de un parque vial y qué elementos le agregan o destruyen valor, el inventario y trazabilidad del parque, la organización de las actividades de mantenimiento, y el seguimiento de su uso. En suma, asegurar que los activos físicos existan, que se preserven y que roten.

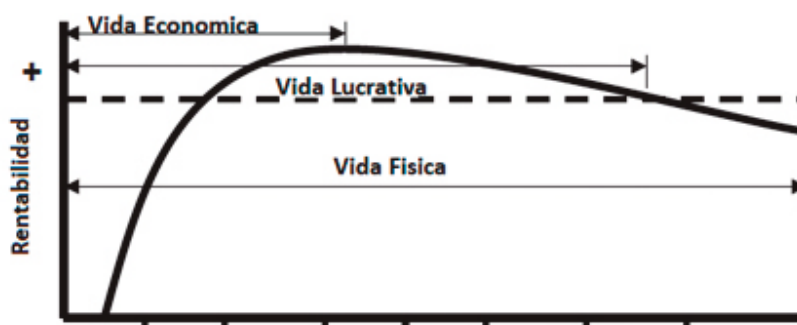
El sistema de gestión del parque vial deberá registrar en forma acumulada toda la información filiatoria, adquisición, técnica, actividades de mantenimiento y costos asociados, que contribuyan a la historia de cada uno de los equipos en particular y del conjunto en general.



1 | VIDA DEL PARQUE VIAL Y ESQUEMA DE REEMPLAZO

a. Vida del parque vial

La vida de un equipo se puede definir matemáticamente de tres maneras diferentes: vida física, vida lucrativa y vida económica. Los conceptos de depreciación, inflación, inversión, mantenimiento, reparaciones, el tiempo de inactividad y la obsolescencia son parte integral del análisis de reemplazo. La combinación de estos conceptos y procesos permite realizar un análisis de reemplazo y tomar decisiones razonables de reemplazo a tiempo del equipo.



El gráfico muestra la relación de la rentabilidad frente a la vida del equipo, distinguiendo claramente las tres etapas del ciclo de vida de un equipo: vida económica, vida lucrativa y la vida física.

Es así que un equipo en sus primeros años de uso genera renta para cubrir el costo de capital de su adquisición, luego se mueve en una fase donde gana más de lo que cuesta poseer, operar y mantener. Finalmente, una máquina termina su vida en una etapa en la que los costos de mantenimiento y el tiempo productivo perdido por reparaciones es mayor de lo que gana durante los períodos en que está operativa.

Así, un gestor de flotas de equipos necesita las herramientas para identificar el momento en que ya no es necesario retener un equipo determinado, y sustituirlo o arrendar uno más rentable.

i. Vida física

La vida física del equipo se identifica como la vida útil, es decir, es el período luego del cual el equipo ya no puede ser operado. Esta etapa es impactada por la atención de reparación y mantenimiento que la máquina ha recibido durante su vida útil.

Un equipo que no ha recibido un mantenimiento adecuado en toda su vida útil se deteriorará a una velocidad mayor que la de una máquina que recibió un mantenimiento preventivo. **Por lo tanto, la vida útil variará dependiendo del equipo y la cantidad de mantenimiento que se ha proporcionado.**

ii. Vida lucrativa

Es el período en el que los equipos generan ganancias. Esta es la etapa más deseada de la vida útil, porque después de este punto en el tiempo las reparaciones comienzan a ser cada vez más costosas, pues los componentes se desgastan y necesitan ser reemplazados.

Por lo tanto, esta es una etapa crítica en la vida del equipo para maximizar en rentabilidad y eficiencias. **El administrador de la flota debe poder determinar e implementar en este período un plan de reemplazo mientras que los componentes sean aún útiles.**

iii. Vida económica

La vida económica se caracteriza por una acelerada disminución de los costos de propiedad y un lento aumento de los costos operativos. El período de tiempo desde el origen hasta el punto donde estos costos llegan a igualarse, se llama vida económica.

Así, **para maximizar los beneficios, la sustitución de un equipo debería ser planificada durante su vida económica y ser efectivizada al término de la misma.** De este modo, se evita una erosión de la rentabilidad acumulada en el tiempo por el aumento del costo de mantenimiento y operación, ya que el equipo envejece más rápido luego de este punto.

b. Análisis y método de reemplazo

El análisis de los costos del ciclo de vida de una flota y el punto de reemplazo de sus equipos **requiere de una condición ineludible que es que, desde el momento cero, se deben registrar todos los costos asociados a la propiedad y a los costos operativos de cada integrante.**

Los costos de propiedad incluirían los costos iniciales, depreciación, seguros, impuestos, almacenamiento y de inversión. Los costos operativos incluirían reparación y mantenimiento, neumáticos, combustible, operador y cualquier otro costo de equipo de carácter consumible.

Una vez que se compra y utiliza un equipo, eventualmente comienza a desgastarse y sufrir problemas mecánicos. En algún momento, llega al final de su vida útil y debe ser reemplazado. Por lo tanto, un elemento importante de la gestión rentable de la flota de equipos es el proceso de la toma de decisión de la sustitución de equipos.

Esta decisión implica esencialmente determinar cuándo es económicamente viable reparar una pieza rota de maquinaria. En la gestión de equipos, la toma de decisiones económicas incluye:

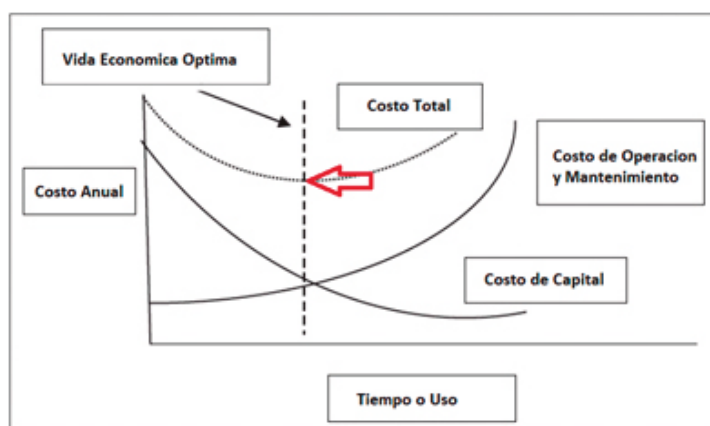
- Vida del equipo: determinar la vida útil económica de un equipo dado.
- Análisis de reemplazo: herramientas analíticas para comparar alternativas para reemplazar una pieza de equipo que ha llegado al final de su vida útil.
- Selección de equipo de reemplazo: métodos para tomar una decisión lógica sobre cuál alternativa proporciona la solución más prometedora para el reemplazo de equipos.

Se puede determinar la vida económica, la selección de alternativas y el tiempo de reemplazo de los equipos utilizando el análisis de reemplazo. Los métodos de reemplazo se pueden categorizar como métodos teóricos y métodos prácticos. Se propone en el presente manual un método teórico y otro práctico, aplicables a organizaciones sin fines de lucro como son los GD, donde lo que se busca es minimizar costos presupuestales sin sacrificar la vida de los activos.

Método de costo mínimo (teórico)

Minimizar los costos de equipo es siempre un objetivo importante para los propietarios de equipos. Sin embargo, es primordial para las agencias públicas que poseen grandes y pequeñas flotas de equipos de construcción, ya que no tienen ningún mecanismo para generar ingresos para compensar sus costos. Para lograr este objetivo, el método de costo se enfoca en minimizar los costos de equipo basados no solo en el costo de operación y mantenimiento (costos de O&M), sino que también considera la disminución en su valor en libros, debido a depreciación. Esto es bastante sencillo y proporciona un método racional para llevar a cabo la comparación objetiva de alternativas en lugar del juicio profesional del método intuitivo.

En el método de costo mínimo, la decisión de reemplazar el equipo se toma cuando el costo anual estimado de la máquina actual para el próximo año supera el promedio mínimo. En el gráfico adjunto claramente se marca el punto mínimo de una curva de costos promedio por unidad de tiempo, producto de la suma de la curva de depreciación y la curva de costos de operación y mantenimiento.



De acuerdo a los costos de propiedad y operación, se puede generar una tabla, como la adjunta, para cada familia de equipos, y determinar un óptimo punto de reemplazo por este método. En el caso del ejemplo, sería a partir del año noveno para la flota de camiones, dado que a partir de allí crece el costo promedio.

Average Annual Cumulative Costs of the Proposed Trucks

End of Year (1)	Annual O&M Cost (2)	Book Value ()	Annual Depreciation Expense (3)	Annual Cost (4) = (2) + (3)	Cumulative Cost (5)	Average Annual Cumulative Cost (6) = (5)/(1)
1	\$30,000	\$42,000	\$28,000	\$58,000	\$58,000	\$58,000
2	\$31,500	\$25,200	\$16,800	\$48,300	\$106,300	\$53,150
3	\$33,000	\$15,120	\$10,080	\$43,080	\$149,380	\$49,793
4	\$34,500	\$9,072	\$6,048	\$40,548	\$189,928	\$47,482
5	\$36,000	\$5,443	\$3,629	\$39,629	\$229,557	\$45,911
6	\$37,500	\$3,266	\$2,177	\$39,677	\$269,234	\$44,872
7	\$39,000	\$1,960	\$1,306	\$40,306	\$309,540	\$44,220
8	\$40,500	\$1,176	\$784	\$41,284	\$350,824	\$43,853
9	\$42,000	\$705	\$470	\$42,470	\$393,295	\$43,699
10	\$43,500	\$423	\$282	\$43,782	\$437,077	\$43,708
11	\$45,000	\$254	\$169	\$45,169	\$482,246	\$43,841
12	\$46,500	\$152	\$102	\$46,602	\$528,848	\$44,071

- (1) - Año
- (2) - Costo anual de operaciones y mantenimiento
- () - Valor de libros
- (3) - Depreciación anual
- (4) - Costo anual
- (5) - Costo acumulado
- (6) - Costo promedio anual acumulado

Método del DOT Texas (práctico)

El Departamento de Transporte de Texas, EE.UU. tiene criterios de reemplazo de equipo que se determinan según la edad, el uso (km u horas) y los costos de reparación acumulados de un equipo.

La lógica del modelo se expresa en los siguientes términos: el remplazo debe ocurrir antes de que los elementos alcancen un punto tal, en el que hay aumentos significativos en los costos de su reparación.

Se deben desarrollar informes *ad hoc* y un sistema de monitoreo anual de cada equipo para procesar la información histórica de costos de uso y reparaciones, para así Identificar los candidatos para consideración de reemplazo.

La decisión de reemplazo se toma un año antes de que un equipo determinado alcance su edad objetivo/uso/ nivel de costo de reparación acumulada, para permitir suficiente tiempo para la adquisición de su sustituto. La lógica del modelo es relativamente simple. Primero, se procesan los datos anuales de los costos históricos de mantenimiento y reparaciones. Luego se relevan edad del equipo y el uso de vida útil expresado en horas o kilómetros, según corresponda. Es decir:

- Edad del equipo
- Uso de vida expresado en km u horas
- Costos de reparación acumulados ajustados por inflación expresados como porcentaje de la compra original

A continuación, **cuando un equipo determinado supera los tres criterios, se identifica como candidato para reemplazar**. Los puntos límite de los tres criterios se pueden establecer de acuerdo al US Army Corps of Engineers EP 1110-1-8 (vida económica, factor máximo de reparaciones)

APPENDIX D

EQUIPMENT HOURLY CALCULATION FACTORS

CATEGORY	SUB	DESCRIPTION	EK	C	DC	LIFE	SLV	HPF	EQUIPMENT				HPF	CARRIER				FOG				TIRE WEAR				RCF
									FUEL FACTORS					FUEL FACTORS				FACTORS				FACTORS				
									E	G	D		E	G	D		E	G	D	FT	DT	TT				
G15	0.00	GRADERS, MOTOR	35	S	B	13,500	0.25	78	.780	.070	.037	0	.000	.000	.000	.000	.085	.144		0.27	0.16	0.30	0.85			
H10	0.00	HAMMERS, HYDRAULIC (Demolition tool) (Add cost for point wear)	95	A	B	6,000	0.20	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.000	.136	.136		0.00	0.00	0.00	1.00			
H13	0.00	HAZARDOUS/TOXIC WASTE EQUIPMENT	1																							
H13	0.11	COMPACTORS (Compression force) 0 THRU 50 TONS	95	A	B	10,000	0.15	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.530	.102	.102		1.08	0.86	1.20	0.80			
H13	0.12	COMPACTORS (Compression force) OVER 50 TONS	95	A	B	12,000	0.20	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.530	.102	.102		1.08	0.86	1.20	0.90			
H13	0.21	FILTER PRESSES, STATIONARY	95	A	B	10,000	0.20	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.530	.102	.102		0.00	0.00	0.00	0.90			
H13	0.22	FILTER PRESSES, MOBILE	95	A	B	10,000	0.15	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.530	.102	.102		0.66	0.59	0.73	0.80			
H13	0.30	CENTRIFUGES	95	A	B	4,000	0.20	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.530	.000	.000		0.00	0.00	0.00	0.70			
H13	0.40	SHREDDERS	95	A	B	10,000	0.15	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.477	.136	.119		1.08	0.86	1.20	0.90			
H13	0.51	SOIL TREATMENT PLANT, MOBILE	95	A	B	10,000	0.15	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.477	.136	.119		0.77	0.69	0.86	1.00			
H13	0.61	SLUDGE PROCESSING EQUIP, SLUDGE DISPENSERS	95	A	B	10,000	0.15	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.477	.136	.119		0.00	0.00	0.00	1.00			
H13	0.71	WASTE HANDLING EQUIPMENT, DRUM HANDLING	95	A	B	4,000	0.15	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.477	.136	.119		0.00	0.00	0.00	1.00			
H15	0.00	HEATERS, SPACE	1																							
H20	0.00	HOISTS & AIR WINCHES	95	A	B	9,000	0.20	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.000	.102	.102		0.00	0.00	0.00	0.80			
H25	0.00	HYDRAULIC EXCAVATORS, CRAWLER MOUNTED	1																							
H25	0.10	0 LBS THRU 12,500 LBS (COMPACT EXCAVATORS)	65	A	B	8,000	0.25	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.000	.149	.149		0.00	0.00	0.00	0.70			
H25	0.10	0 LBS THRU 12,500 LBS (COMPACT EXCAVATORS)	65	S	B	7,000	0.25	85	.850	.077	.041	0	.000	.000	.000	.000	.149	.149		0.00	0.00	0.00	0.80			
H25	0.11	OVER 12,500 LBS THRU 40,000 LBS	65	A	B	8,500	0.25	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.000	.149	.149		0.00	0.00	0.00	0.70			
H25	0.11	OVER 12,500 LBS THRU 40,000 LBS	65	S	B	7,000	0.25	85	.850	.077	.041	0	.000	.000	.000	.000	.149	.149		0.00	0.00	0.00	0.85			
H25	0.12	OVER 40,000 LBS THRU 100,000 LBS	65	A	B	12,000	0.25	65	.600	.059	.031	0	.000	.000	.000	.000	.149	.149		0.00	0.00	0.00	0.80			

EK=Economic Key (Appendix E)

C=Operating Conditions (A=average, S=severe)

DC=Discount Code (B=basic 7.5%, S=special 15%)

RCF=Repair Cost Factor

LIFE=Economic Life

SLV=Salvage Value

HPF=Horsepower Factor

E=Electric Powered

G=Gas Powered

D=Diesel Powered

FT=Front Tire

DT=Drive Tire

TT=Trailing Tire

D-7

EK=Economic Key (Appendix E)

C=Operating Conditions (A=average, S=severe)

DC=Discount Code (B=basic 7.5%, S=special 15%)

RCF=Repair Cost Factor

LIFE=Economic Life

SLV=Salvage Value

HPF=Horsepower Factor

D-7

E=Electric Powered

G=Gas Powered

D=Diesel Powered

FT=Front Tire

DT=Drive Tire

TT=Trailing Tire

(DC) - Tasa de costo de capital

(LIFE) - Vida económica

(SLV) - Valor residual

(HPF) - Potencia del equipo

(Equipment Fuel Factors) - Factores de consumo del equipo principal según tipo de combustible (E eléctrico, G gas, D diésel)

(Carrier Fuel Factors) - Factores de consumo del equipo auxiliar según tipo de combustible (E eléctrico, G gas, D diésel)

(FOG) - Filtros, aceite y grasas según tipo de combustible (E eléctrico, G gas, D diésel)

(Tire Wear Factor) - Factores de desgaste de cubierta por posición (FT eje delantero, DT eje de tracción, TT eje de arrastre)

(RCF) - Factor de reparaciones correctivas

Finalmente, el propietario realiza la evaluación subjetiva del equipo, incluido el tiempo de inactividad, el estado del equipo existente, las nuevas necesidades de equipos, proyectos en curso y otros factores, y toma una decisión final sobre si reemplazar o no.

b. Criterios de estandarización del parque vial

La heterogeneidad de un parque de vial nunca será buena consejera. Se generan sobrecostos en términos del inmovilizado en repuestos y componentes en el almacén propio para atender la actividad de mantenimiento y producción.

Por otro lado, un parque diverso en marcas y modelos, genera dificultades para cubrir una plantilla de personal competente y capacitado, tanto para operar los equipos como para atender los servicios de mantenimiento, e inclusive genera estrés en las unidades soporte como lo es abastecimiento y compras de suministros dada la gran cantidad de referencias (stock keeping units - SKUs).

A raíz de las consideraciones anteriores, un parque homogéneo en marcas y modelos sería lo deseable, por lo que los mecanismos licitatorios debieran estimular ese objetivo, manteniendo los niveles de calidad y precio convenientes, pero sin dejar de tomar en cuenta:

- Cuota de participación de la marca/serie en el mercado.
- Antigüedad de la marca/modelo en el mercado con referencias constatables de equipos viales con no menos de 15.000 horas (un ciclo de vida económica promedio) de uso en la plaza.
- Antigüedad y dispersión de los proveedores de servicios de mantenimiento y suministros para una marca/serie con referencias constatables. Permanencia en el mercado con no menos de un ciclo de vida económico de máquina (15.000 horas o 9 años).
- Disponibilidad de repuestos (nivel de servicio en términos de *stock* y plazos de entrega) en plaza. Sistema de envíos *express* desde el exterior (plazos de entrega).
- Calidad de información técnica representada en manuales de operación y mantenimiento. Congruencia y estabilidad de la información técnica de mantenimiento (números de partes) entre partidas de fabricación de un mismo modelo de equipo.

Como corolario para controlar el riesgo de posiciones de apalancamiento del poder de los proveedores, podría ser interesante explorar la idea de contar con una oficina de contralor y abastecimiento centralizado, por ejemplo, desde el Congreso de Intendentes. Esta oficina podría atender asuntos tales como:

- centralizar la información de uso y estado del parque de equipos
- recibir las calificaciones de los GD de posibles equipos candidatos a ser sustituidos
- licitar las renovaciones de flota
- definir la disponibilidad de *stock* de repuestos y partes que requiere el proveedor
- definir niveles de capacidad instalada y de servicio de los proveedores de servicios de mantenimiento

2

2 | INVENTARIO DEL PARQUE VIAL Y SU TRAZABILIDAD

a. Objetivos de un control de inventario de parque vial

En forma general, el objetivo de la gestión de un inventario es proporcionar el nivel deseado de servicio al cliente, en este caso la producción, permitiendo operaciones rentables y minimizar la inversión.

En el caso de un parque vial, son objeto de un inventario tanto los equipos como los repuestos para cumplir con el objetivo general y sus metas de gestión:

- Maximizar la disponibilidad de equipos a lo largo de su vida útil, cumpliendo los planes de producción
- Reducir los niveles de *stock* de repuestos
- Reducir los costos operativos
- Garantizar la productividad de los equipos en campo

b. Identificación de equipos y partes componentes mayores

Cada equipo y componente debe poseer una identificación individual que permita, en forma cierta e inequívoca, ser registrado como una referencia dentro de un sistema de inventario, ya sea manual o electrónico.

A estos efectos, se sugiere un sistema de clasificación de equipos con 6 dígitos, siendo:

- los primeros 3, designan datos básicos del equipo: grupo, tipo, clase
- los siguientes 3, son números seriales incrementales para identificar equipos diferentes dentro de un mismo grupo, tipo y clase.

Los números de registro así creados se deben pintar en lugares visibles de los equipos, con colores contrastables con el fondo de pintura del equipo, unas posiciones adecuadas son las puertas, o ambos lados del compartimiento del motor. En caso de uso nocturno, la pintura de identificación debiera ser reflectiva.

Ejemplo

GRUPO	DESCRIPCIÓN DEL GRUPO	TIPO	DESCRIPCIÓN DEL TIPO
0	Vehículos livianos	0	De ruedas
1	Equipos de excavación	1	De orugas
2	Equipos de movimiento tierra	2	De tiro
3	Equipos de nivelación	3	Montados en tráiler
4	Equipos de compactación	4	Estacionarios
5	Equipos de carga		
6	Equipos de elevación		
7	Equipos de pavimentación		
8	Equipos de bacheo		
9	Vehículos pesados		

GRUPO	TIPO	CLASE	DES. CLASE
1	0	0	Combinada de tacho 0,38 m3, pala 0,38 m3
		1	Combinada de tacho 0,57 m3, pala 0,38 m3
		2	Combinada de tacho 0,76 m3, pala 0,38 m3

Los grandes componentes de un equipo que son sustituibles, como un motor, o aquellos equipos que son combinación de dos, como un camión y una hidrogrúa, deben mantener este mismo sistema de identificación por separado.

Los datos técnicos de cada equipo se deben organizar en fichas técnicas asociadas a cada uno. Esta ficha técnica (manual o electrónica) debe contar como mínimo con:

- Descripción del equipo de acuerdo al código de identificación asignado
- Nombre del fabricante
- Año de fabricación
- Número de fabricación
- Modelo y serie de equipo
- Nombre del fabricante del motor
- Información relativa al motor. Modelo, serie, potencia
- Accesorios. Tipo accesorio. Descripción. Fabricante. Año de fabricación. Modelo. Costo del accesorio
- Información de neumáticos. Medidas. Capacidad. De eje delantero. De eje trasero
- Valor mercado del equipo. Año y mes de adquisición.
- Número de orden de compra. Nombre del proveedor. Fecha de recepción.
- Vida económica estimada para tipo y condición de uso prevista. Vida real registrada al término de su vida útil.
- Valor residual esperado al término de vida económica estimada. Valor real residual obtenido registrado al término de su vida útil.
- Costo de adquisición de: máquina, accesorios, neumáticos. Costo desglosado en: activo, flete, e impuestos.
- Pesos y dimensiones de transporte.

c. Sistema de registro de los activos (altas, bajas, movimientos)

Se sugiere una estructura jerárquica del tipo árbol que incluya y organice los equipos de acuerdo a nodos de centro de costos o reparticiones. Esta estructura constituye la base única de equipamiento a la que se vincula la información generada en los distintos procesos e información técnica. Para organizar el historial de los equipos es posible utilizar el concepto de posición funcional, elemento constituyente de la referida estructura, y el de activo físico que la ocupa. Este último puede pasar de una posición a otra generando el correspondiente historial de movimientos de ubicaciones (trazabilidad). Por ejemplo, un cambio de motor de un equipo a otro, o el traslado de un equipo de una repartición a otra.

Ejemplo de ficha y árbol de posiciones

The screenshot displays a software application with a menu bar (Archivo, Edición, Inf. Técnica, Mantenimiento, Consultas, Opciones, Control de Gestión, Herramientas, Ventana, ?) and a toolbar. The main window is divided into two panes. The left pane, titled 'Mantenimiento', shows a tree structure of functional positions. The right pane, titled 'Información Técnica', displays a form for technical data.

Árbol de Posiciones Funcionales:

- SIS
- ABA
 - TRANSPORTE - CR 559
 - SERVICIOS FLOTA PESADA
 - TP007 - SOF 1614
 - TP009 - SOF 1638
 - TP010 - SOF 2181
 - TP012 - SOF 1643
 - TP015 - SOF 2247
 - TP016 - SOF 2248
 - TP017 - SOF 1980**
 - TP018 - SOF 1983
 - TP019 - SOF 1801
 - TP020 - SOF 2960
 - TP021 - SOF 2959
 - TP022 - A 4006
 - CM310 - A 2352
 - CM468 - SOF 2108

DATOS TÉCNICOS - VEHICULOS - TRANSPORTE \GER \DRYN \ABA \TRANSPORTE - ...

MARCA/MOD. GENERALES		DATOS OPERACIÓN		DATOS MANTENIMIENTO	
DATOS PARTICULARES		DATOS DE COMPRA		DATOS DE GESTIÓN	
Número	TP017	Matricula	SOF 1980	Padrón	507185
Chasis	98SR4Q2A0W3506329	Motor	3125531	Ocupantes	
BPS	ALTA 7/8/03	MTOP	70144497	Póliza	
Cía. Seguro	BSE	Carpeta Seguro		Centro Resp.	
☒ Vehículo Adherido al Sistema CONVE					
Peso Vacío	16.500 kg	Cant. Ruedas		Medidas Neumáticos	
Carga Autoriz.	45.000 kg	Eje 1	2	Eje 1	295-80 RODADO 225
Cilindrada		Eje 2	4	Eje 2	295-80 RODADO 225
Tipo Frenos	Neumáticos	Eje 3		Eje 3	
Equipo Auxiliar					

Contratos-Recepciones
Recepción Licitaciones

Las bajas de equipos o sus componentes principales requieren de una ficha de baja de equipo. Esta ficha técnica, manual o electrónica, debe contar como mínimo con:

- La descripción del equipo de acuerdo al código de identificación asignado
- Nombre del fabricante
- Año de fabricación
- Número de fabricación
- Motivo de baja. Referencia al informe detallado de baja (número memorando o expediente, fecha, técnico responsable)
- Fecha de baja
- Valor de libros a la fecha de baja
- Valor residual obtenido en la enajenación del bien
- Costo acumulado en reparaciones correctivas (mano de obra, repuestos, servicios contratados) al momento de la baja del activo

d. Sistema de localización y utilización de equipos

Actualmente está disponible para uso de los GD el sistema CONVE (control vehicular), que es un módulo programable para vehículos, pero también extensible a maquinaria, que controla la autorización del operador para la utilización del equipo/vehículo y registra fecha, hora, marca de odómetro/horómetro en el encendido y apagado de motor y detenciones, permitiendo el cálculo de kilómetros recorridos, horas de uso, velocidad y horas ociosas.

La versión actualizada del controlador programable, cuenta con señal de posicionamiento satelital por GPS de la unidad, por lo que es complementario del movimiento del vehículo registrando datos de cada viaje en términos de fechas, horas, velocidades, conductor, rendimientos por kilómetro y rendimientos por hora.

Asimismo, existen unidades cisternas despachadoras móviles o estacionarias que permiten la emisión de facturas internas por cada despacho de combustible, asignando vehículo, conductor, centro de costos, fecha, hora, kilometraje, combustible y volumen despachado. La calidad de información disponible con el sistema CONVE permite no solo controlar el uso y posición de la flota, sino gestionar a través de interfaces el stock de combustible, permitiendo ingresos, egresos y ajustes contables.

En suma, es altamente recomendable la aplicación del sistema CONVE en toda su extensión, y evaluar algunos de sus complementos desarrollados, como el Sistema de Gestión de Flota Vehicular (UTE) para la administración del parque de maquinaria vial.

SGE - Control de Gestión - Árbol de Consultas

- SGE
 - CONSULTAS
 - Mantenimiento
 - Utilización de la Flota
 - Resumen de Utilización de la Flota (CONVE)
 - Utilización del Vehículo (CONVE)
 - Consultas de Eventos de Vehículos (CONVE)
 - Consulta de Recargas
 - Consulta de Rendimientos de Combustible
 - Consulta de Accidentes
 - Por Conductor
 - Por Período

Consulta de Recargas de Combustible

Recargas en S.G. Transporte Recargas en Otras Estaciones Recargas Conve Todas Aplicar Exportar Excel

Recargas de Combustible (Cantidad de Registros: 4561)

Datos Recarga			Datos del Usuario			Combustible		Costo (\$)	
N° Recarga	Fecha y Hora	Estación	C.R.	Vehículo	Km. Carga	C.I.	Tipo	Litros	Por Litro
103717	01/04/2005 00:00	TEXACO NUEVA	352	C1047 -	262630	3750146-9	Gas Oil	45.00	17.20
103711	01/04/2005 00:00	DIAMANTE-S.CAR	259	G0049 -	231268	3147970-9	Gas Oil	96.00	1651.2
103618	01/04/2005 00:00	FONBAY MLDO	431	C0569 -	570390	3024903-4	Gas Oil	34.31	590.1
103616	01/04/2005 00:00	FONBAY MLDO	432	CM405 -	36301	1488217-9	Gas Oil	55.09	947.5
103365	01/04/2005 00:00	ANCAP SARANDI	407	RL029	196275	3544145-1	Gas Oil	49.20	846.2
103449	01/04/2005 00:00	Rocca y Cia s A	298	RL030	92155	1413702-3	Gas Oil	44.55	766.2
103450	01/04/2005 00:00	Rocca y Cia s A	437	CM451 -	1543	2803332-8	Gas Oil	49.00	842.8
103617	01/04/2005 00:00	FONBAY MLDO	432	C0633 -	0	3719957-3	Gas Oil	33.70	579.6
103362	01/04/2005 00:00	ANCAP	244	C0615 -	543914	2644407-0	Gas Oil	32.00	550.4
103239	01/04/2005 00:00	Ancap San José	282	G0044 -	308796	2556136-0	Gas Oil	156.00	2683.2
103244	01/04/2005 00:00	Ancap San José	351	C0760 -	394331	3541914-7	Nafta Super	18.40	509.6
103336	01/04/2005 00:00	RODNEY	293	C0640 -	352557	3501404-2	Gas Oil	18.00	309.6
103354	01/04/2005 00:00	SHELL VOYAGER	309	C1173 -	59066	1557968-0	Gas Oil	32.00	550.4
103361	01/04/2005 00:00	FERRECAR	309	G0026 -	413598	3388363-9	Gas Oil	80.00	1376.0

Totales por Centro

C.R.	Combustible	Litros	Total (\$)
003 - Ases. Técnico	Nafta Super	26.58	736.27
004 - Gerencia	Nafta Super	49.28	1365.06
014 - Ases. General	Nafta Super	54.06	1497.46

Totales por Tipo de Combustible

	Litros	Total (\$)
Gas Oil	203862.70	3506438.49
Nafta Super	5861.75	162370.64

Resumen de Utilización de la flota (CONVE)

Centro: Tipo de Vehículo: Mes de Cálculo: Mes: Marzo 2005 Graficar Aplicar

Se consideran únicamente los vehículos ACTIVOS.
Solo se contabilizan los vehículos sobre los que el usuario posee privilegio de consulta.

Tipo de Vehículo	Vehículos Activos		Horas Servicio			Km. Recorrido	
	CONVE	Total	06:00-14:00	14:00-22:00	22:00-06:00	06:00-14:00	14:00-22:00
FLOTA LIVIANA	220	341	5.648.97	4.075.81	1.359.57	691.759.36	499.113.95
FLOTA PESADA	78	133	2.353.80	1.282.63	309.32	445.896.19	242.977.24
OTROS	4	13	88.57	53.83	0.23	20.947.43	12.731.17

3

3 | GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL PARQUE VIAL

a. Necesidad de un plan de mantenimiento

El mantenimiento de los equipos de construcción contribuye a reducir los sobrecostos de un proyecto que pueden llegar al 40% del costo total por este motivo. Un buen plan de mantenimiento contribuye:

- Ahorro de dinero a largo plazo. El mantenimiento preventivo reduce gastos de largo plazo frente a roturas y desgastes prematuros de la maquinaria.
- Seguridad. Al implementar el mantenimiento regular de un equipo se mejora la seguridad no solo del equipo, sino también del entorno de trabajo.
- Ahorro de tiempo. La ruptura intempestiva indisponibiliza un equipo durante varios días o semanas, genera sobrecostos de sustitución para continuar con la producción, pérdidas de jornadas laborales hasta que no se puede retomar la tarea, y lucros cesantes por falta de producción.
- Eficiencia. El mantenimiento preventivo comprueba el desgaste y los daños, ayuda a que todas las piezas funcionen de manera eficiente porque el equipo funciona en su globalidad correctamente.
- Habilitaciones, aptitud técnica y seguros. El equipo mantenido regularmente es una condición establecida en el Decreto 125/2014 que regula la seguridad e higiene en la industria de la construcción. Asimismo, la entidad aseguradora puede requerir que el mantenimiento de los equipos de construcción se encuentre actualizado.
- Cobertura de garantía. Si el mantenimiento del equipo de construcción no se realiza regularmente, muchas garantías no cubrirán las piezas de repuesto o del equipo en su globalidad.

b. Diseño del Plan de Mantenimiento

i. Objetivos y metas

El objetivo principal del mantenimiento es reparar y mantener los equipos de producción para garantizar que se mantengan seguros y en condiciones de operación efectivas, de modo que los objetivos de producción se puedan cumplir a tiempo, dentro del presupuesto y con buena calidad.

El objetivo secundario del mantenimiento es realizar los trabajos de mantenimiento y reparación aprobados en la medida que dichos trabajos de mantenimiento no reduzcan las horas de operación planificadas.

Las metas específicas de buen plan serán:

- Eliminar los mantenimientos innecesarios
- Reducir el costo global de mantenimiento
- Reducir el inventario de repuestos
- Reducir la pérdida de producción por fallas en servicio
- Incremento de la productividad

- Extender la vida operativa de los equipos viales
- Incrementar la rentabilidad global del parque vial

ii. Responsables

Existen diferentes sistemas de organización jerárquica para asignar las responsabilidades y la autoridad en las empresas o entidades que se dedican a la construcción y usan equipos viales, las que varían normalmente de acuerdo a los objetivos y tamaños de las mismas. No obstante, en todas las estructuras de mando se busca:

- Eficiencia del trabajo
- Facilidad de comunicación
- Facilidad de interacción

En las reparticiones dedicadas a actividades de construcción dentro de la Administración Pública, donde hay un número importante de equipos, es necesario contar con un número adecuado de mecánicos para respaldar las divisiones de producción específicas dentro de esa organización en el taller y en el campo. Por lo que el gestor del mantenimiento de equipos viales debe estar íntimamente ligado a las necesidades de la administración o Dirección de la División de Obras.

iii. Acciones y controles

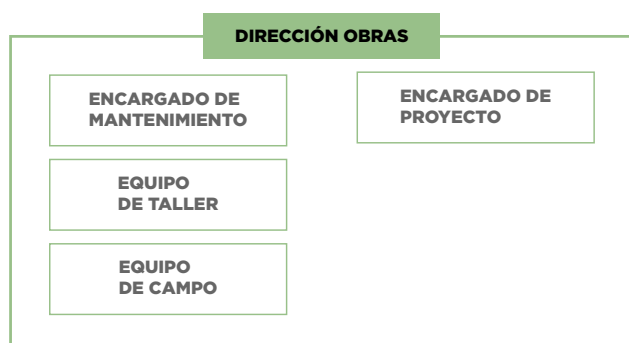
Las actividades clave que el responsable de mantenimiento tendrá que asumir son:

- Identificar las órdenes de reparación pendientes
- Generar un cronograma de mantenimiento preventivo
- Estimar los recursos necesarios para iniciar las reparaciones pendientes
- Estimar los recursos necesarios para gestionar el cronograma de mantenimiento preventivo
- Requerir los materiales y repuestos no disponibles

c. Organización de los servicios de mantenimiento

i. Organigrama

El modelo sugerido en el presente manual para el alcance y el tipo de agencias de gobierno en estudio, deja subordinado los servicios de mantenimiento a la Dirección de Obras. La ventaja de este esquema es la facilidad de comunicación, el alto nivel de respuesta que se puede obtener de los servicios de mantenimiento alineados con las necesidades de producción, y la alta disponibilidad del parque. El riesgo a controlar es que la producción sobreexija a los equipos, liberándolos solo parcialmente para acciones menores de mantenimiento que no impliquen gran indisponibilidad.



ii. Roles

La estructura organizativa básica del servicio de mantenimiento se puede resumir a:

- Un encargado general del servicio. Administra los recursos humanos, planifica y asigna tareas, lanza las necesidades de suministros, supervisa las tareas, registra en órdenes de trabajo lo que se hizo, las horas-hombre insumidas y los costos de suministros y reparaciones. Por último, controla la calidad final de las reparaciones.
- Un líder mecánico del equipo de Taller. Planifica, ejecuta y supervisa a sus subordinados en taller.
- Un líder mecánico del equipo de Campo. Planifica, ejecuta y supervisa a sus subordinados en campo.
- Un ayudante de programación y control. Colabora en el seguimiento del plan de mantenimiento preventivo, actualiza dicho plan con nuevas tareas o equipos, calcula indicadores de mantenimiento, e informa a su superior de desvíos y *backlogs*.
- Un ayudante de almacén y pañol. Registra las salidas y entradas de consumibles. Informa a su superior de necesidades. Solicita las reposiciones de *stock* autorizadas.

iii. Infraestructura

La infraestructura mínima requerida para gestionar los servicios de mantenimiento, dependiendo de la cantidad y antigüedad del parque vial, supone:

- Superficie techada
- Fosa para mantenimiento
- Fosa de lavado y tratamiento de efluentes
- Volquetas cerradas para disposición de residuos
- Hidrolavadora de agua caliente
- Pórtico para izaje de piezas pesadas
- Compresor de aire
- Taladro de pie
- Amoladora
- Piedra de afilar
- Soldadora tipo *inverter*
- Generador portátil de 8 KVA
- Dispensador de lubricante por aire comprimido con despachador volumétrico
- Kit de herramientas (llaves fijas, dados, mangos, torquímetro, macetas, puntas, destornilladores paleta y phillips, etc.,)
- Cajas de herramientas portátiles

- Cajas de herramientas para taller con bandejas
- Bandejas antiderrames
- Interfases computarizadas (escáner según marca)
- Unidad vehicular para mantenimiento en Campo (camioneta pickup larga o superior). Equipada con kit herramientas, generador, compresor chico, espacio para lubricantes nuevos y para usados. Bandejas antiderrames

iv. Sistemas de información y comunicación

Se sugiere que los sistemas de gestión y registro de las actividades de mantenimiento se soporten en sistemas informáticos unificados que permitan compartir la información técnica entre los diferentes GD. Ello permitirá avanzar y desarrollar buenas prácticas de mantenimiento en forma homogénea en todo el territorio nacional con el objetivo de preservar el parque de maquinaria vial.

Las piezas de información y registros deben contar un sistema de gestión de mantenimiento, manual o informatizado, son por lo menos:

- Historial de revisiones y reparaciones
- Ficha de equipo
- Plan de mantenimiento
- Listado de equipos bajo mantenimiento

El responsable de mantenimiento dispondrá de la siguiente documentación para gestionar el mantenimiento de equipos y máquinas:

- Ubicación (GPS u obra) de equipos bajo mantenimiento
- Plan de mantenimiento de equipos
- Ficha técnica de equipos
- Historial de revisiones y reparaciones
- Manual de gestión de incidencias

d. Programación del mantenimiento del parque vial

i. Guías de mantenimiento preventivo por tipo de equipo.

Se deben generar listas de tareas de revisión de los elementos del equipo con el fin de detectar a tiempo posibles fallas, además de labores de engrase, ajustes, limpieza, etc.

Estas tareas se agrupan en acciones de mantenimiento y surgen de los planes de mantenimiento sugeridos por el fabricante en sus manuales con una frecuencia que puede ser:

- Calendario (por ejemplo, diario, semanal, quincenal, mensual, semestral, anual, etc.)
- Por uso (por ejemplo, cada n kilómetros 5.000 km-10.000 km- 50.000 km, ejemplo cada m horas 250 h- 500 h - 1.000 h- 2.000 h)
- Por condición (ejemplo al llegar un delta presión de 1 bar)

Cada acción de mantenimiento tiene tareas definidas, instrucciones de seguridad de cómo hacerlas, que

surgen del fabricante y los insumos y requeridos. A partir de la definición de intervenciones sistemáticas en los equipos (acciones de mantenimiento programado) en las que se estipula qué intervención debe efectuarse por parte de qué servicio ejecutor y ante qué condiciones, si se utilizara un sistema de mantenimiento informatizado, una vez alcanzadas las condiciones prefijadas (período, contador/caso y sus combinaciones), el sistema emitirá automáticamente órdenes de trabajo (OT). Cuando el sistema es manual, el responsable de mantenimiento a través de su ayudante de planificación debe hacer el seguimiento para ver si los equipos han llegado a la condición de disparo de la acción de mantenimiento programado. Esta información surgirá los partes diarios de los maquinistas en ese caso, o eventualmente a través de los sistemas de despacho de combustible, como el CONVE, que retienen la información de horas o kilómetros del equipo.

ii. Guías de mantenimiento predictivo por tipo de equipo.

La situación del mantenimiento predictivo es muy similar al preventivo. En este caso, las acciones son no invasivas, se definen frecuencias para esas inspecciones y, normalmente, se busca detectar anomalías a través de técnicas y ensayos no destructivos (toma vibraciones, termografías, análisis de aceites, etc.). Las acciones de mantenimiento concreto surgirán de dispararse una condición por encima de un límite de control. Al igual que en el preventivo, cada orden de trabajo generada incluirá instrucciones de seguridad, insumos y repuestos requeridos.

iii. Muestreo y análisis de lubricantes.

Se definen frecuencias para la toma de muestras de aceites. Se sugiere utilizar proveedores de lubricantes que ya cuentan con laboratorios específicos y sistemas de seguimiento de muestras por cliente/equipo. Normalmente estos proveedores entregan inclusive hasta los frascos de muestra y presentan en soportes web los resultados y las tendencias de los diferentes tópicos que se buscan: acidez, metales pesados, oxidación, viscosidad. Los ensayos cuyo resultado queda fuera de especificación, generan una condición de disparo de una acción preventiva.

e. Reparaciones y mantenimiento de campo, personal, infraestructura, registro de actividades correctivas

Mantenimiento correctivo es aquel que se realiza cuando el equipo se avería con el fin de devolverlo a sus condiciones normales de trabajo. Cuando el jefe o los operarios observan un fallo o problema en el equipo o la máquina, se avisa al responsable de mantenimiento para que proceda a gestionar su reparación.

f. Sistema de registro y reporte de actividades programadas

i. Tareas, tiempos calendario, consumo de horas hombre, y costos en insumos y repuestos.

Las averías o labores de mantenimiento, en caso de ser resueltas con medios propios se anotan en la ficha de mantenimiento de la máquina, indicando las horas de paro, los materiales utilizados y su costo. En el caso de que se contrate la reparación, se anota en la ficha del equipo la descripción de la tarea, la referencia, el parte de trabajo, nota de entrega o factura de la reparación y las horas de paro de la máquina.

ii. Reporte de órdenes de trabajo históricas y pendientes.

Todas las labores de reparación y mantenimiento han de quedar registradas en el formato “Historial de Revi-

siones/Reparaciones”, siendo responsabilidad del encargado de mantenimiento que esto se lleve a cabo por él o por el personal responsable del equipo o máquina, si es el caso.

iii. Lanzamiento y simulación del mantenimiento programado.

Al menos una vez al año, el responsable de mantenimiento estudia el mantenimiento realizado durante el ejercicio anterior y propone acciones de mejora para el período siguiente (búsqueda de proveedores de repuestos o consumibles, variación en la frecuencia del mantenimiento de cierto equipo, cambiar el modo de mantenimiento de un equipo de correctivo a preventivo o viceversa, propuestas de formación, mejoras en la maquinaria, etc.). El responsable de mantenimiento debe analizar y registrar en el sistema los datos más representativos del plan de mantenimiento realizado, así como los recursos que estime necesario adquirir. En estas revisiones se estudiará la conveniencia o no de las propuestas.

g. No conformidades del proceso de mantenimiento

El retraso en la ejecución del Plan de Mantenimiento supondrá una No Conformidad, en cuyo caso, se deberá abrir la correspondiente incidencia (Gestión de Incidencias), estudiar los motivos de dicho retraso y proponer medidas correctivas apropiadas. Estas no conformidades serán evaluadas posteriormente para determinar posibles acciones correctivas y/o preventivas.

Ejemplos de formatos para un sistema de gestión mantenimiento

LISTADO DE EQUIPOS Y MÁQUINAS BAJO MANTENIMIENTO				
MDP - MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MÁQUINAS		REGISTRO-MANTENIMIENTO-01 PAG DE		
Fecha de aprobación:		Fecha de próxima evaluación:		
LISTADO DE EQUIPOS Y MAQUINAS BAJO MANTENIMIENTO				
MÁQUINA / EQUIPO	CODIGO	CORRECTIVO	PREVENTIVO	PREDICTIVO
APROBACIÓN DEL LISTADO DE MANTENIMIENTO				
Fecha:		Firma:		
ELABORADO POR				
VoBo GERENCIA				
Observaciones:				

PLAN DE MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS			
MDP - MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MÁQUINAS		REGISTRO-MANTENIMIENTO-02	PAG DE
Fecha de aprobación:		Fecha de próxima evaluación:	
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
MÁQUINA / EQUIPO		CÓDIGO	
TAREA		PERIORIZIDAD	
APROBACIÓN DEL LISTADO DE MANTENIMIENTO			
Fecha:		Firma:	
ELABORADO POR			
VoBo GERENCIA			
Observaciones:			

HISTORIAL DE REVISIONES Y REPARACIONES	
MDP - MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MÁQUINAS	REGISTRO-MANTENIMIENTO-03 PAG DE
Fecha de aprobación:	Fecha de próxima evaluación:
HISTORIAL DE REVISIONES Y REPARACIONES	
MÁQUINA / EQUIPO	CODIGO
TAREA (descripción, horas, personal, repuestos, importe, etc.)	HORA / FECHA
	INICIO:
	FINALIZACIÓN:
	INICIO:
	FINALIZACIÓN:
	INICIO:
	FINALIZACIÓN:
	INICIO:
	FINALIZACIÓN:
	INICIO:
	FINALIZACIÓN:
	INICIO:
	FINALIZACIÓN:
	INICIO:
	FINALIZACIÓN:
	INICIO:
	FINALIZACIÓN:
APROBACIÓN DEL LISTADO DE MANTENIMIENTO	
Fecha:	Firma:
ELABORADO POR	
VoBo GERENCIA	
Observaciones:	

4

4 | GESTIÓN DE SERVICIOS DE APOYO LOGÍSTICO DE UN PARQUE VIAL

Organización de los servicios de apoyo logístico. Organigrama. Roles.

A efectos de apoyar las necesidades de suministros y mantener el stock de consumibles, se requiere de un almacén de repuestos y consumibles. Es conveniente que este almacén de repuestos e insumos sea gestionado funcionalmente por la unidad operativa de mantenimiento vial y que se realicen auditorias en forma periódica.

La ventana horaria y dotación del almacén deben permitir asistir a la unidad de mantenimiento a lo largo de la jornada de servicio, se entiende que como mínimo debe existir el rol de encargado de almacén y un administrativo almacén. El encargado resolverá las reposiciones y la recepción de entrega de materiales para atender las necesidades. El administrativo colaborará con su jefe y será responsable por registro de ingresos y egresos al stock, sugiriéndose soportar dichas transacciones en un sistema de stock dedicado.

Compras y suministros. Selección y calificación de proveedores. Modalidades de contratación. Indicadores y nivel de servicio de la unidad ejecutora.

La comunidad de proveedores debe estar calificada de acuerdo a los parámetros normales de cualquier sistema logístico: precio, plazo de entrega, completitud de entrega, disponibilidad de stock. Por otra parte, si bien las compras estatales se deben guiar por el TOCAF en todos sus términos, se sugiere promover la implementación de sistemas de calificación que tengan en cuenta: precio, plazo de entrega, completitud de entrega y disponibilidad de stock.

Se debe tender a agregar valor al modelo de adquisición de maquinaria, pasando de una visión tradicional de compra de un producto a la de contratación de un servicio. Por ello, se entiende que las adquisiciones de maquinaria deberían pasar a ser un contrato de suministro de maquinaria con las garantías de respaldo técnico y disponibilidad de repuestos (fiel cumplimiento de contrato) a lo largo de un período de un ciclo de vida.

Stock de repuestos. Criterios de stock y reposición. Inventarios en consignación. Sistemas de registro de movimientos y asignación de costos. Indicadores y nivel de servicio de la unidad ejecutora.

Es práctica actual que los stocks de repuestos queden en poder de los proveedores a efectos de evitar grandes costos de capital inmovilizado y la obsolescencia de los inventarios. Los proveedores de máquinas de marcas reconocidas actualmente tienen sistemas express de envío de repuestos desde el exterior que fluctúan entre 5 y 10 días de plazo de entrega, por lo que el administrador de una flota se debe limitar hoy en día a tener un stock mínimo de:

- consumibles para mantenimiento preventivo (filtros, grasas, aceites, etc.)
- pequeños componentes para mantenimiento correctivo para bajar los tiempos de indisponibilidad de máquina frente a roturas (flexibles hidráulicos, sellos hidráulicos, electroválvulas de comando, sensores de presión y temperatura, correas, inyectores, etc.)
- elementos de desgaste (insertos de corte, guías de cuchillas, etc.)

Una práctica a considerar es generar contratos de suministros de partes con inventarios en consignación de la Administración, con negociaciones centralizadas y transversales a los GD a efectos de obtener mejores condiciones de precio y disponibilidad, evitando asimetrías locales.

El sistema de gestión de compras y stock, debe permitir que todos los costos derivados del suministro de re-

puestos e insumos en forma directa a las órdenes de trabajo de mantenimiento (por tipo: preventivo, correctivo, siniestros) o en forma indirecta a través de los almacenes intermedios, sean registrados e imputados al equipo objeto del mantenimiento, así como el costo de las horas/hombre incurridas (propias o de terceros).

Como indicadores de gestión de un sistema de stock para abastecer las necesidades de mantenimiento se proponen:

- Plazo de entrega de un suministro (promedio y distribución), mensual y acumulado período
- Porcentual de referencias con quiebre de *stock* respecto a referencias totales, mensual y período
- Porcentual de referencias completas por entrega respecto referencias solicitadas.

Gestoría. Documentación requerida de unidades y personal según normativa. Seguimiento y control de calendario de vencimientos. Indicadores y nivel de servicio de la unidad ejecutora.

La normativa vigente del MTSS (Decreto 125/2014 - Industria de la Construcción) en materia de seguridad e higiene para la operación de maquinaria vial, y aquella que rige para el transporte con vehículos pesados del MTOP (Reglamento de Circulación Vial), exigen habilitaciones y controles, tanto de operadores como equipos.

Es así que se establecen que la operación de vehículos y/o maquinaria vial de obra será efectuada únicamente por personal que cuente con el registro habilitante para conducir. A su vez, deberá estar debidamente capacitado y adiestrado en relación a las tareas específicas encomendadas y a los riesgos emergentes de las mismas. Cuando el operario deba utilizar un equipo con tecnología o funciones diferentes de las que está habituado, debe recibir el entrenamiento necesario.

Todas las máquinas y vehículos deberán llevar un registro con el mantenimiento periódico de acuerdo a las instrucciones del fabricante, así como una planilla donde se registren las inspecciones y controles que se les realicen. Los vehículos que requieran habilitación de otros organismos deberán mantener las mismas vigentes.

Los operadores de los equipos de elevación deberán poseer una formación adecuada que les permita un manejo correcto y en condiciones de seguridad. Esta formación se acreditará mediante:

- Documentación emitida por la empresa con firma de su responsable.
- Certificado de capacitación emitido por instituciones, profesionales y técnicos reconocidos o por el fabricante, con cargas horarias y contenidos definidos tomando en cuenta el manual del equipo.
- La capacitación deberá ser específica para el equipo que se esté operando.
- Cada vez que se cambie de equipo el operador de grúa recibirá la capacitación y el tiempo de entrenamiento necesario antes de operar el equipo en obra, quedando registro de tal acción.

Por lo pronto, se sugiere contar con un sistema de gestión de habilitaciones que permita:

- Control del vencimiento de la documentación de las unidades y del personal
- Administración de alarmas para el preaviso de vencimientos (SMS, envío de correos electrónicos)

Como indicadores de gestión de un sistema de gestoría se debería calcular el porcentaje de habilitaciones vencidas respecto a referencias totales, mensual y acumulado en el período.



5 | SISTEMAS DE CONTROL Y REPORTE

Las dos medidas primordiales del resultado de un programa de mantenimiento exitoso de un parque de maquinaria son la disponibilidad del parque y de cada uno de sus equipos, y la confiabilidad del parque y de cada uno de sus equipos. Estas medidas apuntan a la calidad de la gestión del mantenimiento.

Algunos indicadores útiles para medir el rendimiento del proceso de mantenimiento son:

- **Disponibilidad = (tiempo planificado - tiempo de inactividad)/tiempo planificado**
- Tiempo medio de reparación (MTTR) = suma del tiempo total de reparación/número de averías
- Tiempo medio entre fallas (MTBF) = número de horas de funcionamiento/número de averías
- **Confiabilidad = $e^{-t/MTBF}$, siendo t el tiempo ventana con que se evalúa la confiabilidad del equipo en el proyecto**
- Mejora de mantenimiento = horas totales de mantenimiento en preventivo/horas totales de trabajos de mantenimiento
- Costo de mantenimiento por hora = costo total de mantenimiento/horas totales de mantenimiento
- Uso de la mano de obra = horas hombre en mantenimiento/horas totales de RR.HH.
- Eficiencia de mano de obra = horas hombre en mantenimiento/horas totales planificadas
- Uso de material/orden de trabajo = costo total del material/número de orden de trabajo

Sistema SISCONVE. Reportes de uso vinculados al mantenimiento

El procesamiento de la información proveniente del Sistema de Control Vehicular permite alimentar los disparos de acciones de mantenimiento programado en términos de horas o kilómetros de uso si se le programa una interfase con el sistema informático de gestión de mantenimiento que se utilice. De dicha manera, se automatizan datos que, en caso contrario, surgen de los partes diarios manuales de maquinaria.

Sistema SISCONVE. Reportes de producción vinculados a la operación

El procesamiento de la información proveniente del Sistema de Control Vehicular permite generar reportes con:

- despachos de combustible en estaciones propias y sello ANCAP
- datos de viajes de vehículos o maquinaria con el sistema CONVE instalado: fechas y horas de inicio y fin del viaje, asignación de vehículo/equipo y operador, distancia u hora de uso utilizados, velocidades máximas y velocidades medias, rpm en maquinarias

- calidad de información: consultas de eventos especiales registrados para mantenimiento del sistema, congelamiento de odómetro o reloj interno, reconexiones de batería, vehículos con sistema bypassado, consulta de rendimientos por período.

Sistema SISCONVE. Reportes de performance vinculados a la productividad y utilización de insumos

Los datos de viajes asociados con el posicionamiento satelital de los equipos permiten obtener ratios de productividad de uso, discriminando las horas motor por uso, las horas motor por traslado, y las horas totales de la jornada.

6

6 | RESEÑA SOBRE COSTOS DE POSESIÓN Y DE OPERACIÓN DE UN PARQUE VIAL

El costo total de los equipos de un parque vial comprende dos componentes separadas, los costos de posesión o propiedad y los costos de operación. Los costos de posesión son los iniciales y aquellos fijos que son independientes de si el equipo está en uso o no. Los costos de operación son, por otra parte, los que se incurren cuando el equipo está en uso.

Costos de posesión.

La vida económica útil:

Es tiempo que la máquina está en condiciones de realizar un trabajo en forma eficiente, satisfactoria y oportuna sin que los costos de su posesión superen los rendimientos económicos obtenidos por la misma máquina, se estima la vida útil en horas totales y para la utilización de fórmulas respectivas debe convertirse en años. El Manual de Rendimiento Caterpillar edición 31 o el US Army Corps of Engineers EP 1110-1-8, por ejemplo, da a conocer estadísticamente referencias del período estimado de posesión de un equipo en términos de horas de vida económica para diferentes tipos uso (promedio, exigente). A partir de esta referencia y del uso promedio anual medido en horas que se le dará al equipo para el proyecto y/o tipo de empresa, se obtiene la vida económica en términos de meses o años calendario.

El valor residual al reemplazo:

Es el costo final del activo denominado como valor de recuperación o reventa que tendrá la máquina al final de su vida económica útil. Para calcular el valor residual al final de su vida útil económica, se considera un porcentaje de valor a nuevo del equipo. Este porcentaje surge de las expectativas del mercado secundario para la recompra del equipo y depende del estado, antigüedad, uso y relación oferta/demanda en ese momento para ese tipo de equipo. Asimismo, existen referencias tabuladas de dicho porcentaje de valor residual en US Army Corps of Engineers EP 1110-1-8, pero es normal que varíen entre un 5% (valor chatarra al kilo) y un 30%.

$$Vr = Va \times P\%$$

Vr = Valor residual al reemplazo.

Va = Valor de adquisición.

P% = Porcentaje del valor invertido en su adquisición.

Depreciación por hora de trabajo (Dep.):

Toda maquinaria se devalúa por deteriorarse al trabajar. La depreciación se compensa por la ganancia obtenida por la producción horaria, hasta el fin de su vida económica. Calcular este valor, permite prever la adquisición de otra maquinaria cuando esta haya alcanzado su período estimado de vida. Con la siguiente fórmula se calcula la depreciación por hora de trabajo.

$$Dep = (Va - Vr) / Ve$$

Dep = Depreciación por hora de trabajo

Va = Valor de adquisición

Vr = Valor residual al reemplazo

Ve = Vida económica útil de la maquinaria (h)

Costo de inversión media anual (C.IMA):

Es el valor promedio o la media anual del costo que tiene la maquinaria al final de cada año y durante su período estimado de vida útil, descontando la depreciación. Este costo es de mucha importancia por su gran influencia en el proceso de calcular los intereses por costo del capital, sus seguros, impuestos y almacenaje. Manuales y libros técnicos emplean varios tipos de formulación para este costo, en nuestro caso implementaremos el del Manual de Rendimiento de Caterpillar edición 31.

$$C.IMA = [Va(N+ 1) + Vr(N- 1)] / 2N$$

N = Período estimado de posesión (años)

Interés por costo del capital (ICC):

También denominado tasa de interés simple, definiéndolo como el costo que debe pagar la sociedad empresarial o propietario a cualquier entidad financiera para conseguir un crédito y así adquirir la maquinaria deseada, es el interés sobre el capital empleado que se debe contabilizar, tanto si se compró la maquinaria al contado como si se hizo a plazos. Para calcular este interés necesitaremos del costo de inversión media anual y la tasa de interés simple (%).

$$ICC = [C.IMA \times \% Ticc \times N] / Ve$$

ICC = Interés por costo del capital

C.IMA = Costo de inversión media anual

N = Período estimado de posesión (años)

Ve = Vida económica útil de la maquinaria (horas/año)

Ticc = Tasa de interés por costo del capital anual para el tipo de moneda

Costo de seguros, impuestos y almacenaje (C.SIA):

El costo de seguros es el valor a pagar anualmente por la sociedad empresarial o el propietario de la maquinaria a una entidad de seguros para salvaguardar la maquinaria contra cualquier eventualidad de riesgo. Este costo debe ser convertido a un costo por hora, a partir de la sumatoria de porcentajes por primas de seguro anual aplicada por la entidad aseguradora, costos de tasas y habilitaciones de utillaje, y costos de infraestructura para almacenaje, obteniendo un costo/hora de la sumatoria de las tasas anuales aplicadas a la inversión media anual.

$$C.SIA = [C.IMA \times \Sigma \% Tasas anuales \times N] / Ve$$

C.IMA= Costo de inversión media anual

$\Sigma \% tasas anuales$ = Prima de seguro, tasa habilitaciones y tasa almacenaje

N = Período estimado de posesión (años)

Ve = Vida económica útil de la maquinaria (horas/año)

Costo total de posesión por hora (CT.PH): Es la sumatoria de los costos de depreciación por hora de trabajo, interés, seguros, impuestos y costos de almacenaje.

$$CT.PH = Dep + ICC + SIA$$

Dep = Depreciación por hora de trabajo

ICC = Interés por costo del capital por hora de trabajo

SIA = Seguros, tasas y almacenamiento por hora de trabajo

Costos de operación

Costo del combustible (C.COH):

Este costo del consumo de combustible por hora es determinado entre la relación del precio unitario del combustible a utilizar, el factor de consumo determinado de tabla según referencias del Manual de Rendimiento Caterpillar edición 31 o el US Army Corps of Engineers EP 1110-1-8 para las condiciones de uso del proyecto (promedio, exigente), y la potencia del motor.

$$C.COH = Pu.Comb \times F.Cons \times Pot$$

Pu.Comb = Precio unitario del combustible en la moneda de trabajo

F.Cons = Factor de consumo por HP y hora, que surge de tabla de referencia.

Pot = Potencia del motor en HP

Costo total del mantenimiento preventivo por hora (CT.MPH), se compone de:

1. Costo de lubricantes, filtros y grasas (C.LFGH):

Para estos costos existen dos fuentes posibles de cálculo.

Directo. Utilizar el manual del fabricante, Guía de Mantenimiento y Operación de cada equipo, con su plan de mantenimiento: especificaciones, cantidades y frecuencia de cambios y/o reposiciones de lubricantes, filtros y las conexiones de engrase. Presupuestamos cada ítem y multiplicamos por los factores de consumo establecidos, y luego dividimos entre las horas del ciclo de mantenimiento considerado

$$C.LFGH = [\Sigma LyG + \Sigma Fil] / Vc$$

ΣLyG = sumatoria del gasto en lubricantes y grasas para el período de mantenimiento considerado

ΣFil = sumatoria del gasto en filtros para el período de mantenimiento considerado

Vc = período de mantenimiento considerado en horas donde se reinicia el ciclo de tareas de mantenimiento de frecuencia mayor

Indirecto. Surge de la utilización de tablas estadísticas de referencia del Manual de Rendimiento Caterpillar edición 31 o el US Army Corps of Engineers EP 1110-1-8. Por ejemplo, en este último caso se tabula el factor FOG (filter, oil and grease) que es un porcentaje para cada marca/modelo de máquina, que se aplica sobre el costo del combustible según la condición de uso (promedio, exigente)

$$C.LFGH = FOG \times CC Comb$$

FOG = factor de consumo de lubricante, filtros y grasas. Este factor toma en cuenta los costos de la mano de obra del servicio de lubricación

CC Comb = costo del consumo de combustible por hora

2. Costo de mano de obra (C.MOH):

Para conocer el costo por mano de obra se deben conocer los tiempos que conllevan los cambios de aceite, filtros y engrasado, tiempos obtenidos por experiencia propia. Estos tiempos se multiplican por la cantidad de cambios de aceite, filtros y engrasados que se realizan en el ciclo mayor de mantenimiento (Vc), y se dividen

por las horas de ese ciclo Vc. Como regla básica para el costo de mano de obra se considera un mínimo de un equipo de un oficial mecánico y un ayudante.

El costo total del mantenimiento preventivo por hora (CT.MPH) en el ciclo Vc, será entonces:

$$CT.MPH = C.LFGH + C.MOH$$

Costos neumáticos (C.NH): La vida útil del neumático se basa en el estudio del cliente sobre el costo de un neumático y su vida útil, para lo cual se requiere el registro del tipo de neumático, la posición, el costo inicial y la vida en horas hasta su recambio.

$$C.NH = \text{Precio neumático} / \text{Vida útil}$$

Costo de reparaciones mecánicas (C.RPH):

El costo obtenido por reparaciones mecánicas en el perfeccionamiento de las tecnologías de los mantenimientos técnicos y reparaciones de las máquinas, algunos contratistas lo expresan como un porcentaje del precio de compra de las máquinas dividido por el número de horas trabajadas en el año, es lo estimado a recaudar por hora de operación para futuras reparaciones de la parte del motor o cualquier otro tipo de reparaciones. La metodología del cálculo del factor a aplicar se efectúa siguiendo los lineamientos del Manual Caterpillar Edición N.º 33 o el US Army Corps of Engineers EP 1110-1-8.

Este último cuenta ya en tablas de fuentes estadísticas el factor de reparación (RCF) por cada tipo de equipo en su condición de uso (promedio o exigente), el que incluye en un solo factor reparaciones de equipos, revisiones importantes (overhauls), y elementos de desgaste del tren de rodaje, y las herramientas de corte y desgaste.

EQUIPMENT HOURLY CALCULATION FACTORS

CATEGORY	SUB	DESCRIPTION	EK	C	DC	LIFE	SLV	HPF	EQUIPMENT FUEL FACTORS			HPF	CARRIER FUEL FACTORS			FOG FACTORS			TIRE WEAR FACTORS			RCF
									E	G	D		E	G	D	E	G	D	FT	DT	TT	
G15	0.00	GRADERS, MOTOR	35	S	B	13,500	0.25	78	.780	.070	.037	0	.000	.000	.000	.000	.085	.144	.027	.016	.030	.85
H10	0.00	HAMMERS, HYDRAULIC (Demolition tool) (Add cost for point wear)	95	A	B	6,000	0.20	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.000	.136	.136	0.00	0.00	0.00	1.00
H13	0.00	HAZARDOUS/TOXIC WASTE EQUIPMENT	1																			
H13	0.11	COMPACTORS (Compression force) 0 THRU 50 TONS	95	A	B	10,000	0.15	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.530	.102	.102	1.08	.86	1.20	.80
H13	0.12	COMPACTORS (Compression force) OVER 50 TONS	95	A	B	12,000	0.20	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.530	.102	.102	1.08	.86	1.20	.90
H13	0.21	FILTER PRESSES, STATIONARY	95	A	B	10,000	0.20	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.530	.102	.102	0.00	0.00	0.00	.90
H13	0.22	FILTER PRESSES, MOBILE	95	A	B	10,000	0.15	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.530	.102	.102	.66	.59	.73	.80
H13	0.30	CENTRIFUGES	95	A	B	4,000	0.20	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.530	.000	.000	0.00	0.00	0.00	.70
H13	0.40	SHREDDERS	95	A	B	10,000	0.15	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.477	.136	.119	1.08	.86	1.20	.90
H13	0.51	SOIL TREATMENT PLANT, MOBILE	95	A	B	10,000	0.15	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.477	.136	.119	.77	.69	.86	1.00
H13	0.61	SLUDGE PROCESSING EQUIP, SLUDGE DISPENSERS	95	A	B	10,000	0.15	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.477	.136	.119	0.00	0.00	0.00	1.00
H13	0.71	WASTE HANDLING EQUIPMENT, DRUM HANDLING	95	A	B	4,000	0.15	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.477	.136	.119	0.00	0.00	0.00	1.00
H15	0.00	HEATERS, SPACE	1																			
H20	0.00	HOISTS & AIR WINCHES	95	A	B	9,000	0.20	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.000	.102	.102	0.00	0.00	0.00	.80
H25	0.00	HYDRAULIC EXCAVATORS, CRAWLER MOUNTED	1																			
H25	0.10	0 LBS THRU 12,500 LBS (COMPACT EXCAVATORS)	65	A	B	8,000	0.25	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.000	.149	.149	0.00	0.00	0.00	.70
H25	0.10	0 LBS THRU 12,500 LBS (COMPACT EXCAVATORS)	65	S	B	7,000	0.25	65	.650	.077	.041	0	.000	.000	.000	.000	.149	.149	0.00	0.00	0.00	.80
H25	0.11	OVER 12,500 LBS THRU 40,000 LBS	65	A	B	8,500	0.25	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.000	.149	.149	0.00	0.00	0.00	.70
H25	0.11	OVER 12,500 LBS THRU 40,000 LBS	65	S	B	7,000	0.25	65	.650	.077	.041	0	.000	.000	.000	.000	.149	.149	0.00	0.00	0.00	.85
H25	0.12	OVER 40,000 LBS THRU 100,000 LBS	65	A	B	12,000	0.25	65	.650	.059	.031	0	.000	.000	.000	.000	.149	.149	0.00	0.00	0.00	.80

EK=Economic Key (Appendix E)

C=Operating Conditions (A=average, S=severe)

DC=Discount Code (B=basic 7.5%, S=special 15%)

RCF=Repair Cost Factor

LIFE=Economic Life

SLV=Salvage Value

HPF=Horsepower Factor

7

E=Electric Powered

G=Gas Powered

D=Diesel Powered

FT=Front Tire

DT=Drive Tire

TT=Trailing Tire



(EK) - Clave de región económica

(C) - Condición de operación del equipo (A promedio, S severa)

(DC) - Tasa de costo de capital

(LIFE) - Vida económica

(SLV) - Valor residual

(HPF) - Potencia del equipo

(Equipment Fuel Factors) - Factores de consumo del equipo principal según tipo de combustible (E eléctrico, G gas, D diésel)

(Carrier Fuel Factors) - Factores de consumo del equipo auxiliar según tipo de combustible (E eléctrico, G gas, D diésel)

(FOG) - Filtros, aceite y grasas según tipo de combustible (E eléctrico, G gas, D diésel)

(Tire Wear Factor) - Factores de desgaste de cubierta por posición (FT eje delantero, DT eje de tracción, TT eje de arrastre)

(RCF) - Factor de reparaciones correctivas

Por lo tanto, el costo de reparaciones por hora será:

$$\mathbf{C.RPH = Va \times RCF/Ve}$$

Va, valor de adquisición

RCF, factor de reparaciones a lo largo vida útil

Ve, vida útil económica del equipo

Para conocer el costo de operación por hora sin maquinista, realizamos la sumatoria de los subtotales de costo combustible por hora, costo de mantenimiento por hora, costo de neumáticos por hora y costos de reparaciones por hora, es decir:

$$\mathbf{C.OPH.S/M = C.COH + CT.MPH + C.NH + C.RPH}$$

Para llegar al **costo completo de operación por hora**, se deben agregar dos conceptos:

- El costo hora del maquinista según su categoría, incluyendo leyes y beneficios, **C.MDOH**
- Los gastos indirectos de administración e infraestructura para operar el sector. Esta tasa que se aplica al costo de operación con maquinista, puede variar entre un 5 y un 15%, dependiendo del tipo de estructura organizativa, **C.ADMH**

En suma, el **costo completo de operación por hora** será:

$$\mathbf{C.OPH = C.COH + CT.MPH + C.NH + C.RPH + C.MDOH + C.ADMH}$$

ANEXOS

ANEXO I | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Construction Equipment Management for Engineers, Estimators, And Owners. Douglas D. Gransberg - Calin M. Popescu - Richard C. Ryan.

Construction Equipment, Ownership and Operating, Expense Schedule. US Army Corps of Engineers EP 1110-1-8.

Sistema de Gestión de Flota Vehicular, URUMAN 2005, Montevideo – Uruguay. Gerardo Gabriel Silva Bautista, Juan Enrique Lorenz Vila, Ricardo Mario Marrero Castelli.

TxDOT Equipment Replacement Model TERM ftp://ftp.dot.state.tx.us/pub/txdot-info/library/pubs/bus/maintenance/term_summary_and_model.pdf

ANEXO II | REQUERIMIENTOS BÁSICOS PARA UN SISTEMA DE GESTIÓN

1. Sistema de identificación de activos físicos
2. Sistema de registro altas, bajas y movimientos de activos físicos
3. Sistema de localización y utilización de equipos
4. Sistema de gestión de mantenimiento:
 - a. Listado de equipos bajo mantenimiento
 - b. Plan de mantenimiento de equipos según especificaciones del fabricante y buena practicas
 - i. Qué se hace (tarea)
 - ii. Cada cuánto (frecuencia)
 - iii. Cómo se hace (procedimiento paso a paso)
 - iv. Qué precauciones (instrucciones de seguridad)
 - v. Con qué se hace (lista de insumos y repuestos)
 - c. Histórico de tareas y costos
5. Sistema de abastecimiento y stock de repuestos
6. Indicadores de la gestión de flota

ANEXO III | ENCUESTAS DE SERVICIO A LAS DIRECCIONES DE VIALIDAD DEPARTAMENTALES

MODELO DE LA ENCUESTA

OPP - CAMINERÍA RURAL

Encuesta de Servicio

OBJETIVO

Determinar nivel de conocimiento de las Unidades de Obras Viales de las Intendencias respecto a sus contrapartes de Mantenimiento de equipos viales y el nivel de servicio prestado

DESARROLLO

1. Existen unidades/sectores específicos de Mantenimiento dentro de la Intendencia para realizar el servicio de reparaciones y mantenimiento de los equipos viales. ¿Cuáles?

Haga clic aquí para escribir texto.

2. Las unidades/sectores específicos de Mantenimiento dentro de la Intendencia para realizar el servicio de reparaciones y mantenimiento de los equipos viales están centralizados en la capital departamental o están descentralizados en varios municipios. ¿Dónde?

Haga clic aquí para escribir texto.

3. Utiliza los servicios de las unidades/sectores específicos de Mantenimiento dentro de la Intendencia para realizar el servicio de reparaciones y mantenimiento de los equipos viales, o los realiza Ud. mismo en su unidad operativo. Explique.

4. En caso de Ud. realizar el mantenimiento, que criterios toma a la hora de comprar repuestos y consumibles en términos de:

- a. Definición de especificaciones para el requerimiento
- b. Selección de los proveedores
- c. Comparativa de los precios
- d. Adopción de plazos y medios de entrega

Haga clic aquí para escribir texto.

5. En caso de Ud. mantener un stock de repuestos, que criterios toma a la hora de gestionar el mismo:

- a. Tipo de registro de inventario (manual, informatizado)
- b. Método de almacenaje y ubicación (infraestructura, trazabilidad para asignar repuestos a ubicaciones, consideraciones de rotación FIFO/LIFO)

- c. Cuenta con un sistema de reposición (por *stock* mínimo y punto de pedido, por tarjetas kanban, otros)
- d. Método de entradas y salidas del stock.
- e. Auditoría (conteos periódicos, análisis de faltantes, deterioro, caducidad y obsolescencia)

Haga clic aquí para escribir texto.

6. Le es fácil comunicarse con las contrapartes de unidades/sectores específicos de Mantenimiento dentro de la Intendencia para realizar el servicio de reparaciones y mantenimiento de los equipos viales. ¿Quiénes son?

Haga clic aquí para escribir texto.

7. Cómo se comunica con esa unidad/sector específico de Mantenimiento dentro de la Intendencia:

- a. a un teléfono fijo
- b. a un celular
- c. a un correo electrónico corporativo
- d. a un correo electrónico personal
- e. otro (explique)

Haga clic aquí para escribir texto.

8. A su criterio, qué 5 aspectos principales valoraría del servicio de una unidad de Mantenimiento de Equipos Viales, para dar soporte a su unidad de Obras Viales.

Haga clic aquí para escribir texto.

COMENTARIOS ADICIONALES

Haga clic aquí para escribir texto.

ANÁLISIS DE ENCUESTA DE SERVICIOS

Introducción

El objetivo de la encuesta era determinar el nivel de conocimiento de las unidades de Obras Viales de las intendencias respecto a sus contrapartes de mantenimiento de equipos viales y el nivel de servicio prestado.

Nivel de respuesta

La encuesta fue diseñada con alcance nacional, fue enviada con fecha 23/11/2018 por el responsable del Programa de Caminería Rural (Dirección de Descentralización de la Inversión Pública), destinada a las 19 intendencias.

La participación fue menor, con solo un 16% de devoluciones completas en primera instancia, aumentando al 21% en la segunda convocatoria.

Las encuestas recibidas completas solo fueron las de las comunas de Maldonado, Montevideo, Rivera y Treinta y Tres.

Hallazgos relevantes

Las encuestas tuvieron un común denominador que son las dificultades en la gestión de los repuestos por la baja estandarización del parque vial y la escasez de una oferta en el mercado que permita la competencia en términos de nivel servicios, plazos de entrega y economía de las ofertas.

La dispersión de los mecanismos de comunicación formales e informales es también una tónica en la gestión del servicio de mantenimiento, lo que no permite enrutar unívocamente las solicitudes de reparación.

Se compiló la información a efectos de analizar la frecuencia de los aspectos que más se valoran de un prestador de servicio de mantenimiento:

1. **Rapidez en la primera respuesta y diagnóstico**, fue lo más valorado por los clientes viales para los servicios de mantenimiento.
2. **La calidad y la confiabilidad de las reparaciones**, son lo que se plantea como un agregado importante valor en segunda instancia.
3. **Contar con un abanico de opciones de reparación**, aparece en tercer lugar. Esto se explica con alternativas desde reparaciones provisionales para seguir produciendo y salir de una coyuntura, e ir variando el alcance y profundidad de las mismas manejando temas de plazos, calidad y economía.
4. **Celeridad en conseguir repuestos**, que incide directamente en el numeral 1 de la presente priorización.
5. **Agilidad por centralización en un mismo lugar**, se evita así dislocar en diferentes servicios las reparaciones según la especialidad.
6. **Capacitación del personal**, es un debe en los servicios de mantenimiento de equipos viales donde la hidráulica y la electrónica han llegado, y en esta última se requiere entrenamiento de los paso a paso de búsqueda de fallas de la maquinaria actual (troubleshooting).
7. **Adquisición de herramientas y equipos para diagnóstico**, esto es complementario a la capa-

citación y mandatorio atento a que la maquinaria vial actual requiere de escáneres para su diagnóstico.

8. **Informatización de talleres.** Si bien este punto queda relegado en la mención desde el punto de vista del cliente, desde el punto de vista de la gestión del mantenimiento es el primero a tener en cuenta en la organización del servicio.
9. **Costo de la reparación.** Este punto es de baja importancia para el cliente de producción vial, no así para los departamentos de Hacienda o quienes elaboran el presupuesto anual de reparaciones.



Dirección de Descentralización e Inversión Pública
Oficina de Planeamiento y Presupuesto

Torre Ejecutiva Sur, piso 7 | Liniers 1324, Montevideo - Uruguay
Tel.: (+598 2) 150 | www.opp.gub.uy