

Mike **VORSTER**

# ECONOMÍA

---

DE EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN

Cómo mejorar la gestión de tu maquinaria,  
para sacar el máximo provecho a tu inversión.

edición — en español

©Copyright 2021 Michael Vorster. Impreso y encuadernado en México. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este libro puede reproducirse ni transmitirse de ninguna forma ni por ningún medio, electrónico o mecánico, incluidas fotocopias, grabaciones o mediante un sistema de recuperación de almacenamiento de información – con la excepción de un revisor que pueda citar breves pasajes de una revisión para su publicación en un periódico o revista sin previa autorización escrita del editor.

Para obtener información, comuníquese con Pen Publications, 416 Lee Street, Blacksburg, VA, 24060.

**Artículos seleccionados publicados originalmente en la revista *Construction Equipment*,**  
Copyright © 2003 – 2009, Reed Business Information, una división de Reed Elsevier Inc.  
Copyright © 2010 – 2021, Scranton Gillette. Adaptado y reimpresso con permiso.

Este libro incluye información de muchas fuentes y recopilada de muchas experiencias personales. Se publica como referencia general y no pretende sustituir la verificación independiente por parte de los lectores cuando sea necesario y apropiado. El libro se vende en el entendido de que ni el autor ni el editor se dedican a brindar asesoramiento legal, psicológico o contable. La editorial y el autor renuncian a cualquier responsabilidad personal, directa o indirecta, por los consejos o la información presentada en él. Aunque el autor y la editorial han preparado este manuscrito con sumo cuidado y diligencia y han hecho todos los esfuerzos posibles para garantizar la exactitud e integridad de la información contenida en él, no asumimos ninguna responsabilidad por errores, inexactitudes, omisiones o inconsistencias.

#### **Catalogación de la editorial en publicación**

Vorster, Michael.

#### **Economía de equipos de construcción V2 Michael Vorster**

1ª edición en español  
Pen Publications 2021

**Número de control de la Biblioteca del Congreso: 2021908148**

**Primera edición en español, junio de 2025**

#### **Traducción:**

Enrique Jiménez Orozco

#### **Diseño editorial**

Maximiliano Rosete

#### **Maquetación**

Marian López  
Isabel Orozco

#### **Cuidado de la edición**

Milian und Kunst Editores SA de CV

Impreso y hecho en México / *Printed and Made in Mexico*



Preview — Not for redistribution



## Dedicatorias

**Para TGV**, quien inculcó en su organización un respeto excepcional por las herramientas de nuestro oficio y, por tanto, proporcionó la inspiración. Estos son sus pensamientos y creencias expresados en palabras elegantes.





**A Mike, por tu amistad,** generosidad y entusiasmo por compartir tu conocimiento con el universo de la construcción, un entorno donde a menudo parece prevalecer lo improvisado. Este libro destaca como un modelo de rigor y precisión. Es la guía que tantos hemos buscado sin saber siquiera que existía. Ha sido un honor participar en esta versión de tu libro en español.



**A mi papá,** Enrique Jiménez Berumen, quien desde chico me mostró el camino hacia lo que hoy es mi vocación. Gracias por haber despertado en mí la curiosidad y la pasión por este mundo. Fuiste tú quien puso este libro en mis manos, llamándolo “la Biblia de la maquinaria”, y tenías razón.







# Índice

AGRADECIMIENTOS	23
PRÓLOGO	25
CÓMO USAR ESTE LIBRO	27
UNA ESTRUCTURA	29
INDICADORES PRINCIPALES	33

## PARTE I. CONSTRUYA SU ORGANIZACIÓN

### Capítulo 1. Funciones y estructura 35

#### Sección 1-1. Funciones de Gestión de equipos 38

Las seis funciones que Gestión de Equipos debe realizar de manera competente para poder realizar el trabajo.

#### Sección 1-2. Los pros y los contras de la centralización 42

Las condiciones bajo las cuales es ventajoso crear un grupo de Gestión de Equipos centralizado que sirva a la empresa en su conjunto.

#### Sección 1-3. El caso de una flota regionalizada 45

La organización necesitaba gestionar la flota a nivel regional y no perder las ventajas de la centralización.

#### Sección 1-4. El caso de una empresa de capital 48

Las ventajas de establecer una empresa de capital separada para centralizar todos los aspectos financieros y de gestión de capital de propiedad de la flota.

### Capítulo 2. El éxito se construye en equipo 53

#### Sección 2-1. Integración de equipos 55

Los seis factores que ayudan a definir la Gestión de Equipos y el grado de integración en la empresa.

#### Sección 2-2. Cómo hacer que los costos horario internos funcionen 58

Seis pasos que se deben dar para que los costos horario internos funcionen y garanticen que haya un enfoque en la empresa en su conjunto.

<b>Sección 2-3. Reducción de conflictos</b>	60
Cinco pasos que reducen los conflictos y facilitan un mejor entendimiento entre Construcción y Gestión de Equipo.	
<b>Sección 2-4. Realmente es una asociación</b>	63
Pasos de acción para minimizar el problema de “nosotros y ellos” Gestión de Equipos y Operaciones.	
<b>Sección 2-5. Es más que equipo</b>	66
La visión de un jefe ejecutivo sobre el papel desempeñado por la Gestión de Equipos. ¿Cómo contribuye esto al éxito?	

## PARTE II. CONOZCA SUS COSTOS

### Capítulo 3. Costos de propiedad y operación 73

<b>Sección 3-1. El flujo de costos y cargos</b>	75
Siga el dinero. Cómo los distintos costos y cargos relacionados con los equipos fluyen a través de la organización.	
<b>Sección 3-2. Utilice las diferencias</b>	78
Cómo puede utilizarse la diferencia entre costo de propiedad y operativo para centrar las competencias necesarias y mejorar la administración tanto de los costos como de la edad.	

### Capítulo 4. Conocer y comprender los costos de propiedad 83

<b>Sección 4-1. Los costos</b>	85
Los riesgos e incertidumbres asociados con la estimación de los costos legales y el costo del derecho de uso de los contratos de arrendamiento y renta.	
<b>Sección 4-2. Desmitificando la depreciación</b>	86
Una revisión exhaustiva de la depreciación contable, fiscal y de mercado, qué significa y cómo calcular tanto la depreciación como la ganancia en venta.	
<b>Sección 4-3. Intereses sobre el capital</b>	93
Un análisis de este complejo tema con recomendaciones sobre cómo realizar el cálculo si se considera que forma parte del cálculo del costo de propiedad.	

<b>Sección 4-4. Valor de rescate</b>	96
Una revisión del impacto del valor de rescate y de una metodología que utiliza los datos disponibles para estimar los valores residuales.	
<b>Sección 4-5. Cuenta de capital</b>	100
Una visión de alto nivel de la cuenta de capital y cómo se gestiona como una empresa conjunta cooperativa entre la Gestión de Equipos y el director financiero.	
<b>Capítulo 5. Comprender y estimar los costos operativos</b>	103
<b>Sección 5-1. Las categorías relativamente constantes</b>	106
Una tabulación de las categorías de costos operativos relativamente constantes y descripción general de una metodología para estimarlas en función del costo de una acción y el intervalo entre acciones.	
<b>Sección 5-2. Refacciones y mano de obra</b>	108
Una revisión exhaustiva de la metodología basada en líneas de tendencia que utiliza datos fácilmente disponibles para estimar el costo de las partes de reparación y la mano de obra.	
<b>Sección 5-3. Trabajar a partir de principios fundamentales</b>	113
Una metodología para estimar el costo de repuestos y mano de obra basada en los primeros principios y el conocimiento del costo y la vida útil de los componentes.	
<b>Sección 5-4. Costos capitalizados</b>	116
Un análisis claro del hecho de que los cálculos de los costos operativos deben tener en cuenta todos los costos operativos, ya sean contabilizados o capitalizados.	
<b>Sección 5-5. Costos indirectos</b>	119
Un análisis de tres tipos distintos de costos indirectos y la forma más adecuada en que pueden atribuirse a actividades generadoras de ingresos.	
<b>Capítulo 6. El cálculo de costos horario</b>	125
<b>Sección 6-1. Un formato para el cálculo de costos horario</b>	126
Una presentación detallada de un formato simple y directo que se puede utilizar para calcular un costo horario de recuperación de costos.	

**Sección 6-2. Análisis de sensibilidad** 132  
Un análisis del impacto del riesgo y la incertidumbre en las estimaciones utilizadas en el cálculo del costo horario.

**Sección 6-3. Calibración del cálculo del costo horario** 134  
Cómo se pueden utilizar fuentes adicionales de información y experiencia interna para calibrar los costos horario existentes.

**Capítulo 7. Elaborar un presupuesto y gestionar los costos** 139

**Sección 7-1. Terminología** 142  
La elaboración de presupuestos y el control de costos se encuentran en la intersección de muchos mundos. Definir y utilizar la terminología correcta es de vital importancia.

**Sección 7-2. Nivel de detalle** 143  
El nivel de detalle utilizado en un proceso presupuestario define las metodologías que se utilizarán, así como la información procesable producida.

**Sección 7-3. Asignación de presupuestos** 147  
Fijar el presupuesto es el primer paso. Es complejo porque debe estar vinculado a los planes estratégicos de la empresa y al trabajo pendiente, así como a los costos horario y la utilización.

**Sección 7-4. El informe de costos de equipos** 152  
Los informes de costos deben proporcionar la información indispensable para analizar el desempeño y tomar las medidas necesarias con respecto a los costos de propiedad y operación.

**Sección 7-5. Costos fijos y variables** 157  
El uso de una gráfica de equilibrio clásica para mostrar cómo reducir los costos fijos pueden reducir los riesgos asociados con el clima, la recesión económica y otros factores.

**Sección 7-6. Reasignación de variaciones presupuestarias** 160  
Existen variaciones entre el presupuesto y lo real. ¿Cuáles son los impactos de estas variaciones y cómo se reasignan?

## PARTE III. GESTIONAR LA EDAD PROMEDIO DE LA FLOTA

### Capítulo 8. El periodo óptimo de propiedad 167

#### Sección 8-1. El clásico cálculo del periodo óptimo de propiedad 170

Un ejemplo del cálculo clásico del periodo óptimo de propiedad utilizando el Valor de rescate cuantitativo y las herramientas de estimación de costos laborales y repuestos desarrolladas en las secciones 4-4 y 5-2.

#### Sección 8-2. El modelo de costo total 173

Una alternativa viable, pero no bien comprendida a la clásica curva de costo mínimo por hora, valiosa para analizar la decisión de reconstruir y reemplazar.

#### Sección 8-3. Zonas de edad de las máquinas 175

La definición de zonas de edad de las máquinas como una alternativa práctica a los cálculos dados en las secciones 8-1 y 8-2 y el uso de zonas de edad para asignar las herramientas y técnicas utilizadas en la planeación de la edad de la flota.

#### Sección 8-4. Un cálculo óptimo del costo horario basado en el periodo de propiedad 179

Una revisión del cálculo del costo horario que se muestra en la Figura 6.2 para determinar el periodo de propiedad óptimo y el costo mínimo.

### Capítulo 9. Gestión de la edad de la flota 185

#### Sección 9-1. Balance de edad de la flota 187

Una discusión sobre los factores intangibles involucrados en la gestión de la edad de la flota y sobre los pros y contras de tener una flota más joven o vieja que el promedio.

#### Sección 9-2. Planeación del reemplazo basada en la edad 190

Los conceptos de periodo de propiedad óptimo y zonas de edad de la máquina se utilizan para desarrollar una gráfica simple de alto impacto, que forma la base para el proceso de planeación de edad de la flota.

#### Sección 9-3. Otros factores en la planeación del reemplazo 193

Un proceso para incluir edad, costo, confiabilidad y utilización en la metodología de clasificación utilizada para identificar unidades candidatas a reemplazo.

**Sección 9-4. Caso práctico #9.1. Desarrollo del plan de reemplazo** 195

Un caso práctico que muestra cómo calcular un periodo de propiedad óptimo y desarrollar un plan de reemplazo para una flota de camiones de carga.

**Sección 9-5. Caso práctico #9.2. Gestión del periodo óptimo de propiedad** 198

Un caso práctico que muestra cómo utilizar datos actuales para estimar un periodo de propiedad óptimo y garantizar que el dinero bueno no se desperdicie.

**Capítulo 10. La decisión de reparar, reconstruir y reemplazar** 205

**Sección 10-1. Reparaciones y reservas de reparación** 207

Una descripción de un concepto importante que proporciona información sobre el ciclo de vida de la máquina, que normalmente no está disponible en los reportes de costos periódicos.

**Sección 10-2. Análisis del retador-defensor** 209

Los verdaderos reemplazos comparables ocurren raramente. Esta sección presenta un método que se puede utilizar cuando la nueva máquina (el retador) difiere de la antigua máquina (el defensor)

**Sección 10-3. La decisión de reconstrucción** 212

Una revisión de una decisión extremadamente compleja donde se debe poner el énfasis en la calidad inherente de la máquina y los costos futuros.

**Sección 10-4. Peligros de retrasar** 216

Quizás sea posible retrasar el reemplazo, pero no puede negarse: ¿cuáles son las implicaciones?

**Capítulo 11. Presupuestos de CAPEX, compra, préstamo, arrendamiento o renta** 221

**Sección 11-1. Estructuración de la lista de requisitos** 223

Una descripción de las cuatro secciones principales de la lista y los pasos necesarios para cuantificar y justificar las solicitudes de presupuesto en cada sección.

<b>Sección 11-2. Estrategia de financiamiento: compra, préstamo, arrendamiento o renta</b>	
Una discusión de seis estrategias que están disponibles para incorporar máquinas a la flota y mantenerlas como activos capitalizados o como unidades que funcionan bajo acuerdos de derecho de uso.	225
<b>Sección 11-3. Integración de equipos de renta</b>	
Una estrategia para garantizar que el equipo de renta se integre en el proceso de gestión de la flota y que se considere una forma rutinaria y valorada de aumentar los recursos de la flota.	232
<b>Sección 11-4. El CAPEX crea un compromiso</b>	
Una forma de estimar el flujo de cargos de depreciación futuros que surgen de un presupuesto de CAPEX determinado y garantizar que los volúmenes de trabajo futuros sean suficientes para cumplir con este compromiso.	235
<b>Sección 11-5. Piense como un inversionista</b>	
Cinco factores que ayudan a convencer a los inversionistas de que el capital invertido en la flota supone un uso sabio y prudente de un recurso escaso.	237
<b>Sección 11-6. La rentabilidad es sólo una parte de la historia</b>	
Un proceso basado en el modelo clásico de DuPont que se puede utilizar para medir el retorno de la inversión en función del uso rentable y eficiente del capital.	240

## PARTE IV. GARANTIZAR SU UTILIZACIÓN

### Capítulo 12. Medición de la utilización

<b>Sección 12-1. Uso de datos de sensores</b>	245
Se pueden utilizar algoritmos cuidadosamente diseñados para interpretar a bordo los datos del sensor y determinar así el estado del sensor de una máquina. Una discusión sobre la diferencia entre el estado del sensor y el verdadero estado operativo de una máquina.	247
<b>Sección 12-2. Asignación y disponibilidad</b>	
La asignación y la disponibilidad son dos métricas clave en el rendimiento de una flota. Una revisión de las complejidades y controversias asociadas con la medición del tiempo muerto en el turno según sea necesario en el cálculo de la disponibilidad.	250

<b>Sección 12-3. Medición de horas trabajadas y utilización</b>	253
La utilización tiene un impacto muy significativo en la economía de propiedad del equipo. Las complejidades de registrar las horas trabajadas según lo requerido en el cálculo de utilización y muchas otras métricas operativas.	

<b>Sección 12-4. Otras métricas operativas</b>	255
Una revisión de las métricas operativas que se pueden utilizar para medir (i) qué tan duro está trabajando la flota, (ii) el costo y la cantidad de recursos utilizados en la función de reparación y mantenimiento y (iii) la efectividad de la función de reparación y mantenimiento.	

<b>Capítulo 13. El impacto de la utilización en los costos</b>	259
--	-----

<b>Sección 13-1. Utilización y costo horario</b>	261
Una discusión sobre el impacto de la utilización en el cálculo de la tasa y un argumento a favor de la noción de que el costo estimado de una máquina debe darse en dos partes: la primera para tener en cuenta los costos fijos de propiedad y la segunda los de operación por hora.	

<b>Sección 13-2. Costos horarios duales y cargos por trabajo</b>	264
Una revisión de las ventajas y desventajas de diversos mecanismos utilizados para cobrar los trabajos por los equipos que utilizan. Descripción de un mecanismo de costo horario dual que coloca el riesgo de recuperación de costos fijos donde se puede gestionar mejor.	

## **PARTE V. MANTENER LA CONFIABILIDAD**

<b>Capítulo 14. Cuestiones estratégicas de mantenimiento</b>	273
--	-----

<b>Sección 14-1. Mantenimiento, reparación y reconstrucción</b>	275
Esta sección define el mantenimiento y la reparación como un espectro de acciones que se pueden tomar para prevenir fallas y extender la vida útil, y enumera lo que se debe hacer para mejorar el desempeño en cada área.	

<b>Sección 14-2. Inspección y prevención</b>	279
La inspección y la prevención forman la base de todo programa de mantenimiento eficaz. Se utiliza una matriz de 2x2 para mostrar cómo la inspección puede identificar signos de desgaste y fallas inminentes y reducir fallas no planeadas.	
<b>Sección 14-3. Códigos de órdenes de trabajo en la gestión de mantenimiento</b>	282
Esta sección presenta un proceso de cuatro pasos necesarios para diseñar y desarrollar un sistema de clasificación de órdenes de trabajo que produzca la información necesaria para mejorar la planeación del mantenimiento, la gestión del mantenimiento y el análisis técnico.	
<b>Capítulo 15. Confiabilidad</b>	289
<b>Sección 15-1. Disponibilidad y confiabilidad</b>	291
La disponibilidad mide la eficiencia del equipo de mantenimiento al tomar medidas y reducir la duración del tiempo muerto del turno. La confiabilidad mide la efectividad de la empresa de mantenimiento para reducir el número de eventos de paro a un mínimo absoluto.	
<b>Sección 15-2. Datos de confiabilidad</b>	293
Un Paro de Emergencia Reportado (PER) es una ocurrencia discreta, ya sea que haya ocurrido o no. Los campos y códigos de tipo de trabajo de la orden de trabajo se pueden configurar para registrar el número de eventos de paro.	
<b>Sección 15-3. Presentación de métricas de confiabilidad</b>	294
Los eventos de Paro de Emergencia Reportados son, o deberían ser, eventos raros. Calcular y presentar el intervalo entre estos eventos o la frecuencia de estos requiere una reflexión cuidadosa.	
<b>Sección 15-4. Edad, costo y confiabilidad</b>	297
La sección presenta una gráfica novedosa para mostrar la relación entre costo y confiabilidad e identificar el punto en el que se pierde el equilibrio entre edad, costo y confiabilidad.	

## PARTE VI. SER PROACTIVO

### Capítulo 16. Implementación

#### Sección 16-1. Métricas financieras y operativas

Las métricas financieras miden el resultado final y mantienen los libros de contabilidad “en orden”. Las métricas operativas miden el desempeño en las operaciones diarias y guían el proceso de toma de decisiones.

305

306

#### Sección 16-2. Análisis de costos reactivos

Implementación de la forma tradicional. Se establecen presupuestos, se miden los datos reales y se utilizan las variaciones para señalar la necesidad de tomar acciones correctivas. La premisa básica es que el conocimiento sobre los costos actuales se puede utilizar para comprender el presente e iniciar las acciones necesarias para mejorar el futuro.

308

#### Sección 16-3. Sea proactivo: ataque las causas de los costos

Implementación proactiva. La premisa básica es que los costos se definen por el desempeño y que pueden gestionarse centrándose en un número relativamente pequeño de indicadores principales. La implementación proactiva mira hacia el futuro y enfatiza el hecho de que ya no se pueden controlar los costos una vez que se gasta el dinero.

311

#### APÉNDICE 1

Un procedimiento gráfico para estimar el valor de rescate.

317

#### APÉNDICE 2

Un procedimiento gráfico para estimar los costos de refacciones y mano de obra.

321





## Agradecimientos

Este libro ha sido posible, en primera instancia, gracias a la inquietud e inspiración de Enrique Jiménez Berumen. Él adquirió un ejemplar de la primera edición de *Construction Equipment Economics* en 2011 y percibió la necesidad de aplicar ese conocimiento en su empresa —hoy Grupo JIBE—, fundada por su padre, Don Diego Jiménez García, donde creció, aprendió y heredó la vocación por la maquinaria. Sus ideas y su comprensión del tema proporcionaron el empuje necesario para empezar a asignarlas.

Factor fundamental en esta historia ha sido el entusiasmo, la visión y el extraordinario trabajo realizado por Enrique Jiménez Orozco, miembro de la tercera generación de la empresa familiar. Él reconoció el valor del libro original y aceptó el desafío de traducirlo al español, para que pudiera compartirse con los gerentes de Gestión de Equipo y construcción de Grupo JIBE. Es un honor reconocer su amistad y su pasión por un tema que ambos llevamos muy cerca del corazón.

Grupo JIBE también ha desempeñado un papel relevante. Ha reconocido la importancia del contenido y ha asumido, con mucha emoción e interés, la traducción y publicación de este libro. Su compromiso con la producción de esta obra y su convicción de compartir conocimiento con una audiencia más amplia, sin duda, contribuirán significativamente a la gestión de equipos en México y en todo el mundo de habla hispana.

Mis agradecimientos personales comienzan con Theunis Gert Vorster. Vendió la granja familiar en 1943, compró dos tractores y se convirtió en un contratista de movimiento de tierras. Creía que el equipo era el almacén de la riqueza familiar, y fue la inspiración para todo el trabajo que he realizado en esta área. Cuando le envié las notas que preparé para un seminario en febrero de 1978, mi carta de presentación decía: “Probablemente encontrarás que el material comprende tu pensamiento expresado en palabras elegantes. Uno solo desea que las nuevas generaciones hagan bien los viejos trucos.” Su pensamiento, espero, está capturado en este libro.

A continuación, y de manera cronológica, reconozco a Dick van der Poel. Fue mi mentor durante mis años construyendo y realizando trabajos en Sudáfrica y Malawi. Creía que el equipo era un medio para un fin, pero, sobre todo, nos enseñó a ser buenos administradores de los activos que utilizábamos. Me enseñó sobre *construcción* y siempre enfatizó que la gestión de la construcción y la gestión del equipo son, en esencia, una y la misma cosa.

Reconozco al profesor Fred Hugo, jefe del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Stellenbosch, quien supervisó una disertación titulada *Un enfoque sistémico para la gestión de equipos de construcción en ingeniería civil*, en 1980, y ayudó a sentar las bases de muchas de las herramientas y técnicas descritas en el libro.

Muchos estudiantes en Virginia Tech han realizado valiosas contribuciones. Zane Mitchell aportó ciencia a nuestro conocimiento de la curva de costos acumulativos y nos dio la “Curva Mitchell”, descrita en la Sección 5-2. Muchos otros contribuyeron, y reconozco el excelente trabajo que realizaron a lo largo de los años. Son las mentes más brillantes del negocio.

Las numerosas personas excepcionalmente talentosas de muchas grandes empresas que han participado en sesiones de lluvia de ideas uno a uno, asistido a seminarios, talleres y cursos cortos, han brindado tanto desafío como inspiración. Les agradezco. Me han enseñado más de lo que saben, y este trabajo es un tributo a la experiencia que aporta a nuestro arte. Aprendo, y sigo aprendiendo, porque tengo la oportunidad de ayudarlos a hacer cosas nuevas y diferentes. Ha sido un honor trabajar con ustedes. Nada que valga la pena es un esfuerzo en solitario, y he sido bendecido con su sabiduría.

Por último, y lo más importante, agradezco a Merle, Craig y Clive por su valiosa participación, su amistad infinita, paciencia y apoyo a lo largo de muchos, muchos años. Hemos crecido juntos en este tema. Mantengamos viva la llama.

**Mike Vorster** WELLINGTON. FL JUNIO DE 2025



## Prólogo

**E**n 2013, tuve el privilegio de conocer a Mike Vorster. Por entonces me desempeñaba como gerente de suministros para una importante compañía de producción de materiales para la construcción. Encontrar una forma sostenible de incrementar el retorno de la inversión destinada a equipos de trabajo era una preocupación constante. Necesitábamos lograr una mejor planeación de los reemplazos, considerar las especificaciones técnicas y una negociación estratégica que garantizará el menor costo total de propiedad (TCO).

En busca de estrategias que me permitieran lograr todo esto, encontré los seminarios de Mike. Después de escucharlo, quedé totalmente asombrado por su conocimiento y estrategias para maximizar la inversión en equipo móvil, optimizar los costos operativos, prevenir fallas, y sobre todo, maximizar la productividad de la flota en el proyecto de trabajo. Inscribirme a su programa de Administración del Equipo de Construcción me permitió encontrarme con su libro, así fue como inició este viaje apasionante por mejorar el desempeño de las máquinas para la construcción de mi trabajo.

En 2021, me convertí en el responsable de maximizar el retorno de la inversión de todos los equipos de la compañía, con una flota de más de 15,000 equipos pesados operando en cinco continentes. Este libro se ha convertido en la guía más poderosa para elevar los estándares, principios y prácticas relacionadas al manejo de indicadores de maquinaria. Las décadas de experiencia plasmadas en este libro son el manual de trabajo que utilizo diariamente en el proceso de mejora continua de mi flota.

El legado más valioso del conocimiento de Mike Vorster, que tienes hoy en tus manos, te permitirá encontrar de manera simple y clara, las ventajas y desventajas de diferentes estilos de administración y prácticas operativas de maquinaria. Los conceptos, estrategias y metodologías explicadas por Mike te ayudarán a realizar análisis financieros y operativos con profundidad y eficacia. El libro nos orienta para elevar al máximo la disponibilidad operativa de los equipos, al igual que en cómo proceder cuando se presentan decisiones difíciles, como reparar, reacondicionar o reemplazar componentes y equipos. Cada capítulo de este libro es un llamado a la acción para continuar mejorando el desempeño y la administración de los indicadores financieros de tu flota. Nos recuerda que es posible extender la vida económica útil —el *sweet point*— sin sacrificar la confiabilidad y disponibilidad, logrando el menor costo total de propiedad (TCO).

No hay una solución mágica que resuelva todos los retos relacionados a la administración de equipos para la construcción, pero este libro te dará los conocimientos y habilidades necesarias para desarrollar prácticas de clase mundial que transformen tu flota. Espero que disfrutes y aproveches todo el conocimiento contenido en este libro de trabajo.

**Ricardo Aranda** CEMEX GLOBAL FLEET MANAGEMENT



## Cómo usar este libro

Las ideas saltan según sus deseos. Las palabras deben seguirse en línea recta. Ahí radica el desafío de escribir un libro como este. El libro está escrito para todos los involucrados en la Gestión de Equipos móviles pesados. Está destinado a profesionales que ejercen, toman decisiones y gestionan problemas complejos a diario.

No es un libro de texto. Es un libro de escritorio lleno de ideas, ejemplos e inspiración. Debe estar en su escritorio, no en una estantería olvidada. Necesita ser usado y debe ensuciarse, estar marcado y lleno de notas personales. Úselo para buscar métodos, ideas e inspiración. Disfrute el desafío de pensar diferente. No existen soluciones simples ni atajos para cambiar. Utilice este libro para comprender lo que hace, pensar creativamente sobre el futuro y tener valentía en sus decisiones. No empiece por el principio y siga leyendo. Comience con un capítulo o sección que parezca interesante y aborde su inquietud. Explore desde allí. Navegue y piense; no busque respuestas.

Hay tres cosas que le ayudarán:

1. El índice es muy diferente y vale la pena leerlo. Hay notas sobre lo que se cubre en cada sección y debe usarlas para ir directamente a las que abordan los temas que desea explorar.
2. Se han incluido referencias en el texto para ayudar a encontrar ideas asociadas similares, pero diferentes en otras partes del libro. Las referencias se muestran en **texto rojo**. Úselas para saltar de un lugar a otro y agregar profundidad a su lectura.
3. Hay muchas tablas, cuadros y gráficas. Hay muy pocas páginas sólidas de texto. El aprendizaje y la comprensión es una experiencia visual. El nivel de detalle es suficiente para la asignación; no deje que esto lo distraiga si todo lo que quiere hacer es comprender los conceptos básicos.

La Gestión de Equipos es un tema excepcionalmente amplio. Necesita tener conocimiento sobre comportamiento organizacional, contabilidad, finanzas, estadística, álgebra y, por supuesto, aceite y grasa. No deje que los aspectos cuantitativos, las numerosas hojas de cálculo y los numerosos gráficos lo desanimen. Sí, es necesario “hacer números”, y sí, es necesario desarrollar las herramientas cuantitativas necesarias para la asignación. Pero no tiene por qué ser complicado. Un conocimiento práctico de Excel le ayudará y los Apéndices 1 y 2 le darán orientación sobre qué hacer si no desea asignar los procedimientos estadísticos y de ajuste de curvas más complejos establecidos en la **sección 4-4 y 5-2**.

Lo más importante es que comprenda las ideas fundamentales y avance con su asignación. Mire atentamente el **capítulo 16** y sepa que:

**El éxito no proviene del conocimiento sino de la asignación de ese conocimiento y. No hay respuestas correctas, sólo decisiones inteligentes.**



## Una estructura

La Gestión de Equipos de construcción es un tema complejo y controvertido que afecta a casi todos los aspectos del negocio de la construcción pesada. La complejidad surge porque abarca habilidades diferentes que van desde mantenimiento y operaciones hasta contabilidad, finanzas y tecnología de la información. La controversia viene del hecho de que no existen prácticas, generalmente aceptadas, en lo que respecta al manejo de equipos de construcción. Cada uno tiene su propia idea de lo que es importante y cómo se debe hacer.

La profesión de contabilidad y finanzas tiene prácticas bien establecidas y generalmente aceptadas que guían las decisiones, establecen estándares y miden el desempeño en una situación determinada. Existen lineamientos claros sobre la forma y el formato de un estado de resultados y un balance. Todo el mundo conoce la terminología, comprende la estructura y valora las métricas. Este no es el caso en la Gestión de Equipos. Cada empresa gestiona su flota de forma diferente y, en este momento, no existen principios que orienten a los gerentes en decisiones complejas, de largo alcance y costosas. Las diferencias de enfoque hacen que sea difícil llegar a un acuerdo sobre los requisitos, por lo tanto, las soluciones efectivas siguen siendo difíciles de alcanzar.

La creencia fundamental en el equipo como activo corporativo varía de una empresa a otra dependiendo de la historia, las personalidades involucradas y la naturaleza del trabajo realizado. Algunas empresas, particularmente aquellas cercanas en historia y cultura a sus fundadores, ven a los equipos como propiedad personal del propietario. Creen que el equipo es un activo esencial y que el orgullo de ser propietario es la clave del éxito. Otros se preocupan por la producción por encima de todo y ven al equipo como un medio autodestructivo para lograr un fin. Suponen que el equipo se utiliza en la producción de trabajo y que es más importante producir que administrar y conservar el equipo como un activo corporativo importante.

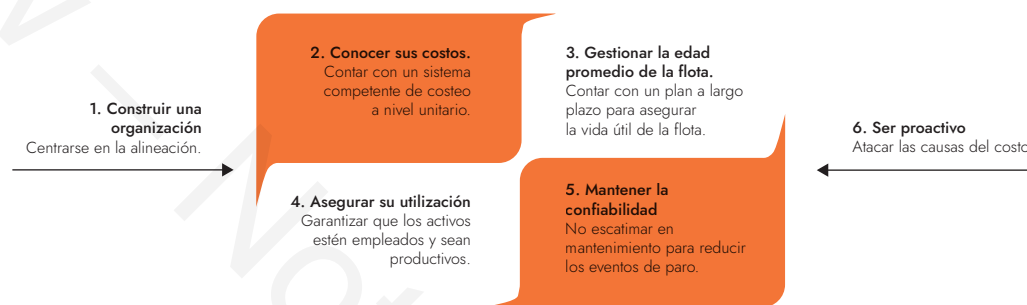
Ambos puntos de vista tienen valor y ahí radica el arte de la Gestión de Equipos. Equilibramos la necesidad de generar trabajo y lograr objetivos de producción con la necesidad de extender la vida útil y mantener la calidad de los activos que se consumen lenta e inevitablemente en el proceso de producción.

Una vida de experiencia me ha llevado a creer que existe un marco para desarrollar principios generalmente aceptados en la Gestión de Equipos de construcción. Espero que este libro proporcione un punto de partida.

He tenido la oportunidad de dedicarme a mi pasión durante muchos años, además del privilegio de trabajar con los mejores en el negocio. Todo me ha enseñado que lo siguiente es fundamental para tener éxito en el establecimiento de objetivos y el cumplimiento de metas:

1. **Construir una organización sólida.** Esto hace posible centrarse en funciones críticas, impulsar la excelencia y mantener la alineación entre las diferentes creencias bien arraigadas con respecto a la Gestión de Equipos de construcción.
2. **Conocer su costo.** Debe saber cuánto cuesta poseer y operar cada clase y categoría de equipo de la flota y debe utilizar este conocimiento para estimar el costo del trabajo futuro, gestionar las operaciones actuales y tomar las numerosas decisiones estratégicas necesarias en el día a día.
3. **Gestionar la edad promedio de la flota.** La empresa debe desarrollar y mantener un plan estructurado a largo plazo para gestionar el proceso de reemplazo de la flota y garantizar que la composición respalde los objetivos estratégicos y de desarrollo empresarial.
4. **Garantizar su uso.** Los activos de equipo deben ser empleados y productivos. El equipo sólo es un activo cuando está en funcionamiento y produce trabajo colaborativo. Cuando se detiene, la inversión se convierte en un pasivo. El uso es la clave para recuperar los costos fijos de propiedad.

5. **Mantener la confiabilidad.** Es esencial establecer y medir la efectividad de un programa de mantenimiento que reduzca al mínimo absoluto los eventos de inactividad de emergencia y el tiempo muerto no planeado. El costo y el impacto de un paro de emergencia son tales que no se puede transigir en la asignación de programas eficaces y eficientes de mantenimiento programado y predictivo.
6. **Ser proactivo.** El costo excesivo es un síntoma de problemas en la organización. El costo en sí no es el problema y poco se consigue obsesionándose con el dinero que ya se ha gastado. Sea proactivo en la toma de decisiones. La edad, el uso y la confiabilidad pueden y deben utilizarse como indicadores principales para identificar y abordar los problemas antes de que ocurran y reducir los gastos futuros.



Una estructura. Principios generalmente aceptados para la Gestión de Equipos de construcción.

30

No sorprende que este libro esté organizado en términos de esta estructura.

- Parte 1.** Construya su organización, es lo primero, ya que poco se puede lograr si las funciones, los roles, la responsabilidad, la autoridad y la rendición de cuentas no se comprenden o no se alinean para lograr el éxito.
- Parte 2.** Conozca sus costos, ya que un conocimiento detallado de los costos de los equipos y los riesgos involucrados en la estimación de los costos de propiedad y operación son esenciales para todo lo que sigue. Por supuesto, el cálculo de la tasa y las complejidades involucradas en esta importante estimación se analizan en detalle.
- Parte 3.** Gestionar la edad promedio de la flota, utiliza el hecho de que el costo de propiedad por hora disminuye con la edad, mientras que el costo de operación por hora aumenta para desarrollar una definición clara del periodo de propiedad óptimo y definir las herramientas necesarias para respaldar la decisión de reemplazo.
- Parte 4.** Garantizar su utilización, pasa del énfasis en los costos –establecido en la Parte II– a desarrollar las métricas operativas necesarias para obtener una comprensión completa de la asignación, la disponibilidad y la utilización como tres métricas necesarias para garantizar que la flota esté activa y que los costos de propiedad sean probables para ser recuperados.
- Parte 5.** Mantener la confiabilidad, se centra en la empresa de mantenimiento y en la disponibilidad y la confiabilidad como dos métricas clave que, probablemente, proporcionen un indicador líder de los aumentos en los costos operativos.
- Parte 6.** Ser proactivo, enfatiza la importancia de la asignación. Viene en último lugar y utiliza el conocimiento de las herramientas y procesos disponibles para desarrollar indicadores clave y alejarse de la toma de decisiones reactiva basada en costos. La asignación de las herramientas y técnicas expuestas en el libro será un viaje de descubrimiento.

Los procesos necesarios afectarán a casi todos los aspectos de la empresa, aprenderá mucho y el éxito será sin duda un deporte en equipo. Lo más probable es que usted:

- Involucre a todo el equipo de liderazgo corporativo en la revisión de la Parte I y decida cómo estructurar mejor la empresa; defina responsabilidades para gestionar la flota en interés de la empresa.
- Involucre la estimación, la contabilidad y el costeo de los trabajos para estudiar la Parte II; decida la mejor manera de registrar y presentar los datos de costos necesarios para establecer y calibrar las tasas internas requeridas para la estimación y el costeo de los trabajos, así como los presupuestos requeridos en la elaboración de un presupuesto y control financiero.
- Consulte a expertos técnicos y financieros para trabajar en la Parte III, establezca puntos de referencia de edad de la flota, presupuestos de capital y planes de financiamiento a largo plazo necesarios para garantizar un enfoque racional y consistente para el reemplazo. Ellos sabrán que el reemplazo puede retrasarse, pero no se lo pueden negar.
- Trabaje con expertos en operaciones de construcción, desarrollo comercial y planeación estratégica para comprender las cargas de trabajo futuras, utilice los conceptos de la Parte IV para medir la utilización y garantizar que el tamaño y la composición de la flota estén en línea con el tamaño, alcance de los mercados y oportunidades comerciales disponibles.
- Trabaje con expertos en operaciones de mantenimiento de campo, talleres y patios para revisar la Parte V, asegúrese de tener una empresa de mantenimiento que, sin compromiso, mantendrá la flota, maximizará su vida útil y reducirá al mínimo absoluto los eventos de inactividad no planeados y costosos.
- Trabaje en la Parte VI para comprender la diferencia entre causa y efecto y la importancia de los indicadores clave en la toma de decisiones proactiva para reducir costos.

31

Su viaje le enseñará que cada uno lo hace de manera diferente y que, frecuentemente, lleva toda una vida —o en algunos casos generaciones— descubrir que no hay respuestas correctas, sólo soluciones inteligentes. Algunas de las ideas que desarrolle funcionarán perfectamente. Todo dará inspiración para mejorar y todo apuntará hacia un futuro mejor.



Con frecuencia hace falta toda una vida, o en algunos casos generaciones, para descubrir que no existen respuestas correctas, sólo soluciones inteligentes.



## INDICADORES PRINCIPALES

Registrar y medir la frecuencia de los casi accidentes es una herramienta bien aceptada para identificar oportunidades de mejora en el desempeño de la seguridad. La lógica es simple: un casi accidente es un indicador principal. En realidad, se trata de un accidente que por poco no ocurrió. Si podemos eliminar o reducir los casi accidentes, seguramente reduciremos los accidentes y mejoraremos el desempeño en materia de seguridad. Podemos aprender de esto mientras buscamos gestionar el costo por hora para poseer y operar equipos de construcción. Veamos las tres áreas identificadas en la estructura.

### 1. Edad

Los equipos de construcción, en general, experimentan fallas por desgaste. Si esto se lleva al extremo, el costo de funcionamiento de la máquina será, en algún momento, tan alto que provocará que aumente el costo promedio por hora y horas acumuladas. Este punto se conoce como periodo óptimo de propiedad. Es lógico suponer que, después de este punto, las máquinas operadas tendrán costos más altos que máquinas similares operadas en o alrededor de su periodo óptimo de propiedad.

Por lo tanto, si definimos el periodo óptimo de propiedad como el punto de costo mínimo en la vida útil de una máquina, y si controlamos la edad, estamos tomando medidas para reducir el costo promedio por horas acumuladas.

### 2. Utilización

Experimentamos costos de propiedad, en general, de forma anual o mensual. La aritmética simple nos dice que el costo de propiedad por hora disminuirá si trabajamos más horas en un mes o año determinado. Es bastante lógico suponer que cuanto mayor sea la utilización, menor será el costo de posesión por hora.

Por lo tanto, si definimos utilización como el número de horas que trabaja una máquina en un mes, y si gestionamos la utilización, estamos tomando medidas para reducir el costo de propiedad por hora.

### 3. Confiabilidad

Incurrimos en costos —refacciones y mano de obra como mínimo— cada vez que una máquina falla. Es lógico suponer que una máquina que se avería con frecuencia tendrá un costo operativo más alto que una similar averiada con menos frecuencia.

Por lo tanto, si definimos la confiabilidad como el número de veces que una máquina se avería cada 1000 horas, y si gestionamos la confiabilidad, estamos tomando medidas para reducir el costo operativo por hora.

Preview — Not for redistribution

**Parte I.**  
**CONSTRUYA SU ORGANIZACIÓN**

# Funciones y estructura

Construir una organización eficaz es la base del éxito en la Gestión de Equipos de construcción. El proceso es complejo debido a que, frecuentemente, existe una amplia gama de opiniones contrapuestas sobre la mejor manera de gestionar la flota a nivel operativo.

En un extremo están las expectativas de las personas cuyas carreras y pasiones se centran estrechamente en la construcción o las operaciones de producción necesarias para construir la obra. Estos gerentes de construcción se centran en los objetivos del proyecto: completarlo de forma segura, con la calidad requerida, a tiempo y dentro del presupuesto. Creen que la finalización de su proyecto es el objetivo más importante y ven al equipo como un medio para lograr ese fin.

En el otro extremo están las expectativas de las personas cuyas carreras y pasiones se centran en el mantenimiento y gestión del equipo durante todo su ciclo de vida. Estos administradores de “equipos” se ven a sí mismos como un activo de la empresa a largo plazo, el cual se implementa y utiliza respetuosamente en muchos proyectos. Creen que, en la mayoría de los casos, es más importante optimizar el periodo de propiedad de una máquina que optimizar la finalización de un proyecto.

Estos dos puntos de vista son parte del negocio y añaden vitalidad, desafío y fascinación a la industria. Contribuyen al desempeño si se mantienen alineados en una organización clara y funcional. Conducen a resultados extremadamente malos cuando la confusión y la agenda individual crecen hasta inundar los objetivos de la organización en su conjunto.

La gran mayoría de las empresas constructoras definen la Construcción y la Gestión de Equipo como centros de responsabilidad distintos dentro de la organización para centrar la experiencia, desarrollar el liderazgo y medir el desempeño. El área de Construcción está integrada por un staff de trabajo a corto plazo con experiencia en la ejecución de obras. Se ensamblan para un propósito muy específico (completar un proyecto en particular) y funcionan de acuerdo con planes y presupuestos de uso único a corto plazo diseñados para lograr objetivos específicos del proyecto.

El staff de Gestión de Equipos se compone por personal de larga trayectoria y experiencia en maquinaria, que ve por los activos durante todo el periodo de propiedad. Trabajan de acuerdo con planes, políticas, procedimientos y presupuestos permanentes diseñados para optimizar el rendimiento de un activo esperando que sirva a la empresa durante muchos años.

La diferencia entre Construcción y Gestión de Equipos en términos de enfoque principal, horizonte temporal y experiencia se muestra en la **Figura 1.1**. Es fundamental el equilibrio entre Construcción y Gestión de Equipos como dos centros de responsabilidad mutuamente interdependientes dentro de la empresa. No hay duda de que:

- La empresa sobrevive, crece y prospera gracias a la eficiencia de sus operaciones de construcción y/o producción.
- Las operaciones de construcción y/o producción no pueden alcanzar los niveles requeridos de desempeño, a menos que tengan el equipo que funcione con los niveles de productividad y confiabilidad necesarios.

	Staff de Construcción o gerencia de obra	Staff de Gestión de Equipos
Enfoque primario.	Alcanzar las metas definidas del proyecto a corto plazo.	Apoyar las operaciones de construcción. Gestionar la flota durante su ciclo de vida completo.
Línea del tiempo.	Trabajos de corto plazo. Planes, cronogramas y presupuestos de un solo uso.	Trabajos de corto plazo. Planes, políticas, procedimientos y presupuestos permanentes.
Experiencia.	Construir el trabajo. Completar el proyecto de forma segura, con la calidad requerida, a tiempo y dentro del presupuesto.	Optimizar el rendimiento de los activos de equipos que se espera que sirvan a la empresa durante muchos años.

**Figura 1.1.** El personal de Construcción y Gestión de Equipos difieren significativamente en cuanto a su enfoque principal, el horizonte temporal de sus decisiones y la experiencia que aportan a las operaciones de la empresa.

El nombre otorgado al Centro de Responsabilidad de Gestión de Equipos varía de una empresa a otra, dependiendo del alcance de las actividades realizadas. Los “talleres” son operaciones relativamente pequeñas que mueven, reparan, almacenan y cuidan la flota, mientras que las “divisiones de equipos” o “compañías de equipos” son operaciones más grandes y complejas con responsabilidades funcionales y financieras claramente establecidas. El puesto de trabajo de la persona responsable de la unidad también varía, puede ser desde capataz de taller hasta director o vicepresidente de operaciones de equipo, según el alcance de la actividad, la exigencia, la autoridad y la rendición de cuentas.

Establecer centros de responsabilidad, definir el papel que desempeñan dentro de la empresa y mantener las relaciones no son tareas sencillas. Esto es particularmente importante para centros como Construcción y Gestión de Equipos, donde las decisiones tomadas por uno pueden tener un profundo impacto en el otro.

Construcción y Gestión de Equipos van de la mano. Son interdependientes, pueden y deben trabajar juntos dentro de una organización competente, bien definida y funcional. Este capítulo sienta las bases y ayuda a responder dos preguntas:

**Primero.** ¿Qué espera que haga su personal de Gestión de Equipos? ¿Qué funciones deben realizar para gestionar la flota como recurso, como activo y como parte esencial del éxito de la organización en su conjunto?

**Segundo.** ¿Cómo estructura su organización? ¿Cómo define los centros de responsabilidad requeridos?, ¿Cómo los utiliza para establecer definiciones claras de roles, responsabilidades, autoridad y rendición de cuentas? y, sobre todo, ¿cómo mantiene la alineación entre las diferentes partes de su organización?

El capítulo 2 lleva la discusión un paso más allá sobre la organización al presentar material que enfatiza la importancia de la alineación y el simple hecho de que el éxito es, sin duda, un deporte en equipo. El material de este apartado se presenta en cuatro secciones.

<b>Sección 1-1</b>		
<b>Funciones de Gestión de Equipos</b>	Las seis funciones que Gestión de Equipos debe realizar de manera competente para realizar el trabajo.	38
<b>Sección 1-2</b>		
<b>Los pros y los contras de la centralización</b>	Las condiciones bajo las cuales es ventajoso crear un grupo de Gestión de Equipos centralizado que sirva a la empresa en su conjunto.	42
<b>Sección 1-3</b>		
<b>El caso de una flota regionalizada</b>	La organización necesitaba gestionar la flota a nivel regional y no perder las ventajas de la centralización.	45
<b>Sección 1-4</b>		
<b>El caso de una empresa de capital</b>	Las ventajas de establecer una empresa de capital separada para centralizar todos los aspectos financieros y de gestión de capital de propiedad de la flota.	48

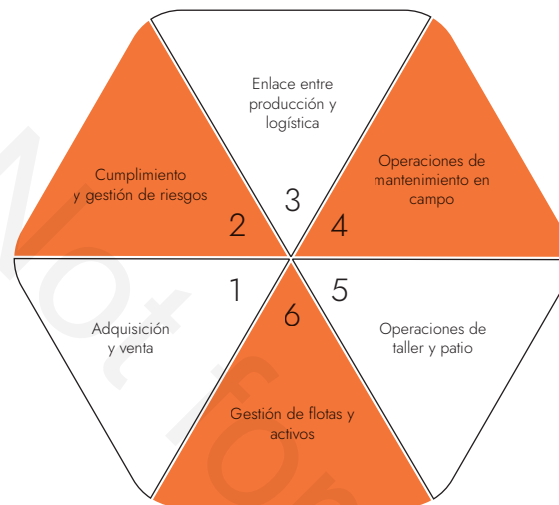


Las empresas constructoras son organizaciones complejas que deben estructurarse para tener éxito.

## Sección 1-1. Funciones de Gestión de Equipos

La Gestión de Equipos es una tarea compleja y difícil que afecta a casi todos los aspectos de las operaciones en una empresa. Las habilidades requeridas son variadas: desde las del mecánico máster hasta las finanzas, la contabilidad y el comportamiento organizacional. La forma en que las empresas gestionan su flota depende más de las personalidades involucradas que de una cuidadosa planeación y previsión. No existe una empresa “única” ni una forma correcta de gestionar una flota.

Existen seis funciones que deben aplicarse de manera competente para llevar a cabo el trabajo. Dichas funciones se presentan en la **Figura 1.2**; debemos asegurarnos de que las bases estén cubiertas y que todos comprendan sus responsabilidades, así como la contribución que hacen al negocio.



**Figura 1.2.** Las seis funciones de la Gestión de Equipos.

1. **Adquisición y venta.** La adquisición y venta constituyen la primera parte del costo total de propiedad. Es más que una cuestión de comprar barato y vender caro. La venta requiere decisiones técnicas y comerciales acertadas a largo plazo, las cuales deben estar basadas en el conocimiento del mercado y relaciones establecidas con distribuidores, fabricantes y organizaciones financieras. Las empresas necesitan desarrollar especificaciones adaptadas a sus necesidades, disponer de políticas de normalización y saber estructurar contratos de compra, préstamo, arrendamiento y renta adecuados a su situación financiera y fiscal.

Deshacerse de un equipo al mejor precio tampoco es tarea sencilla, se requiere una comprensión del mercado de equipos usados para explorar las alternativas posibles y mantener relaciones efectivas con distribuidores y agentes.

Esta es básicamente una función de dirección. Las personas interesadas son capaces de negociar el mejor trato posible, además de desarrollar contratos de venta técnica y comercial para adquirir o disponer de los equipos identificados en el proceso de planeación de la edad de la flota (**consulte la sección 9-1**). Construcción y Gestión de Equipos deben ser partes interesadas iguales en el proceso. Construcción garantiza que el equipo sea capaz de producir la cantidad y calidad de trabajo requeridas; Gestión de Equipos garantiza que la maquinaria seleccionado pueda recibir soporte en el campo y sea consistente con las políticas de estandarización de la flota. La función se considera como una sobrecarga corporativa con presupuestos y mecanismos de control establecidos para adaptarse.

- 2. Cumplimiento y gestión de riesgos.** Esta función constituye la segunda parte del costo total de propiedad y cubre los pasos necesarios para garantizar que la flota cumpla con todas las regulaciones, esté autorizada, asegurada e inspeccionada según sea necesario. Aparentemente parece una tarea rutinaria sencilla, sin embargo, su costo y complejidad aumentan día a día a medida que se pone mayor énfasis en requisitos complejos de seguros, estándares de emisiones y regulaciones de seguridad. Esta función se vuelve extremadamente compleja cuando las operaciones se realizan en muchos estados o en mercados internacionales. Simplemente no se puede descuidar.

Se trata de una función administrativa intensa. Las personas interesadas deben tener pleno conocimiento de todos los requisitos legales y asegurarse de que cada máquina tenga la licencia, el seguro, la inspección y la certificación necesarios. Su objetivo es reducir la exposición al riesgo y garantizar que los activos corporativos puedan operarse legalmente dondequiera que se encuentren. Esta función también suele financiarse y gestionarse como gastos generales de la empresa.

- 3. Enlace entre producción y logística.** La adquisición y venta garantizan que las empresas tengan el equipo necesario en su flota; el cumplimiento y la gestión de riesgos garantizan que sea legal. El enlace de producción y la función logística garantizan que esté en el lugar y momento correcto.

Las operaciones eficaces de envío y seguimiento son esenciales para la utilización de la flota; muchas empresas gestionan grandes flotas de transporte que mueven equipos de forma regular y proporcionan información sobre la ubicación y asignación de activos individuales ([consulte la sección 12-2](#)).

Movilizar equipos y trasladarlos de un sitio a otro para que estén en el lugar y momento adecuados es una responsabilidad que reside en el enlace entre Construcción y Gestión de Equipos. El costo para mover el equipo, así como el costo de las personas que solicitan permisos, rastrean la ubicación actual del equipo y administran el proceso, es frecuentemente un costo laboral directo y no debe formar parte del cálculo de los costos de propiedad y operación del equipo.

- 4. Operaciones de mantenimiento en campo.** Esta función cubre todas las acciones necesarias para garantizar que el equipo esté en funcionamiento y en condiciones de trabajar en el día a día. Incluye abastecimiento de combustible e inspecciones diarias, mantenimiento preventivo y basado en el estado y reemplazo de partes desgastadas. Los costos involucrados forman parte del costo operativo total y frecuentemente se incluyen en el costo horario del equipo. Surgen preguntas cuando se trata de decidir quién establece los estándares de mantenimiento en campo, quién es responsable de las diferencias entre los costos reales y presupuestados y quién es responsable de gestionar a los técnicos de mantenimiento de campo. Es evidente que los proyectos pequeños no pueden asumir estas responsabilidades. Los grandes proyectos pueden hacerlo, y con frecuencia lo hacen.

Esta es la primera, y en muchos sentidos la más importante, de las funciones puras del personal de Equipo. Tanto Construcción como Equipo son partes interesadas en el proceso: ambos quieren que se haga bien y saben que son la primera línea de defensa contra fallas no planeadas ([consulte la sección 14-2](#)). La programación del trabajo necesario requiere una coordinación cuidadosa y los técnicos de campo realmente sirven a dos jefes.

Los grandes proyectos justifican la presencia en sitio a tiempo completo de técnicos de campo integrados en el equipo del proyecto y responsables de todas las operaciones de mantenimiento de campo. Cuando esto sucede, se establece una cuenta a nivel de proyecto para recibir el costo real de las operaciones de mantenimiento de campo. Los costos se equilibran con los “ingresos” recibidos de un componente del costo horario de costos operativos por hora, día o semana; el proyecto es responsable de cualquier recuperación excesiva o insuficiente. Esto alinea la responsabilidad y la rendición de cuentas, pero, requiere una definición clara de los estándares

y políticas de mantenimiento, así como un mecanismo eficaz para garantizar que se sigan los estándares, independientemente del costo del proyecto o las presiones de tiempo.

5. **Operaciones de taller y patio.** Los cambios en el diseño de las máquinas, la escasez de personal de campo y la necesidad de trabajar en condiciones controladas significa que se realizan pocos trabajos de reparación, renovación o reconstrucción en el campo. Las operaciones de taller y patio, ya sea realizadas por uno mismo o subcontratadas, se encuentran en el centro de un proceso mediante el cual las máquinas que han completado una tarea de campo se reparan, renuevan o reconstruyen y se preparan para su siguiente trabajo.

Los talleres y patios son fáciles de desagregar y con frecuencia se administran como centros de responsabilidad con costos asignados, administrados y controlados mediante un proceso de orden de trabajo estándar. Los costos reales se comparan con las máquinas individuales y con un “ingreso” recibido del costo horario de recuperación de costos operativos por hora, día o semana. Tener talleres competentes es fundamental para el éxito, muchas empresas se benefician de la eficiencia y la especialización logradas al subcontratar total o parcialmente esta función. Los costos de taller y patio constituyen el segundo componente del costo operativo total y su éxito determina la capacidad y confiabilidad a largo plazo de la flota de equipos.

6. **Gestión de flotas y activos.** La función de gestión de flotas y activos es responsable de las decisiones estratégicas referentes a la composición de la flota, su edad promedio, los gastos de capital, las finanzas, los impuestos y el retorno de la inversión. Utiliza datos desarrollados en otras funciones, interactúa con el proceso de planeación estratégica de la empresa y desarrolla los costos horario, estimaciones, presupuestos, puntos de referencia y estándares necesarios para gestionar todo el proceso.

Centrarse en esta función puede lograr beneficios sustanciales, las empresas exitosas sobresalen en el análisis necesario para equilibrar los aspectos estratégicos, técnicos, operativos y financieros de la gestión de la flota como un activo corporativo importante.

Considerar la gestión de flotas y activos como una función especializada y separada, le otorga la importancia que merece en la organización. El activo de equipo de una empresa de construcción pesada representa más de un tercio del total de los activos corporativos; el costo de propiedad y operación de la flota es frecuentemente mayor que el de cualquier otro proyecto individual.

La gestión de flotas y activos utiliza y procesa datos generados en otras funciones para realizar el análisis e informar decisiones a nivel de unidad sobre la reconstrucción o reemplazo de máquinas, equilibrar la edad promedio de la flota y ajustar el tamaño y la composición de la flota para satisfacer las demandas cambiantes de la empresa.

Las seis funciones pueden usarse para llegar a conclusiones generales sobre la forma en que las empresas están organizadas para gestionar su flota.

- Primera.** Las funciones 1 y 2 constituyen los costos de propiedad; la 4 y 5 constituyen los costos de operación. Curiosamente, cada uno tiene un componente de “inversión para el futuro” a largo plazo (1 y 5) y un componente de costo mensual o por hora (2 y 4). La función 3 garantiza que la flota se implemente en el lugar correcto y en el momento adecuado, la función 6 garantiza que la edad, el tamaño y la composición de la flota coincidan con los requisitos corporativos.
- Segunda.** Las funciones de cumplimiento y gestión de riesgos, enlace de producción y logística y operaciones de mantenimiento de campo abordan cuestiones inmediatas a corto plazo que preocupan principalmente a los equipos de construcción, cuyo éxito depende de contar con equipos que sean legales y estén trabajando y en el lugar correcto. Los equipos que gestionan estas funciones deben hacerlo dentro de un marco de políticas claras y fuertemente aplicadas.

**Tercera.** Las funciones de adquisición y venta, operaciones de taller y patio y gestión de flotas y activos son estratégicas a largo plazo y de principal preocupación para la empresa y su futuro. No hay duda de que las tres funciones inferiores son competencia del Equipo y que deben gestionarse a largo plazo. La competencia en estas funciones es una responsabilidad corporativa y un requisito previo para el éxito del negocio en su conjunto.

**Cuarta.** Debería ser posible revisar cada una de las funciones y evaluar su importancia para la empresa. De igual manera, identificar a las personas o equipos que tienen la responsabilidad principal de cada función y, sobre todo, debería ser posible utilizar las funciones como punto de partida para un manual de procedimientos que garantice que todas las funciones sean desempeñadas de manera competente por el personal en el momento adecuado.

Las seis funciones a menudo se combinan o “agrupan” dentro de una organización que cobra un costo horario único, definido y acordado por el equipo utilizado en los proyectos. En las circunstancias adecuadas este enfoque centralizado funciona bien (consulte la sección 1-2). El costo, la confiabilidad y la disponibilidad de los equipos es una fuente constante de debate. La rendición de cuentas choca con la autoridad y pronto se desarrolla una mentalidad de aislamiento sin que ni Equipo ni Construcción reconozcan los desafíos que enfrentan y las contribuciones realizadas por ellos mismos.

Es simple y directo combinar las funciones en una organización con objetivos claros y una única fuente de ingresos basada en el costo horario de renta interna. La simplicidad puede ser una fortaleza, pero la simplificación excesiva también puede ser una debilidad. Dividir las funciones, establecer objetivos y flujos de ingresos para cada uno reconoce la complejidad de la gestión de flotas y permite centrar la experiencia en la tarea en cuestión.

### Resumen de actividad por función

<b>1. Adquisición y venta</b>	<b>4. Operaciones de mantenimiento en campo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Especificación y selección.</li> <li>· Estandarización.</li> <li>· Negociaciones por distribuidores.</li> <li>· Venta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Combustible.</li> <li>· Lubricación y análisis de aceite.</li> <li>· Evaluación de condiciones.</li> <li>· Mantenimiento preventivo.</li> <li>· Partes desgastadas.</li> </ul>
<b>2. Cumplimiento y gestión de riesgos</b>	<b>5. Operaciones de taller y patio</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Licencia.</li> <li>· Seguro.</li> <li>· Inspección y reparación autorizada.</li> <li>· Cumplimiento de emisiones.</li> <li>· Impuestos y derechos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Fabricación.</li> <li>· Renovación.</li> <li>· Control de almacenamiento e inventario.</li> <li>· Reparar y reconstruir.</li> <li>· Mantenimiento de registros y órdenes de trabajo.</li> </ul>
<b>3. Enlace entre producción y logística</b>	<b>6. Gestión de flotas y activos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Planeación de proyectos.</li> <li>· Análisis de operaciones.</li> <li>· Planeación de flotas de largo alcance.</li> <li>· Equilibrio de flotas.</li> <li>· Despacho y transporte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de los datos.</li> <li>· Cálculos de costos horario.</li> <li>· Vida económica y planeación de flotas.</li> <li>· Presupuesto de capital.</li> <li>· ROI y análisis financiero.</li> </ul>

Se pueden definir responsabilidades claras con la correspondiente autoridad y rendición de cuentas para cada una de las seis funciones.

## Sección 1-2. Los pros y los contras de la centralización

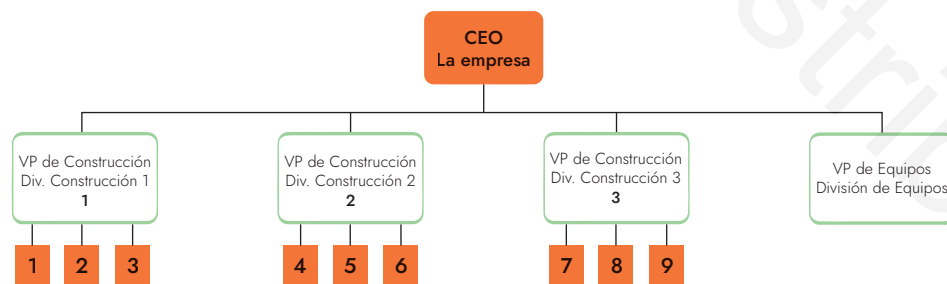
Cada empresa establece una estructura organizacional interna para ayudar a gestionar su flota, asignar roles, responsabilidades y proporcionar un enfoque para la experiencia, mantener sus equipos confiables, eficientes y rentables. Cada empresa es diferente; algunos adoptan un estilo descentralizado y todas las decisiones relativas a la selección, operación, mantenimiento y eliminación de equipos se toman a nivel de proyecto, mientras que otros centralizan las decisiones en una organización de servicio completo que actúa como una “organización interna de renta” independiente.

El hecho de que existan tantos estilos diferentes sugiere que no hay una solución perfecta que sirva para todos. Cada empresa es ligeramente diferente y tiene una estructura que refleja su historia, la naturaleza de su negocio y la filosofía general de su gestión. Lo importante es que permanezca una estructura organizacional bien comprendida y que mejore el rendimiento empresarial sin añadir burocracia ni complejidad innecesarias.

Creemos una empresa imaginaria y utilicémosla para analizar los pros y los contras de un grupo de equipos centralizado de servicio completo y comprendamos mejor los principios e implicaciones.

La empresa, como se muestra en la [Figura 1.3](#), es relativamente simple: hay una entidad corporativa general, tres divisiones de Construcción y una división de Equipos. Las divisiones de Construcción son responsables de alcanzar los objetivos del proyecto e informar los resultados a nivel de empresa. La división Gestión de Equipos es responsable de todo lo relacionado con la gestión de la flota, presta servicios a las tres divisiones de Construcción suministrando equipos a los proyectos cuando sea necesario. Al igual que los vicepresidentes de las divisiones de Construcción, el vicepresidente de la división de Equipos informa los resultados comerciales al director ejecutivo a nivel de empresa.

Los proyectos en las divisiones de Construcción (numeradas del 1 al 9) pagan un cargo por trabajo, generado internamente por el equipo que utilizan y ven esto como un costo que se debe comparar con los ingresos de la producción de la construcción terminada ([consulte la sección 13-2](#)). La división de Equipos considera la “renta” como un ingreso con el cual compensan el costo real de propiedad y operación del equipo utilizado en los proyectos. Todo es bonito y ordenado; los proyectos de las divisiones de Construcción generan ingresos al producir la construcción terminada y pagar el costo de la mano de obra, el equipo y los materiales; la división de Equipos gana dinero “rentando” equipos a los proyectos con un costo horario predeterminado ([consulte la sección 2-2](#)), recuperando el costo de la depreciación, partes, mano de obra, combustible, herramientas de corte y similares.



**Figura 1.3.** En una estructura centralizada, el grupo de equipos se considera una unidad de negocios independiente que informa a nivel corporativo.

Las fortalezas y debilidades de esta estructura organizacional se pueden revisar bajo tres encabezados:

1. **Especialización contra mentalidad de aislamiento.** Centralizar todas las decisiones sobre equipos en una unidad de negocios proporciona un enfoque para la experiencia de administrar la flota. El vicepresidente de la división de Gestión de Equipos tiene la responsabilidad del éxito de la unidad de negocios, la autoridad para tomar decisiones y es responsable de los resultados. La unidad trabaja dentro de la estructura corporativa para establecer criterios acerca de las decisiones de selección, mantenimiento, reparación, reconstrucción y reemplazo; acepta el costo horario de renta interna y se compromete a cumplir con los estándares de disponibilidad y confiabilidad de los equipos que suministra. Los proyectos se centran íntegramente en poner los equipos a trabajar y conseguir la máxima producción. No están agobiados por ningún aspecto de la gestión del equipo; piden el equipo que necesitan, lo reciben, lo utilizan y lo devuelven cuando terminan.

Este enfoque especializado tiene ventajas, lamentablemente, también genera una mentalidad de aislamiento en la que los gerentes de las divisiones de Construcción y Gestión de Equipos no comprenden ni sienten empatía por los desafíos que enfrentan sus contrapartes. El éxito se define dentro de cada división, la mentalidad de “nosotros contra ellos” se convierte en la norma. Las decisiones están suboptimizadas, pues cada parte asume sus responsabilidades con poca o ninguna consideración por el éxito de la organización en su conjunto.

2. **Utilización mejorada contra detalles complejos.** El hecho de que la división de Gestión de Equipos atienda todas las divisiones y proyectos de construcción significa que puede mover los equipos para equilibrar la necesidad y la disponibilidad en toda la empresa. El sistema interno de costos horario de renta y cobro por trabajo simplifica la imposición de cargos predeterminados, independientemente de si una máquina permanece en un lugar durante un par de días o un par de años. Los inconvenientes para mover máquinas de un trabajo a otro y no tener un sentido de propiedad se superan por el hecho de que la división de equipos asume la responsabilidad del costo y la toma de decisiones consistentes durante toda la vida económica de la máquina.

La flexibilidad para trasladar máquinas de un trabajo a otro, y la estructura interna de costos horario de renta, requiere una serie de reglas complejas con respecto a las horas mínimas, el tiempo muerto y los costos horario duales para minimizar la acumulación y alentar a Construcción para que la maquinaria esté disponible y transferirlos a otros proyectos (consulte la sección 13-2). A menudo es necesario asignar reglas complejas para cubrir abusos en trabajos anteriores, no es inusual que el sistema sea víctima de controversias, disputas y juegos internos.

3. **Presupuesto y cálculo de costos simplificados contra falsa percepción del costo.** Un costo horario de renta interna predeterminada de \$120 por hora para una mototraílla proporciona un punto de partida bueno, estable y simple para estimar el costo por yarda cúbica y medir la diferencia entre los costos estimados y reales. El único inconveniente es que los \$120 por hora son, en sí mismos, una estimación del costo de propiedad y operación por hora de la traílla basado en una gran cantidad de suposiciones que incluyen el periodo de propiedad, la utilización y los costos de reparación de por vida (consulte la sección 6-1).

Los proyectos y las unidades de negocios operativas utilizan el costo horario de renta interna como indicador del costo real de los equipos cuando calculan e informan sus resultados a nivel corporativo. Las diferencias entre el costo horario de renta interna y el costo real del equipo pueden tener un impacto significativo en la selección, estimación, resultados operativos y responsabilidad del equipo, por lo tanto, el sistema interno de costos horario de renta a menudo se ve inundado por complejos procedimientos de reasignación de costos diseñados para garantizar que los proyectos se cobren, lo más cerca posible, con el costo real de sus equipos. Al igual que con los cargos adicionales por tiempo muerto y los cargos atrasados por abuso, las reasignaciones de costos basadas en diferencias entre los costos horario de renta y los costos reales son extremadamente difíciles, complejas y llenas de peligros (consulte la sección 7-6).

Muchas empresas configuran sus operaciones de equipos como una organización centralizada de servicio completo y utilizan la estructura centralizada con buenos resultados. Son importantes cuatro aspectos para una asignación exitosa:

- Primero.** La ubicación y el tamaño de los proyectos emprendidos deben permitir obtener el máximo beneficio del hecho de que el traslado de las máquinas de una obra a otra se realiza mediante un sencillo procedimiento de carga.
- Segundo.** El trabajo por realizar no debe requerir ninguna experiencia especial o única para diseñar, fabricar y utilizar equipos especializados. El trabajo debe solicitar una flota estandarizada simple que pueda usarse en muchas aplicaciones y moverse de manera fácil y eficiente.
- Tercero.** La comunicación y la comprensión de los objetivos e intereses compartidos dentro de la empresa, deben ser tales que las reglas para establecer y aplicar costos horario de renta y reasignar variaciones presupuestarias no agreguen conflictos y complejidad innecesaria a una forma relativamente simple de hacer negocios.
- Cuarto.** Un equilibrio entre la responsabilidad, la autoridad y la rendición de cuentas del departamento de Construcción a corto plazo, centrados en la producción, responsables de cumplir con los requisitos operativos, y el departamento de Gestión de Equipos a largo plazo, centrados en la gestión de activos, y responsables del costo del equipo durante todo su periodo de propiedad debe revisarse constantemente para garantizar que el negocio, en su conjunto, siga siendo el foco principal de la organización.

Ventajas	Desventajas
La división de Gestión de Equipos asume la responsabilidad total de la gestión del activo durante toda su vida.	Las divisiones y proyectos de Construcción ven a los equipos como un medio para lograr un fin. Tienen poco o ningún compromiso con el periodo de propiedad total de las máquinas.
Los costos horario de los equipos están predeterminadas y se utilizan para la estimación, el control de costos y la gestión del desempeño en toda la empresa.	El costo horario de equipo crece hasta ser aceptada como una definición de costo de equipo. La construcción, rara vez o nunca, experimenta el costo real de poseer y operar equipos y tiene poca motivación para minimizar el costo real del equipo.
El equipo se traslada fácilmente de un proyecto a otro y la asignación de la flota se optimiza en toda la empresa.	Si bien la asignación está optimizada, se requieren reglas complejas para administrar la utilización una vez asignada en el proyecto. Los gerentes de Construcción frecuentemente están protegidos de los impactos en los costos de una baja utilización.
Los estándares y normas de Gestión de Equipos se establecen y mantienen de forma centralizada para toda la flota.	Los requisitos operativos, a nivel de proyecto, pueden anular las decisiones de selección, estandarización y mantenimiento centralizado.
La elaboración de presupuestos, cálculos de costos y presentación de informes son simples y se basan en un costo horario estándar bien entendida.	Las reglas complejas para permitir o compensar diferentes niveles de utilización, desgaste inusual y diferentes condiciones del proyecto añaden complejidad y rara vez mejoran la rendición de cuentas.

Hay una serie de ventajas y desventajas asociadas con una división de equipos centralizada.

### Sección 1-3. El caso de una flota regionalizada

Existen ventajas al centralizar la flota y colocar todos los activos de equipos bajo el control directo de un gerente de Gestión de Equipos, con conocimientos y experiencia, que sea responsable de las operaciones de equipos en toda la empresa (consulte la sección 1-2). El concepto funciona bien y muchas empresas han mejorado significativamente las operaciones de equipos al crear lo que es esencialmente una casa de renta interna.

La centralización funciona en las condiciones adecuadas, pero no es una solución única para todos. Las ventajas son muchas: veamos las tres que se citan con más frecuencia. En primer lugar, el liderazgo en la división de Gestión de Equipos representa a la empresa en todo lo relacionado con equipos, centraliza la experiencia y la información y establece estándares. En segundo lugar, el grupo centralizado puede mover equipos libre y rápidamente entre trabajos para maximizar la utilización al administrar la flota como un solo activo. En tercer lugar, el grupo centralizado establece costos horario internos y un mecanismo interno de cargos para cobrar los trabajos por el equipo que utilizan e incluir en la cuenta de Gestión de Equipos de la empresa (consulte la sección 13-2).

Estas son tres ventajas importantes, por lo tanto, una división de Gestión de Equipos centralizada debería funcionar bien. Cuando este no es el caso, el problema frecuentemente radica en los costos horarios internos y el mecanismo de cargo interno, los cuales no pueden ser perfectos e invariablemente hay opiniones diferentes cuando se trata de determinar exactamente cuánto cobrar a Construcción por la maquinaria (consulte la sección 13-2).

La rendición de cuentas también es un problema. Construcción se ven a sí mismos como responsables de los cargos internos del equipo y con frecuencia tienen poco compromiso con el costo real del equipo que utilizan. Hacen todo lo posible para reducir los costos laborales al nivel más bajo posible dentro del alcance de la política de la empresa y, a veces, más allá. Los márgenes laborales se basan en cargos internos que forman parte del mecanismo utilizado para recompensar y reconocer a los superintendentes y directores de proyectos exitosos.

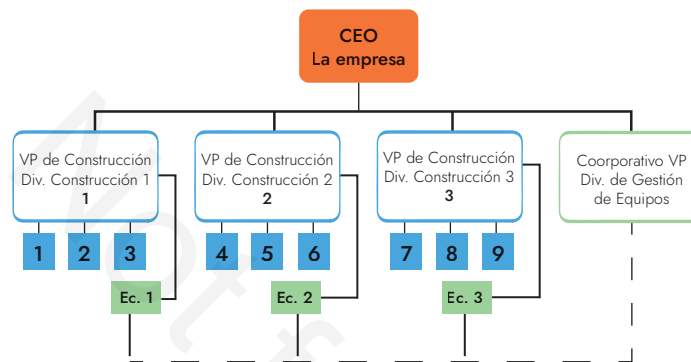
Una estructura centralizada se basa en el supuesto de que los resultados de los proyectos individuales se agregan a nivel divisional o corporativo, esto significa que ni la división de construcción ni los vicepresidentes regionales son responsables del costo real del equipo. La conciliación final entre los cargos por equipos y los costos reales de los equipos solo se produce “dos niveles arriba” a nivel de empresa total cuando los resultados de las divisiones de Construcción y de la división de Gestión de Equipos finalmente se consolidan en un estado de pérdidas y ganancias a nivel de empresa única. En ese momento, el gerente de proyecto, superintendente u operador individual, responsable del costo real del equipo utilizado para construir el trabajo en un proyecto individual, está perdido en la complejidad de la organización (consulte la sección 7-6).

La falta de responsabilidad por el costo real de los equipos a nivel laboral o regional introduce algunos comportamientos realmente malos, el acaparamiento y el abuso son dos que vienen a la mente. Se vuelven comunes comentarios como: “No voy a devolver esta máquina, tengo que pagarla de cualquier manera” y “A quién le importa la abolladura, es su máquina y todos los costos están incluidos en el precio de todos modos”.

La Figura 1.4 muestra una estructura organizacional que se puede utilizar con éxito para superar muchos de los impactos negativos de una única estructura centralizada. La empresa es muy similar a la Figura 1.3 porque tiene una entidad corporativa general y tres divisiones de Construcción, cada una encabezada por un vicepresidente de Construcción y cada una de las cuales ejecuta tres proyectos. La diferencia es que cada división de Construcción (o región) es responsable de su propia flota de equipos regionalizada que informa directamente y se consolida en los resultados producidos por cada región. Hay

un vicepresidente corporativo de Gestión de Equipos que tiene una responsabilidad de supervisión de “línea de puntos” para la gestión de las tres flotas regionalizadas.

El vicepresidente corporativo de Gestión de Equipos y el grupo que se muestra a la derecha de la **Figura 1.4** trabajan para garantizar que la empresa disfrute de aspectos positivos de la centralización tantos como sea posible, proporcionan experiencia enfocada en la Gestión de Equipos, desarrollan especificaciones de venta uniformes y estándares de mantenimiento que reflejan las mejores prácticas actuales y aportan la estandarización requerida a la empresa. Desarrollan relaciones con fabricantes, financieros y distribuidores para consolidar el valor de la empresa como cliente de nuevos equipos, repuestos y servicio. Su experiencia en la estructuración de préstamos y arrendamientos para desarrollar una estrategia de adquisiciones óptima y su conocimiento de la tecnología, agrega valor al consolidar y difundir nuevos desarrollos.



**Figura 1.4.** Los gerentes de Gestión de Equipos en cada región son responsables ante el vicepresidente de Construcción de la región en la que se implementa el equipo. Trabajan con el apoyo y la coordinación de un vicepresidente corporativo de Gestión de Equipos.

Gestión de Equipos a nivel corporativo también puede asesorar sobre los costos horario internos y el mecanismo de cargo interno utilizado para cobrar los trabajos por el equipo que utilizan. La importancia de los costos horario estandarizados disminuye a medida que la empresa crece y los puestos de trabajo varían cada vez más en tipo o ubicación. Los costos horario estandarizados probablemente no sean algo bueno para una empresa que trabaja en Vermont y Texas. Establecer costos horario apropiados y mecanismos de cobro adecuados para cada región de construcción es claramente una cuestión de acuerdos entre el vicepresidente de Operaciones de la región y el vicepresidente corporativo de Gestión de Equipos.

La ventaja más significativa de una estructura de Gestión de Equipos regionalizada está en el área de una mejor rendición de cuentas. Si un gerente de proyecto dice: “No voy a devolver esta máquina, tengo que pagarla de cualquier manera”, entonces el vicepresidente regional de Construcción, de quien depende el gerente de proyecto, dirá: “Es nuestra máquina, necesito la utilización para recuperar nuestro costo fijo de propiedad, devolverla al patio para poder venderla o reubicarla”. Si un gerente de proyecto dice: “¿A quién le importa la abolladura?, es su máquina y, de todos modos, está en el costo horario”, entonces el vicepresidente regional de Construcción dirá: “Es nuestra máquina, somos responsables de los costos reales. Cuida nuestro equipo”.

El hecho de que la conciliación final entre los cargos por equipo y los costos reales tenga lugar dentro de una región de construcción determinada, hace que muchas de las discusiones altamente emocionales sobre el costo horario y el mecanismo interno de cargo sean discutibles ([consulte la sección 13-2](#)). Si los gerentes de proyecto creen que un costo horario es demasiado alta o si no les gusta el proceso mediante el cual los costos fijos no recuperados que surgen de la falta de utilización se cargan a sus trabajos, entonces

es un asunto que debe resolverse dentro de su división operativa con la guía y el asesoramiento del vicepresidente corporativo de Gestión de Equipos.

Todo el mundo sabe que los costos reales recaerán y que el desempeño regional se medirá como la diferencia entre el dinero ganado y el costo real de ganar ese dinero. Se eliminan los cargos internos a nivel regional. Los juegos con utilización, costos horarios y horas insuficientes informadas terminan ahí.

En la práctica, existen dos niveles de regionalización. Una regionalización “dura” cuando las regiones operativas son empresas separadas que poseen y operan los equipos que utilizan; en el curso normal del negocio se produce un estado de pérdidas o ganancias en la cuenta de Gestión de Equipos y este se consolida con el estado de pérdidas o ganancias de Construcción para producir el estado de pérdidas y ganancias final de la empresa, las transferencias de equipos entre empresas ocurren muy raramente y se tratan como eventos de compra/venta. Una regionalización “suave” de la flota ocurre cuando las regiones se definen por geografía o línea de negocio, y cuando los estados de pérdidas y ganancias para el equipo en una región determinada se producen como subtotales dentro de la cuenta de Gestión de Equipos de la empresa.

Estos subtotales regionales para las recuperaciones superiores o inferiores a los costos horario estandarizados se consolidan con las declaraciones de pérdidas o ganancias de Construcción, a nivel regional, para brindar una declaración de pérdidas y ganancias verdadera. Las transferencias de equipos entre regiones se manejan codificando la unidad en la región apropiada durante el periodo apropiado.

El punto clave es que la conciliación final entre los cargos de equipo y los costos reales de equipo ocurra “un nivel arriba” y que los vicepresidentes de cada región de Construcción puedan tomar medidas con sus subordinados directos para remediar la situación y mejorar el desempeño de la región. Hemos pasado del “ellos y nosotros” al “usted y yo”.

Parece trillado, pero tiene mucho sentido alinear la organización y la estructura de informes utilizada para Gestión de Equipos con la utilizada para Construcción y hacer que el vicepresidente regional de Construcción sea responsable de todas las operaciones. No obstante, debe hacerse bajo la dirección de un vicepresidente de Operaciones de Equipos corporativos que represente a la empresa en todo lo relacionado con equipos, centralice la experiencia, la información y establezca estándares, de lo contrario, la empresa se encamina hacia el caos y la duplicación.

Regionalizar la flota y responsabilizar a los vicepresidentes regionales por el costo de los equipos puede funcionar. Es posible descentralizar las decisiones operativas y al mismo tiempo centralizar los estándares para lograr la excelencia en toda la empresa. El éxito depende de tres cosas:

**Primero.** La sabiduría y el valor agregado por Gestión de equipos a nivel corporativo.

**Segundo.** El apoyo que obtienen a nivel corporativo.

**Tercero.** La aceptación universal del hecho de que los equipos son un activo corporativo que exige una gestión especializada.



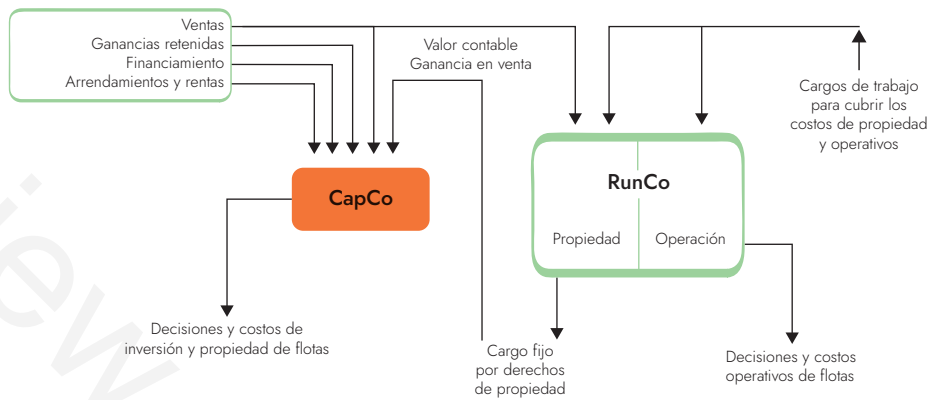
Los activos de equipo deben gestionarse durante todo su ciclo de vida. La descentralización extrema y la falta de atención a los equipos como activo corporativo pueden hacer que la flota se convierta en un terreno sobreexplotado, en una organización centrada exclusivamente en resultados a corto plazo.

### Sección 1-4. El caso de una empresa de capital

Los costos de propiedad representan entre el 25 y el 30% del costo total de propiedad y operación de una flota. Es una porción grande y, afortunadamente, muy manejable. La mayoría de los costos se definen cuando se firma el trato y la mayor parte del dinero se gasta por adelantado cuando se toma posesión del activo y se pone a trabajar. No hay mucha incertidumbre, pero sí muchas complejidades. Un análisis cuidadoso puede producir grandes dividendos, y de hecho lo hace.

La naturaleza especializada de los costos de propiedad y el hecho de que exigen altos niveles de experiencia en contabilidad y finanzas hacen que muchas empresas establezcan dos centros de responsabilidad separados y distintos para la gestión de flotas. El primero es responsable de todas las decisiones y costos de inversión y propiedad de la flota, mientras que el segundo está a cargo de las resoluciones y costos operativos. Las entidades pueden ser cuentas separadas dentro de la empresa en general o, como ocurre cada vez más, constituirse como corporaciones separadas con estructuras de propiedad similares o ligeramente diferentes.

La **Figura 1.5** muestra cómo funciona y cómo fluyen los costos y cargos entre la entidad responsable de las decisiones y costos de inversión, denominada CapCo, y la entidad responsable de las decisiones y costos operativos, denominada RunCo. Una CapCo puede centralizar todas las decisiones de inversión y propiedad de varias RunCo y, si es necesario, muy diferentes.



**Figura 1.5.** La CapCo aporta experiencia especializada a la gestión de todas las decisiones de venta de equipos y costos de propiedad. De hecho, desempeña el papel de “una casa de arrendamiento interna”.

La CapCo inicia el proceso adquiriendo el equipo necesario para respaldar las operaciones y lograr los objetivos de la empresa a largo plazo. Este no es un ejercicio trivial, ya que el capital es un recurso escaso y costoso y la construcción es un negocio que requiere mucho de él. Hay dos formas básicas en las que la CapCo puede adquirir equipos. En primer lugar, utilizando ganancias retenidas y, si es necesario, financiamiento externo para comprar y apropiarse de nuevas inversiones de capital en la flota. En segundo lugar, celebrando “contratos de derecho de uso”, como arrendamientos y rentas, que detallan los términos y condiciones bajo los cuales la CapCo tiene derecho a utilizar equipos propiedad de terceros.

Estos dos métodos para adquirir equipos impactan el balance de manera diferente y cada uno tiene sus propias fortalezas y debilidades (consulte la sección 11-5). El uso prudente del financiamiento disponible, la gestión y flujo de efectivo, el mantenimiento de tasas de balance deseables y la asignación de códigos tributarios complejos son el núcleo de la experiencia que la CapCo aporta. Es un tema especializado que requiere un nivel de sofisticación financiera fuera del alcance de muchos.

El equipo adquirido por la CapCo se pone a disposición de la RunCo, donde se utiliza según sea necesario para completar la construcción y generar pagos que fluyen hacia la cuenta del trabajo (ver la Figura 3.1). La RunCo paga a la CapCo un cargo de propiedad fijo por todos los equipos asignados en sus proyectos, independientemente de la forma en que hayan sido adquiridos. La RunCo es responsable de todas las decisiones y costos operativos y equilibra sus libros cobrando a los trabajos un costo horario de uso del equipo por hora, día o semana y luego utilizando estos “ingresos” para (i) compensar los cargos fijos de propiedad cobrados por la CapCo y (ii) cubrir los costos operativos reales del equipo utilizado para realizar el trabajo.

Al final de su vida económica, la venta de activos genera un flujo de fondos que permite a la CapCo cancelar cualquier deuda restante, cancelar el valor contable de la máquina y sacar el activo del registro de activos. Si hay una ganancia por la venta en relación con el valor contable, entonces la ganancia se acumula para la RunCo, ya que fue gracias a sus buenos esfuerzos que el valor de la máquina superó las expectativas. Si hay una pérdida en el valor contable, entonces, de la misma manera, la RunCo compensa la diferencia entre el valor contable y el valor de rescate.

Todo parece bastante sencillo, pero, como ocurre con la mayoría de las cosas, el diablo está en los detalles. Consideremos cuatro.

**Primero.** La RunCo paga un cargo de propiedad fijo por todas las máquinas utilizadas en sus proyectos y recupera estos cargos cobrando a los trabajos un costo horario, día o semana por el equipo que utilizan, por lo tanto, el riesgo de no recuperar los costos fijos recae en ella. Esto es totalmente

apropiado, ya que es casi seguro que la RunCo defendió la decisión de compra y es capaz de gestionar tanto la disponibilidad como la utilización del activo (consulte la sección 13-1). No hay ninguna razón por la que esta carga deba ser uniforme durante toda la vida útil de la máquina, fijarlo por encima del promedio en los primeros años permite recuperar el capital y reducir el valor contable más rápidamente.

**Segundo.** La RunCo se beneficia cuando el valor de rescate recibido, al enajenarse, supera el valor contable y le da una participación en el valor a largo plazo de la máquina y le anima a cuidar el activo. Nuevamente, esto es totalmente apropiado, ya que la RunCo es responsable de todas las decisiones operativas y puede, mediante buenas prácticas y una capacitación efectiva, afectar significativamente el valor de mercado de los equipos que utiliza.

**Tercero.** La CapCo es la “propietaria” del equipo y es responsable de garantizar que (i) los activos de la empresa conserven su valor y alcancen los periodos de propiedad asumidos y (ii) la empresa respete los términos y condiciones de los acuerdos de derecho de uso. Esto significa que la CapCo debe ser responsable de establecer y hacer cumplir todos los procedimientos de mantenimiento preventivo y basado en condiciones requeridas (consulte la sección 14-2). Esto no es negociable y es una parte absolutamente esencial de cualquier proceso en el que una entidad posee un activo y otra mantiene y opera ese activo.

**Cuarto.** Cada entidad se centra en lo que mejor sabe hacer. La RunCo produce el trabajo terminado de forma segura, a tiempo, dentro del presupuesto y con la calidad requerida. Opera la flota de una manera que maximiza la productividad y la confiabilidad y reduce los costos operativos. Conoce el costo de propiedad de los equipos asignados en sus proyectos y maximiza su posición en relación con la CapCo al aumentar la utilización y centrarse en las decisiones necesarias para recuperar los cargos fijos de propiedad.

La CapCo busca y firma los mejores acuerdos posibles y optimiza la forma en que la empresa encuentra y paga los escasos recursos de capital. Gestiona una parte muy importante del activo del balance de la empresa y reúne las habilidades y recursos necesarios para hacerlo con éxito infalible.

Muchas empresas pequeñas no distinguen entre gestión de activos de capital (CapCo) y gestión de operaciones de flotas (RunCo), por este motivo, el gerente de Gestión de Equipos asume ambas responsabilidades en el día a día. Esto muchas veces funciona muy bien, el problema es que las decisiones de gestión de activos con frecuencia pasan a un segundo plano en relación con la extinción de incendios diaria asociada con las operaciones de campo y no se les presta la atención adecuada (consulte la sección 11-2).

### El cálculo de costos horario

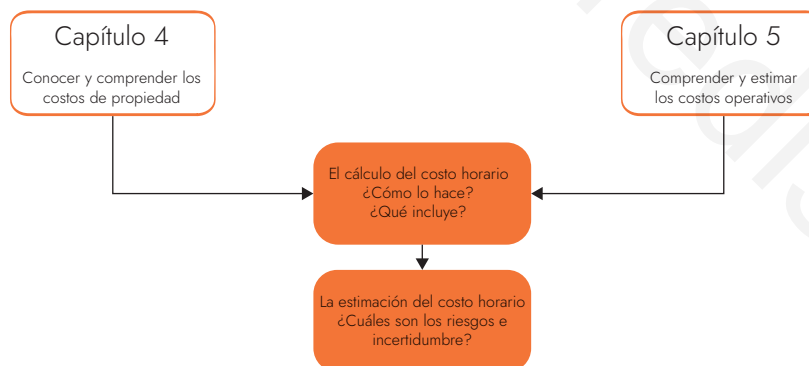
Este capítulo tiene el título equivocado. El uso de la palabra “cálculo” hace que parezca un proceso preciso con una solución correcta. Nada más lejos de la verdad. Calcular —o más correctamente, estimar— un costo horario está plagado de incertidumbre, lo que provoca que rara vez haya una respuesta adecuada, pues hay miles de maneras de realizar el cálculo.

La Figura 3.1 y el material cubierto en los capítulos 4 y 5 confirman el hecho de que los costos de propiedad y operación son una combinación de costos y cargos, algunos de los cuales ocurren anualmente porque usted tiene la máquina en su flota, otros se producen cada hora porque ha girado la llave y la ha puesto a trabajar. Los capítulos también confirmaron que existe una incertidumbre sustancial asociada con los costos de propiedad y operación que varían con la edad, la aplicación y la operación durante todo el periodo de propiedad de una máquina. La Figura 6.1 muestra cómo encajan las piezas y enfatiza el hecho de que el cálculo del costo horario:

- I. Se basa en los costos estimados de propiedad y operación.
- II. No puede ser más que una estimación de los costos que probablemente se experimentarán durante el periodo de propiedad de la máquina.

Esto lleva a la siguiente afirmación importante:

**La precisión y calidad del cálculo de costos horario dependen de la precisión y calidad de las estimaciones de costos utilizadas, no de la complejidad o sofisticación del método utilizado para realizar el cálculo.**



**Figura 6.1.** El cálculo del costo horario se basa en los costos estimados de propiedad y operación y es, en sí mismo, una estimación de los costos futuros.

Respecto al cálculo del costo horario en sí, surgen dos cuestiones:

1. ¿Cómo lo hace?
2. ¿Qué incluye?

### ¿Cómo lo hace?

Como se mencionó, hay diferentes maneras de realizar un cálculo de costos horario. En un extremo del espectro existen metodologías complejas basadas en el valor actual neto del flujo de efectivo después de impuestos. En el otro extremo se encuentran las metodologías que se basan simplemente en sumar los costos esperados durante el periodo estimado de propiedad de la máquina y dividir el total por el número total de horas que probablemente se trabajarán en ese periodo.

La **sección 2-3** recomendó el uso de metodologías transparentes y bien entendidas para mejorar la comunicación y la comprensión en los procesos de asignación de costos horarios. La complejidad del cálculo no contribuye a la precisión de la estimación producida y siempre se debe utilizar la metodología viable más sencilla.

### ¿Qué incluye?

La **sección 4-3** discutió si existe o no la necesidad de prever un rendimiento sobre el capital de los propietarios en la parte del costo de propiedad del cálculo del costo horario; de igual manera, sugirió que se incluya en función de la naturaleza intensiva en capital de las operaciones de equipo, la complejidad de gestión financiera y la necesidad de buenas opciones entre opciones sofisticadas de financiamiento, arrendamiento y renta. Sin embargo, esto es una cuestión de discusión y acuerdo dentro de la organización, ya que muchos creen que los costos horario deberían centrarse principalmente en la recuperación de costos.

La **sección 4-4** se centró en el valor de rescate y argumentó que debería incluirse en el cálculo porque (i) cero es la peor suposición que se puede hacer, (ii) una suposición de cero produce costos horarios que son menores que competitivo, y (iii) poco se hará para maximizar el valor de la máquina durante su periodo de propiedad y en el momento de la venta si se supone que el valor residual es cero y no se espera ningún beneficio cuando se venda la máquina.

El material de este capítulo se presenta en tres secciones.

#### SECCIÓN 6-1

<b>Un formato para el cálculo de costos horario</b>	Una presentación detallada de un formato simple y directo que se puede utilizar para calcular un costo horario de recuperación de costos.	126
---	---	-----

#### SECCIÓN 6-2

<b>Análisis de sensibilidad</b>	Un análisis del impacto del riesgo y la incertidumbre en las estimaciones utilizadas en el cálculo del costo horario.	132
---------------------------------	---	-----

#### SECCIÓN 6-3

<b>Calibración del cálculo del costo horario</b>	Cómo se pueden utilizar fuentes adicionales de información y experiencia interna para calibrar los costos horario existentes.	134
--	---	-----

## Sección 6-1. Un formato para el cálculo de costos horario

La única forma de calcular el costo real de propiedad y operación de una máquina es esperar hasta venderla, sumar todo el dinero gastado y dividir por las horas trabajadas. Esto podría ser algo interesante de

hacer, pero sólo será de interés histórico. El secreto del éxito y el verdadero desafío reside en estimar los costos futuros en lugar de registrar lo sucedido.

Estimar costos horario utilizando una metodología abierta, transparente y bien entendida es una de las cosas más importantes que se pueden hacer para reducir los conflictos y malentendidos entre Construcción y Gestión de Equipos (consulte la sección 2-3). Se logra mucho utilizando un formato estándar que sea comprendido y aceptado por todos y donde las distintas estimaciones que deben realizarse sean abiertas y claras. Las calculadoras de caja negra en las que “ingresas los números” y “obtienes las respuestas” ayudan de poco cuando se trata de generar confianza y producir cálculos que todos consideren justos y razonables. Las hojas de cálculo, por otro lado, hacen esto muy bien. Cada número es abierto y visible; cada número se puede discutir y acordar al revisar y comunicar los resultados.

Una buena estimación requiere que los datos disponibles se utilicen sabiamente, que se hagan suposiciones realistas y que se comprendan bien las incertidumbres involucradas. Si se compra una excavadora por 310,000 dólares y se estima que el valor de rescate es de 70,000 dólares después de cuatro años, entonces es fácil calcular la depreciación en 60,000 dólares por año. El costo horario de depreciación podría ser tan alta como \$60 por hora si se supone que la utilización es de 1,000 horas por año, o podría ser tan baja como \$24 por hora si se supone que la utilización es de 2,500 horas por año. La habilidad no reside en la aritmética sino en las estimaciones y los supuestos subyacentes. En la Figura 6.2 se muestra un cálculo típico de costo horario simple. Se puede analizar bajo seis puntos:

### 1. El panel del encabezado.

El panel del encabezado se muestra en las filas 1 a 4. La columna C proporciona información común sobre (i) la marca y el modelo del grupo de costos horarios para el cual se realiza la estimación y (ii) el nombre del estimador que preparó la estimación y la fecha en que se realizó.

La columna D es importante porque identifica los grupos de estudio que se emplearon para calcular el valor de rescate y los coeficientes de la curva de mano de obra y refacciones utilizados en el análisis. Vemos que los coeficientes del valor de rescate se calcularon a partir de datos del grupo de estudio VR5 —el grupo de estudio identificado en la Figura 4.7— utilizado en el proceso de ajuste de curvas descrito en la sección 4-4. También vemos que los coeficientes de la curva de refacciones y mano de obra se calcularon utilizando datos del grupo de estudio RPL9 —grupo de estudio identificado en la Figura 5.3— y utilizado en el proceso de ajuste de la curva descrito en la sección 5-2.

La columna E identifica los cuatro coeficientes. La columna F proporciona sus valores según lo determinado en las secciones 4-4 y 5-2. Estas son entradas para el cálculo y aparecen en celdas grises: F1, F2, F3 y F4.

### 2. Periodo estimado de propiedad y supuestos de utilización.

Las suposiciones hechas con respecto al periodo estimado de propiedad y utilización aparecen en las filas 5 a 8. La fila 5 proporciona el periodo de propiedad estimado de 8 años como entrada en una celda gris. La fila 6 proporciona el valor supuesto para la utilización esperada en el primer año de propiedad como insumo en una celda gris. La fila 7 proporciona una estimación del número de horas por año que se espera que la utilización disminuya después del primer año. El valor de 100 horas por año dado como entrada en la celda gris significa que la utilización anual disminuirá de 2,000 horas en el primer año a 1,900 horas en el segundo año, 1,800 horas en el tercer año y así sucesivamente a medida que la máquina envejezca.

Los tres supuestos anteriores se utilizan para calcular la fila 8: las horas estimadas trabajadas en el periodo de propiedad. La fila 8 y el valor en ella se muestran con rojo para enfatizar el hecho de que las horas estimadas trabajadas en el periodo de propiedad juegan un papel extremadamente importante en el cálculo (consulte la sección 13-1).

A	B	C	D	E	F	G
1	Marca y modelo	ABC	Coeficientes de VR5	K	0.8184	Consulte la sección 4-4
2		MSD 2		EXP	-0.506	
3	Análisis por	Pete Smith	Coeficientes de RPL9	A	0.0066	Consulte la sección 5-2
4	Fecha	julio 2020		B	0.0073	
	Partida	Cálculo	Valor	Unidades	Costo horario: \$/hora	Notas
5	Periodo estimado de propiedad		8	Años		
6	Utilización estimada, primer año		2,000	Horas por año		Consulte la sección 12-3
7	Disminución anual estimada en la utilización		100	Horas por año		
8	Horas estimadas trabajadas en el periodo de propiedad		13,200	Horas		
9	Precio de compra		\$450,000			
10	Valor de rescate estimado %		22%	%		Consulte la sección 4-4
11	Depreciación	9 - (9 x 10)	\$350,191	Durante 8 años		Consulte la sección 4-2
12	<b>Costo horario para cubrir la depreciación</b>	11 ÷ 8			\$26.53	Por hora
13	Tasa de interés anual		6%	% por año		Consulte la sección 4-3
14	Base para el cálculo del interés anual	SAV	\$274,904			Consulte la sección 4-3
15	Costo anual de intereses sobre el capital	13 X 14	\$16,494	Por año		
16	<b>Costo horario para cubrir los intereses del capital</b>	(15 x 5) ÷ 8			\$10.00	Por hora
17	Costo anual de seguros, licencias, etc.		\$12,000	Por año		
18	<b>Costo horario para cubrir otras posesiones</b>	(17 x 5) ÷ 8			\$7.27	Por hora
19	<b>COSTO TOTAL DE PROPIEDAD</b>	12 + 16 + 18			\$43.80	por hora
20	Piezas de desgaste - costo directo		\$2,600	Por set		Consulte la sección 5-1
21	Factorizar el costo		1.2			Para instalación
22	Vida esperada		500	Horas		Basado en condiciones
23	<b>Costo horario para cubrir piezas de desgaste</b>	21 x 22 ÷ 23			\$6.24	por hora
24	Neumáticos/Orugas: costo directo		\$42,000	P&B y reemplazar		Consulte la sección 5-1.
25	Factorizar el costo		1.1			Para instalación
26	Vida esperada		5000	Horas		Basado en condiciones
27	<b>Costo horario para cubrir neumáticos/orugas</b>	25 x 26 ÷ 27			\$9.24	Por hora
28	Servicio PM - costo directo		\$5,000	Cada ciclo		Consulte la sección 5-1
29	Factorizar el costo		1.3			Para viajar
30	Intervalo de servicio PM		2000	horas		Fijado por política
31	<b>Costo horario para cubrir PM</b>	29 x 30 ÷ 31			\$3.25	Por hora
32	Inspección CBM - costo directo		\$1,200	cada		Consulte la sección 14-2
33	Factorizar el costo		1.1			Para analizar
34	Intervalo de inspección		750			Fijado por política
35	<b>Costo horario para cubrir el programa CBP</b>	36 x 37 ÷ 38			\$1.76	
36	<b>Refacciones y mano de obra %</b>		136%			Consulte la sección 5-2
37	Costo total estimado de refacciones y mano de obra cuando se venden		\$611,582	suma		Consulte la sección 5-2
38	<b>Costo horario para cubrir repuestos y mano de obra</b>	37 ÷ 8			\$46.33	Por hora
39	<b>COSTO OPERATIVO DIRECTO TOTAL</b>	23 + 27 + 31 + 35 + 38			\$66.82	Por hora
40	Combustible - costo directo		\$2.25	Por galón		Consulte la sección 5-1.
41	Combustible - costo de dispensación		\$0,75	Por galón		
42	El consumo de combustible		7	GPH		Basado en registros
43	<b>Costo horario para cubrir combustible</b>	(40+41) x 42			\$21.00	por hora
44	Costo indirecto prorrateado en función de los ingresos		\$12,000	Por año		Consulte la sección 5-5
45	Costo horario para cubrir el costo indirecto prorrateado	(44 x 5) ÷ 8			\$7.27	Por hora
46	<b>COSTO TOTAL DE PROPIEDAD Y OPERACIÓN</b>	19+39+ 43+45			\$138.89	Por hora

Figura 6.2. Un formato para el cálculo del costo horario.

### 3. Costos de propiedad.

El cálculo del costo de propiedad se proporciona en las filas 9 a la 19. Resalta el hecho de que la depreciación se ha mantenido muy simple. Se define como la diferencia entre el precio de compra y el valor de rescate estimado (consulte la sección 4-2) y no se menciona ninguna política de depreciación compleja o controvertida.

También se observa que se ha hecho una provisión para el costo de los intereses sobre el capital basado en los argumentos presentados en la sección 4-3, el cual tiene en cuenta el hecho de que tanto las instituciones financieras como los inversionistas de capital esperan un retorno de su inversión.

El precio de compra de la máquina en estudio es ciertamente un dato para el cálculo y se indica en la celda gris, D9. El porcentaje estimado del valor residual marcado indicado en D10 se basa en los valores de K y EXP indicados en F1 y F2 y se calcula como se describe en la sección 4-4. Esto se utiliza para calcular la depreciación en la fila 11 y el costo horario para cubrir la depreciación en la fila 12.

Si no se ha realizado el análisis descrito en la sección 4-4 y si los valores para K y EXP no están disponibles, entonces será necesario ingresar un valor estimado para el porcentaje del valor de rescate como entrada en la celda D10. Esto se puede hacer utilizando la técnica gráfica expuesta en el Apéndice 1.

La tasa de interés anual utilizada en el cálculo del costo de capital es un dato para el cálculo y se indica en la celda gris, D13. El valor promedio simple (SAV) entre el precio de compra y el valor de rescate se proporciona en D14. El costo anual del capital se da en D15 y el costo horario para cubrir los intereses del capital se da en F16.

El costo anual de licencias, seguros y similares es un dato para el cálculo y se indica en la celda gris, D17. El costo horario para cubrir esto se proporciona en F18. La fila 19 suma las tres categorías de costos de propiedad para obtener el costo total de propiedad en la celda F19.

### 4. Costos operativos directos.

El cálculo del costo operativo directo se proporciona en las filas 20 a 39. Las categorías relativamente constantes (consulte la sección 5-1) que pueden estimarse utilizando el conocimiento del costo de una acción y el intervalo entre acciones sucesivas se estiman en las filas 20 a 35. Cada categoría utiliza el mismo enfoque; la primera fila indica el costo directo de la acción; la segunda proporciona un factor que permite realizar la acción (viajar al proyecto y realizar el trabajo); la tercera indica el intervalo entre acciones sucesivas, y la cuarta el costo horario.

El cálculo de refacciones y mano de obra se proporciona en las filas 36, 37 y 38. El porcentaje estimado de refacciones y mano de obra que aparece en la fila 36 se basa en los valores para A y B dados en F3 y F4, se calcula como se describe en la sección 5-2. Esto se utiliza para calcular el costo estimado de refacciones y mano de obra en la fila 37 y el costo horario para cubrir refacciones y mano de obra en la fila 38.

Si no se ha realizado el análisis descrito en la sección 5-2 y no se dispone de los valores de A y B, habrá que calcular el coste total de la mano de obra y las refacciones para las horas estimadas del periodo de propiedad e ingresarlo en la celda D37. La técnica gráfica proporcionada en el Apéndice 2 se puede utilizar para estimar un valor para la celda D37. La fila 39 suma las cinco categorías de costos operativos directos para obtener el costo operativo directo total por hora en la celda F39.

### 5. Combustible.

El costo horario para cubrir el combustible se calcula en las filas 40 a 43 utilizando el mismo método de cuatro filas que se utiliza para las categorías de costos operativos directos relativamente constantes. El costo directo del combustible en la fila 40 es un riesgo importante y el costo horario para cubrir el combustible debe calcularse de forma clara e independiente.

**6. Costos indirectos y costos totales de propiedad y operación.**

Estos se muestran en las filas 44 a 46, donde los costos indirectos prorrateados (consulte la sección 5-5) se agregan al cálculo como el ingreso proporcionado en la celda gris, D44. El costo horario para cubrir este costo se proporciona en la celda F45.

La celda F 46 suma las celdas F19, F39, F43 y F45 para dar el costo total estimado de propiedad y operación por hora. El formato que se muestra en la Figura 6.2 pretende ser un ejemplo y una inspiración. No hay duda de que una metodología estándar, abierta, transparente y bien entendida para realizar el cálculo de costos horario mejora la comunicación y aporta coherencia a esta importante función. El uso rutinario de un formato como el de la Figura 6.2 genera confianza en el proceso y garantiza que todas las estimaciones utilizadas sean claras y bien comprendidas.

### Mejora de las estimaciones

**Las estimaciones utilizadas en el cálculo del costo horario determinan el resultado. Los siguientes pasos pueden mejorar el proceso de estimación:**

1. Utilice una cantidad razonable de tipos de costos claros y bien comprendidos. Para los costos de propiedad, utilice al menos tres: depreciación, intereses y otros costos de propiedad, como licencias, seguros e impuestos a la propiedad. Para los costos operativos directos utilice al menos cuatro: piezas de desgaste, neumáticos o trenes de rodaje, piezas de mantenimiento y reparación y mano de obra. Mantenga el cálculo del combustible por separado.
2. Asegúrese de que exista una coincidencia entre los tipos de costos que utiliza para estimar el costo horario y los tipos que utiliza para registrar los costos reales. Si estima los costos del tren de rodaje por separado, entonces es importante que su sistema de contabilidad registre los costos del tren de rodaje bajo un código separado para que pueda comparar los estimados con los reales, crear su base de datos y desarrollar los registros que necesita.
3. Concéntrese en lo que sabe. Probablemente necesite hacer menos suposiciones y tener más datos de los que cree. Si ha estado utilizando excavadoras durante varios años, debería tener una muy buena idea de cuántas horas trabajan en un año y qué edad tienen cuando las vende. Por otro lado, si está estimando el costo de la primera draga de arrastre que haya tenido, entonces las horas trabajadas por año serán una suposición real. También hay mucha información disponible en el dominio público: los resultados de las subastas están disponibles y proporcionan una base excelente para estimar los valores residuales.
4. No sea demasiado conservador y asuma el peor de los casos. No hace falta mucha valentía para suponer que el valor residual es cero. Tampoco es muy inteligente, ya que cero es ciertamente incorrecto. Ser conservador está bien, reduce el riesgo de sorpresas dolorosas y “deja las ganancias en la especulación”. Sin embargo, ser demasiado conservador dará como resultado estimaciones elevadas y costos horario poco competitivos. Las pérdidas estarán en las ofertas que nunca ganó.
5. Utilice un formato estandarizado y bien comprendido para el cálculo. En la literatura de la mayoría de los fabricantes se proporcionan formatos estandarizados para las estimaciones de costos de propiedad y operación. No son perfectos, pero son simples, fáciles de entender y de hacer el trabajo. Desarrolle un formato propio basado en la **Figura 6.2**, compéndalo, utilícelo de manera consistente y mejórello comparando los valores reales con los valores estimados y recopilando los registros que necesita. Es mejor conocer y comprender un proceso simple que perder el contacto con la realidad introduciendo números en una fórmula compleja.

## Sección 6-2. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una forma bien conocida y aceptada para descubrir cómo el resultado de un cálculo complejo se ve afectado por un cambio en cualquiera de las muchas estimaciones necesarias para llegar a la respuesta final. Si el cambio influye mucho en la respuesta, se dice que el cálculo es sensible a esa estimación; si hay poco o ningún impacto entonces el cálculo no es sensible a esa estimación.

El cálculo del costo horario establecido en la [sección 6-1](#) es un cálculo complejo y el resultado final depende de muchas estimaciones, por lo tanto, tiene mucho sentido realizar un análisis de sensibilidad y descubrir dónde se encuentran los números críticos. El proceso no es complejo una vez que se tiene un formato estándar basado en hoja de cálculo como el que se muestra en la [Figura 6.2](#). Todo lo que se necesita es:

- i) Identificar las estimaciones a estudiar.
- ii) Variar el valor estimado utilizado en el cálculo en un porcentaje determinado (normalmente se utiliza el 20%).
- iii) Rehacer el cálculo dejando todas las demás estimaciones como estaban en el caso base.
- iv) Observar el impacto en la respuesta final.

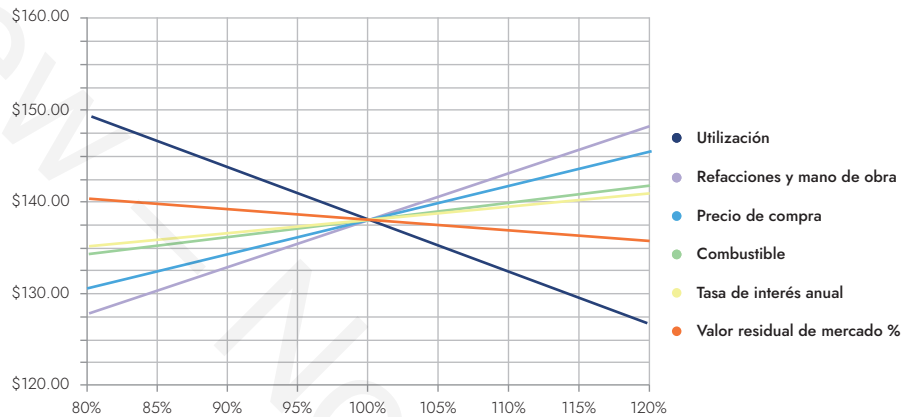
La [Figura 6.3](#) muestra los cálculos necesarios para seis de las estimaciones realizadas en la [sección 6-1](#). Las columnas A y B coinciden con las utilizadas en la [Figura 6.2](#). La columna D proporciona los valores base utilizados en el cálculo. La columna C reduce el valor base utilizado en un 20% y la columna E aumenta el valor base utilizado en un 20%. Las columnas F, G y H dan los valores inferiores, base y superior para el costo estimado de propiedad y operación por hora dados los cambios realizados en cada una de las seis estimaciones.

A	B	C	D	E	F	G	H
		Valor estimado			Costo estimado de P&O por hora		
Fila	Estimado	Bajar por 20% a	Valor base	Aumentar por 20% a	Bajo valor	Valor base	Valor alto
8	Horas estimadas trabajadas	10,560	13,200	15,840	\$150.80	\$138.89	\$130.80
9	Precio de compra	\$360,000	\$450,000	\$540,000	\$131.59	\$138.89	\$ 146.20
10	Valor de rescate %	18%	22%	26%	\$139.98	\$138.89	\$ 137.90
13	Tasa de interés anual	5%	6%	7%	\$137.23	\$138.89	\$140.56
37	Total estimado de refacciones y mano de obra	\$489,266	\$611,582	\$733,898	\$129.63	\$138.89	\$148.16
40	Combustible - costo directo	\$1.80	\$2.25	\$2.70	\$135.74	\$138.89	\$ 142.04

**Figura 6.3.** El análisis de sensibilidad realizado en el cálculo del costo horario básica muestra los impactos de una reducción del 20% y un aumento del 20% en estimaciones seleccionadas utilizadas en el cálculo que se muestra en la [Figura 6.2](#).

El impacto del cambio en los valores de cada una de las seis estimaciones analizadas se representa en la [Figura 6.4](#). Como puede verse, el impacto varía enormemente. Los resultados, por supuesto, dependen de los costos relativos utilizados en el cálculo y no se cumplen en todos los casos. Todo lo que se puede decir es que los costos utilizados en la [Figura 6.2](#) producen una situación en la que:

- La utilización, definida como las horas trabajadas cuando se vende al final del periodo de propiedad estimado, claramente tiene el mayor impacto en el costo total estimado de propiedad y operación por hora. Esto se analiza nuevamente en la [sección 13-1](#).
- Las refacciones y la mano de obra, el precio de compra y el combustible son, en ese orden, las siguientes estimaciones más importantes.
- La tasa de interés anual y el valor de rescate desempeñan un papel sorprendentemente pequeño en el análisis.



**Figura 6.4.** La utilización, las refacciones, la mano de obra y el precio de compra tienen la mayor influencia en el costo horario estimado de costos de propiedad y operación.

El análisis de sensibilidad es una herramienta poderosa que proporciona información importante y significativa sobre cualquier cálculo complejo. De hecho, se puede argumentar que tiene poco valor saber que se estima que una máquina cuesta \$138.89 por hora sin poder responder a las preguntas: “¿De qué depende esto?” y “¿Qué tan sensible es el costo horario calculado al cambio en cualquiera de los parámetros de entrada?”. El impacto de la utilización en el costo horario se analiza con detalle en la [sección 13-1](#).



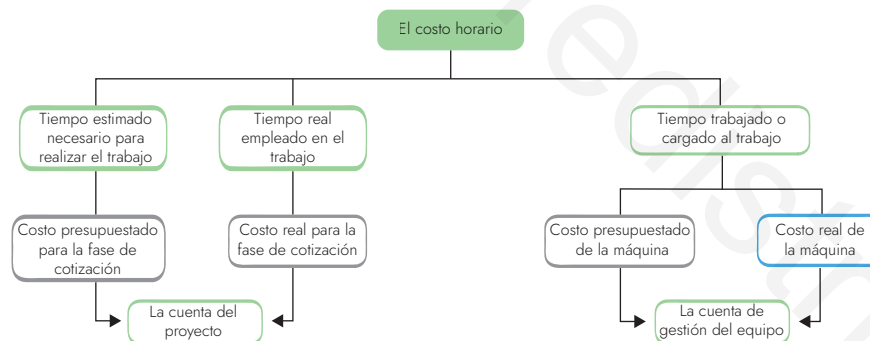
Los costos de propiedad y operación de los equipos están sujetos a riesgos e incertidumbres sustanciales. La utilización anual y la reparación de piezas y mano de obra desempeñan un papel importante.

### Sección 6-3. Calibración del cálculo del costo horario

El costo horario de equipos significa mucho para las personas y está plagada de emociones y malentendidos. Se utiliza en toda la empresa para estimar costos y medir el desempeño, la gente olvida que no es más que una estimación provisional del costo real que la empresa espera experimentar durante el periodo de propiedad de una clase o categoría particular de equipo.

La necesidad de establecer un costo horario, semana o mes para una máquina surge del hecho de que la mayoría de los costos de equipo ocurren en cantidades discretas relativamente grandes, distribuidas en momentos aleatorios a lo largo de la vida útil de la máquina. El costo horario promedia estos grandes gastos poco frecuentes y los reparte uniformemente a lo largo del periodo de propiedad, de modo que los costos puedan estimarse y el rendimiento pueda medirse en periodos más cortos. De hecho, el costo horario es muy parecido a una prima de seguro: montos relativamente pequeños pagados a intervalos regulares para cubrir el costo de las grandes transacciones que podrían ocurrir en puntos aleatorios e infrecuentes en el futuro. Al igual que con una prima de seguro, cuanto mayor y más frecuentes sean las reclamaciones, mayores serán los pagos. La Figura 6.5 muestra que los costos horario de equipo juegan un papel crítico en tres aspectos importantes de la gestión de la construcción:

- Primero.** Se utiliza para estimar, donde se multiplica por el tiempo estimado necesario para realizar el trabajo y calcular el costo presupuestado de un código de fase de trabajo en particular.
- Segundo.** Se utiliza en el cálculo de costos por órdenes de trabajos, donde se multiplica por el tiempo necesario para realizar el trabajo y calcular el costo real del código de fase.
- Tercero.** Se utiliza como mecanismo de elaboración de un presupuesto y recuperación de costos dentro de la cuenta de Gestión de Equipos, donde se multiplica por el tiempo que una máquina funciona o se carga a los trabajos para establecer el costo presupuestado por poseer y operar la máquina.



**Figura 6.5.** El costo horario se utiliza en la estimación para determinar el costo presupuestado, en el costeo del trabajo para determinar el costo real y en el costeo del equipo para determinar el costo presupuestado para cada máquina.

El hecho de que el costo horario influya en tantas partes del negocio hace que sea de vital importancia establecer un costo horario precisa, razonable y defendible para cada clase o categoría de equipo. Sin duda, la tarea requiere una reflexión sustancial, un análisis cuidadoso y buen juicio.

La **Figura 6.6** muestra cuántas áreas se pueden usar para enfocar, calcular y calibrar el costo horario. El proceso comienza en la parte inferior izquierda del diagrama con un buen cálculo teórico utilizando las mejores estimaciones disponibles y un formato estándar como el que se proporciona en la **sección 6-1**. El valor obtenido proporciona una base teórica para los costos de propiedad y operación bajo las condiciones supuestas, y ayuda a mostrar cómo las políticas internas para el cálculo de elementos, como la depreciación y el costo de capital, afecta el costo horario. Los conocimientos proporcionados por un cálculo teórico mejoran enormemente si el cálculo se repite aplicando un rango de valores de edad y utilización de modo que se puedan determinar tanto la magnitud como el momento del periodo óptimo de propiedad y el punto de costo óptimo (**consulte la sección 8-4**). Esto proporciona valores de referencia para el costo mínimo, así como el periodo de propiedad óptimo y proporciona la información necesaria para establecer un enfoque estructurado y cuantitativo para la planeación del reemplazo de flotas (**consulte la sección 9-2**). Los cálculos teóricos también son muy buenos cuando se trata de dividir el costo horario en sus principales tipos de costos, como costos de propiedad, costos operativos, combustible e indirectos (**consulte la sección 7-3**).



**Figura 6.6.** Se pueden utilizar muchas áreas para calcular, configurar y calibrar el costo horario.

Siempre es una buena idea probar o calibrar los cálculos teóricos utilizando estándares y normas publicados, como se muestra en la parte inferior derecha del diagrama. Muchas agencias publican lo que creen que debería ser el costo horario para una determinada clase de máquinas en las condiciones que suponen. Cada empresa es diferente y la experiencia individual puede variar enormemente según el tiempo, la ubicación y los factores económicos, por lo tanto, se debe tener mucho cuidado al utilizar estándares publicados para toda la industria y deben ajustarse constantemente a los cambios en los costos de los insumos, como la mano de obra y el combustible. Sin embargo, proporcionan un muy buen punto de partida y los administradores deben estar en condiciones de explicar por qué el costo horario calculada para una cargadora de ruedas de 4 yardas cúbicas y 200 caballos de fuerza asciende a \$95 por hora, mientras que el método propuesto por el cuerpo de ingenieros produce un resultado de \$52 por hora.

La parte superior del diagrama muestra un proceso muy diferente para establecer costos horario de equipos. Se basa en el hecho de que la empresa ha estado en el negocio por un tiempo, que mantiene

buenos registros y que puede utilizar la información de costos actuales para establecer presupuestos, calibrar los costos horario existentes y garantizar que estas reflejen los costos actuales lo mejor posible (ver la Figura 7.7).

Utilizar los costos actuales precisos de los equipos para establecer y calibrar costos horario que permitan a cada categoría de equipos recuperar sus costos reales es el estándar de oro. No es fácil de hacer y no es infalible. El futuro no refleja necesariamente el pasado y los datos históricos no pueden utilizarse sin cuidado y juicio, esto es particularmente cierto cuando las categorías son relativamente pequeñas y cuando la edad de las unidades individuales, dentro de una categoría, no está bien distribuida. También requiere que los datos de costos se recopilen y agrupen tanto por tipo de costo como por familia de equipo. Reunir costos en categorías de costos que son demasiado generales puede fácilmente producir resultados sin sentido y llevar a una situación en la que “si tiene suficientes cosas entonces, en el promedio, el promedio será promedio”. Como mínimo absoluto, los tipos de costos deben segregarse en costos de propiedad, operación, combustible e indirectos, y los equipos deben definirse claramente por familia de equipo, como se detalla en la [sección 7.2](#).

Las dos celdas al costado del diagrama proporcionan lo que muchos consideran la mejor manera de calibrar costos horario teóricos o basadas en la experiencia. “¿Qué soportará el mercado?”, es un hecho muy real de la vida en un mundo competitivo y todos los aspectos de las operaciones de la empresa deben examinarse si los cálculos y los datos disponibles producen costos horarios que difieren de las comparaciones en el ámbito competitivo. Establecer, mantener y calibrar constantemente un conjunto realista de costos horario internos, que representen todas las transacciones que probablemente ocurran durante el periodo de propiedad de las distintas unidades de la flota, es una operación importante de alto riesgo. Entonces, ¿qué se puede hacer para mejorar el rendimiento? Cinco cosas.

1. Reconocer y aceptar que el costo horario es una estimación. Es un número que se utiliza de forma continua en muchos lugares para representar o promediar una amplia gama de transacciones que ocurren en varios puntos durante el periodo de propiedad de una máquina. Algunas de estas transacciones serán grandes, otras serán pequeñas. Algunas se producirán anualmente y otras serán directamente proporcionales a las horas trabajadas. Representarlos con un número horario, diario o mensual es más un arte que una ciencia.
2. Reconocer que el uso del costo horario, al calcular las variaciones de los costos del trabajo y las variaciones de los costos de los equipos, afecta sólo las medidas de desempeño dentro de la organización. El único uso crítico del costo horario es estimar dónde influye en el valor contractual de la obra a construir. Reconocer los riesgos involucrados, proporcionar contingencias suficientes y marcar para cubrirlos.
3. Ser razonable y realista al establecer los dos números más importantes en el cálculo del costo horario: el periodo de propiedad estimado y la utilización anual estimada. Si la vida útil estimada es demasiado larga, reducirá la parte del costo horario de depreciación, pero seguramente aumentará la parte del costo horario de refacciones y mano de obra. Si la utilización anual es irrealmente alta, reducirá el costo horario, pero recuperará constantemente el costo fijo de propiedad.
4. Comprender la diferencia entre costos de propiedad y costos operativos y estimar un costo horario de propiedad y un costo horario de operación como dos porciones diferentes y distintas del costo horario total. Los costos de propiedad se fijan en gran medida cuando se firma el trato y la mayor incertidumbre radica en su utilización anual estimada. Con los costos operativos, sus principales riesgos son la aplicación y la operación ([consulte la sección 3-2](#)). Utilice sus datos, reflejan sus condiciones.
5. Conocer los componentes del costo horario total y utilizar estos subcostos horarios y su sistema de clasificación de costos para generar presupuestos, datos reales y variaciones por tipo de costo principal, como depreciación, refacciones y mano de obra, piezas de desgaste y combustible. Revisar, calibrar y ajustar sus costos horarios periódicamente utilizando su conocimiento sobre



# Gestión de la edad de la flota

Pocas cosas son más importantes que gestionar la edad promedio de una flota. La cantidad de moto-escrepas o perforadoras de roca que posee una empresa hace posible realizar el trabajo hoy. La edad promedio de la flota, y el importe invertido en reposición de flota, permiten a la empresa ser competitiva en el futuro. El costo de la flota y su edad son dos medidas muy diferentes. Uno mira al presente y el otro mira al futuro. Ambos son importantes y merecen una cuidadosa atención.

Cuando una empresa compra una excavadora, agrega un número finito y relativamente conocido de “horas de excavadora” que pueden utilizarse para producir trabajo en el futuro. Es como poner gasolina en un coche: se compra ahora una cantidad fija y se utiliza para viajar en el futuro. Todo el mundo sabe que hay que “comprar lo que quema” o el coche acabará funcionando vacío. Lo mismo ocurre con la flota. El equipo debe reemplazarse a medida que se utiliza o, de lo contrario, la empresa terminará con una flota destartalada y obsoleta que no llegará muy lejos.

El concepto de “comprar lo que quema” no es complicado: si la empresa utiliza seis excavadoras en promedio de 1,500 horas al año, y si cree que el periodo óptimo de propiedad de una excavadora es de 9,000 horas, a largo plazo debe comprar una excavadora al año para sustituir las 9,000 horas de excavadora “utilizadas” durante el año.

La gestión de la edad y un enfoque disciplinado y estable de las inversiones continuas necesarias para mantener la capacidad de la flota son esenciales para el éxito a largo plazo de la empresa. Una desaceleración del mercado, unos precios excesivamente competitivos y una reticencia a reinvertir en la flota conducen muy rápidamente a una espiral descendente en la que:

- El tiempo de actividad y la confiabilidad ya no son suficientes para completar el trabajo a tiempo y dentro del presupuesto. Los trabajos se retrasan, los márgenes se evaporan y el flujo de efectivo se convierte en un problema muy grave.
- El tiempo muerto y las fallas repetidas exigen cantidades excesivas de refacciones y mano de obra. Se superan los presupuestos de costos operativos y todos luchan contra los incendios.
- Los márgenes bajos o negativos dificultan el financiamiento de inversiones de capital en nuevos equipos. Todos culpan al otro. Los gastos de mantenimiento y las inversiones de capital se reducen en una reacción instintiva a lo que se considera un problema de corto plazo.
- El problema continúa, la situación empeora y la espiral sigue bajando.

Romper la espiral es extremadamente difícil. Es mejor evitarlo midiendo y manteniendo la edad promedio de la flota y comprendiendo que una flota, continuamente productiva, requiere un nivel constante de inversión de capital. Las empresas no pueden esperar permanecer y tener éxito si no “compran lo que queman”. Comprar, financiar o rentar una máquina no puede (o no debe) ser una decisión impulsiva. Los periodos de propiedad son relativamente largos y el número de “horas de excavadora”, que se incorporan cuando la empresa compra una excavadora, se consumen lenta, pero innegablemente en la producción del trabajo. Es absolutamente cierto que:

**Es posible que pueda diferir el reemplazo, pero, a la larga, no puede negarlo.**

La mayoría de las decisiones de gestión de la “edad” de la flota se basan en dos supuestos:

1. La “edad” se define en términos de horas trabajadas o millas recorridas.
2. La única acción posible es deshacerse de la máquina vieja y reemplazarla por una unidad nueva similar.

Ambos supuestos son simplificaciones. El periodo óptimo de propiedad y las zonas de edad de la máquina, descritas en el [capítulo 8](#), se basan en las horas trabajadas, pero las horas trabajadas definitivamente no son, ni deberían ser, el único criterio utilizado para definir la “edad”. El costo, la confiabilidad y la utilización son ciertamente factores en la definición de un periodo de propiedad óptimo. Sin embargo, sí se correlacionan estrechamente con la edad en horas trabajadas o millas recorridas, por lo que se pierde poco al simplificar las cosas y centrarse sólo en la edad en horas o millas.

Por otro lado, la suposición de que la única acción posible es sustituir una máquina por una unidad similar es más seria. La construcción es un mundo en constante cambio y cada decisión de reemplazo es una oportunidad para cambiar el tamaño o reconfigurar la flota sacando una unidad vieja y adquiriendo una nueva unidad similar o diferente. Cada decisión de reemplazo es también una oportunidad para considerar la conveniencia de reconstruir una unidad existente y agregar capacidad extendiendo el periodo óptimo de propiedad de una máquina existente ([consulte el capítulo 10](#)). Independientemente de las simplificaciones realizadas, dos cosas son importantes:

**Primero.** Debe haber un proceso rutinario y disciplinado para identificar las máquinas que ya no están en su mejor momento. Esto reduce el peligro de malgastar mucho dinero y garantiza que la suma de los costos de propiedad y operación se mantenga en el mínimo o cerca de él.

**Segundo.** El proceso debe permitir tener una visión a largo plazo de las necesidades de capital asociadas al reemplazo de flotas. Esto proporciona estructura y previsibilidad al proceso de elaborar un presupuesto de capital ([consulte el capítulo 11](#)) y mejora significativamente todas las decisiones sobre costos de propiedad.

El material de este capítulo se basa en el [capítulo 8](#) para discutir cuestiones prácticas y desarrollar herramientas y técnicas prácticas. Se utilizan dos estudios de caso seleccionados para mostrar cómo funciona en la práctica el proceso de gestión de la edad de la flota.

#### SECCIÓN 9-1

<b>Balance de edad de la flota</b>	Una discusión sobre los factores intangibles involucrados en la gestión de la edad de la flota y sobre los pros y contras de tener una flota más joven o vieja que el promedio.	187
------------------------------------	---	-----

#### SECCIÓN 9-2

<b>Planeación de reemplazo basada en la edad</b>	Los conceptos de periodo de propiedad óptimo y zonas de edad de la máquina se utilizan para desarrollar una gráfica simple de alto impacto, que forma la base para el proceso de planeación de edad de la flota.	190
--	--	-----

#### SECCIÓN 9-3

<b>Otros factores en la planeación del reemplazo</b>	Un proceso para incluir edad, costo, confiabilidad y utilización en la metodología de clasificación utilizada para identificar unidades candidatas a reemplazo.	193
--	---	-----

**SECCIÓN 9-4**

- Caso práctico # 9.1.** Un caso práctico que muestra cómo calcular un periodo de propiedad óptimo y desarrollar un plan de reemplazo para una flota de camiones de carga. 195
- Desarrollo del plan de reemplazo**

**SECCIÓN 9-5**

- Caso práctico # 9.2.** Un caso práctico que muestra cómo utilizar datos actuales para estimar un periodo de propiedad óptimo y garantizar que el dinero bueno no se desperdicie. 198
- Gestión del periodo óptimo de propiedad**

**Sección 9-1. Balance de edad de la flota**

“¿Cuánto tiempo la conservo?” es una pregunta que los responsables de Equipos se hacen todos los días. Saben que reemplazar las máquinas, a una edad relativamente temprana, reduce los costos de reparación, la mano de obra del taller y el tiempo muerto, pero aumenta la cantidad de capital invertido en la flota. También saben que, si aumentan la edad de la flota, los gastos de capital se reducen, las refacciones y la mano de obra aumentan y las instalaciones de reparación eficientes se vuelven fundamentales para el éxito. Lograr un equilibrio entre una flota joven que requiere mucho capital y una flota vieja que requiere muchas reparaciones es más un arte que una ciencia. La **sección 9-2** presenta una herramienta analítica de alto impacto para ayudar en el proceso de planeación de la edad de la flota, pero el éxito proviene de conocer las implicaciones de la edad promedio de la flota y encontrar un equilibrio que se adapte a la empresa y la naturaleza de sus diversas operaciones.

No es difícil calcular el periodo óptimo de propiedad o el punto ideal para una determinada clase de equipo si se utilizan las metodologías y el concepto de zona de edad establecidos en la **sección 8-3**. Estos constituyen un buen punto de partida, pero no tienen en cuenta los numerosos factores intangibles que invariablemente hacen que la práctica se desvíe de la teoría.

El primer factor es, por supuesto, la realidad de la industria. Un análisis cuidadoso puede mostrar que es hora de reemplazar dos de los cuatro motoescrepa de la flota, pero es posible que no haya trabajos en los moto-escrepas en el horizonte una vez que se complete el actual proyecto de seis meses. Por lo tanto, es más prudente conservar las dos máquinas viejas durante unas mil horas más y esperar hasta que haya más confianza en el trabajo futuro. El segundo factor, igualmente importante, es la disponibilidad de capital. Puede que haya mucho trabajo en el horizonte, pero las limitaciones financieras y las decisiones prudentes con respecto a la estructura del balance pueden ser tales que no se pueda invertir en nuevos moto-escrepas durante uno o dos años, por lo tanto, la decisión es revisar a fondo las máquinas viejas, reemplazar algunos componentes clave y mantenerlas en su flota por más tiempo.

El tercer factor se relaciona con el estilo, el sentimiento y la filosofía del ejecutivo sobre la edad que debe tener la flota. Algunos gerentes creen que la flota debe ser “joven y buena”, ya que es una parte importante de la imagen que desean proyectar y un ingrediente esencial para el éxito en los trabajos de alto ritmo y alta producción que realiza la empresa. Otros directivos creen que las máquinas están construidas para durar y que pueden funcionar para siempre si se las cuida y mantiene con cuidado y cariño. Creen que la apariencia no es un factor, y que la disponibilidad y el tiempo muerto no son importantes, especialmente si hay una o dos máquinas adicionales disponibles en espera.

Estos dos estilos tienen pros y contras; es importante entender qué sucede si la flota —o ciertas partes de la flota— se mantiene más joven o vieja que el siempre esquivo punto óptimo. La **Figura 9.1** enumera las ventajas y desventajas. Cada uno será revisado por turno.

### Mantener joven la edad promedio de la flota.

La principal ventaja es que la empresa cuenta con buenos equipos listos para trabajar largas horas en trabajos de alto ritmo sin demoras ni interrupciones debido a fallas del equipo. La confiabilidad y el tiempo de actividad son buenos, los reemplazos frecuentes permiten mantenerse al día con los últimos avances en tecnología y cada máquina es un cartel de los altos estándares de la empresa. No se necesitarán instalaciones de reparación grandes y complejas, la infraestructura necesaria para mantener la flota será pequeña, sencilla y manejable; la empresa no se involucrará en reconstrucciones costosas, complejas y arriesgadas.

Suena demasiado bueno para ser verdad, pero tiene sus desventajas. En primer lugar, la cantidad de capital invertido en la flota es alta y es difícil lograr un rendimiento satisfactorio de la inversión o del capital de los propietarios. Los altos niveles de gasto de capital, junto con los préstamos y arrendamientos necesarios para aprovechar el capital, significan que los costos financieros anuales son elevados. Para cubrir los costos financieros y aprovechar al máximo la importante inversión de capital de la empresa, los equipos deben trabajar muchas horas. Esto aumenta el riesgo involucrado en los volúmenes de ofertas, el clima y otros factores que tan a menudo afectan el volumen de trabajo real de una empresa de construcción.

	Si la edad promedio de la flota es menor de lo normal	Si la edad promedio de la flota es mayor de lo normal
Ventajas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capaz de trabajar muchas horas en trabajos de alto ritmo sin demoras ni interrupciones.</li> <li>• La confiabilidad y el tiempo de actividad son buenos.</li> <li>• La atención se centra en el mantenimiento preventivo y basado en el estado.</li> <li>• No hay necesidad de reconstrucciones costosas y arriesgadas.</li> <li>• No es necesario establecer instalaciones de reparación grandes y complejas.</li> <li>• Cada máquina es un cartel publicitario de la empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El capital invertido en la flota es menor.</li> <li>• El costo anual de las finanzas no impulsa a la organización.</li> <li>• No es crítico trabajar muchas horas y realizar trabajos de alto ritmo para recuperar altos costos fijos y de capital.</li> <li>• La empresa no se ve gravemente afectada por periodos de baja utilización.</li> </ul>
Desventajas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La cantidad de capital invertido en la flota es inusualmente alta.</li> <li>• Métricas financieras como el retorno de la inversión son difíciles de lograr.</li> <li>• Los costos financieros anuales son altos.</li> <li>• Una alta utilización es esencial para cubrir los costos financieros anuales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La falta de confiabilidad y la baja disponibilidad pueden afectar negativamente las operaciones.</li> <li>• Se requieren importantes instalaciones de reparación.</li> <li>• Se deben gestionar los costos fijos asociados con las instalaciones de reparación, la mano de obra y los gastos generales.</li> <li>• Podría quedarse atrás de la curva tecnológica.</li> </ul>

**Figura 9.1.** Mantener la edad promedio de la flota es más un arte que una ciencia. Existen ventajas y desventajas asociadas con trabajar en ambos lados de la norma.

Se necesitan tres cosas para que la empresa tenga éxito y mantenga una edad promedio de flota baja.

**Primero.** Los gerentes deben comprender el financiamiento de equipos y la empresa debe tener una estrategia de financiamiento sólida (consulte el capítulo 11).

**Segundo.** La empresa debe contar con la infraestructura necesaria para obtener y realizar trabajos a un ritmo elevado. La inversión en la flota debe utilizarse bien y la empresa no será rentable si no utiliza su flota joven y fuerte en la mayor medida posible.

**Tercero.** La empresa debe tener excelentes relaciones con los distribuidores y una administración eficaz de la garantía. Se gastará mucho en equipos nuevos y los distribuidores deben estar presentes y brindar el soporte requerido, prometido y pagado en el acuerdo de compra.

#### **Dejar que la edad promedio de la flota aumente.**

Las ventajas son casi exactamente opuestas a las de una flota joven. Se invertirá menos capital, el costo anual de financiamiento no impulsará a la organización y no será crítico trabajar muchas horas y realizar trabajos de alto ritmo. Parte de la flota estará “pagada” y la empresa no se verá tan afectada por periodos de baja utilización debido a los volúmenes de ofertas, el clima o las fluctuaciones en la carga de trabajo.

Ciertamente existen desventajas asociadas con una flota antigua. La disponibilidad y la confiabilidad (consulte la sección 15-1) pueden llegar fácilmente a una etapa en la que afecten las operaciones y la empresa necesitará tener experiencia en la propiedad y operación de importantes instalaciones de reparación. Las instalaciones del taller y otras infraestructuras requieren inversión y, si bien muchos de los costos son variables —piezas y mano de obra directa— habrá que prestar atención a los costos fijos asociados con las instalaciones de reparación, la mano de obra y los gastos generales. La larga vida útil de las máquinas también puede hacer que la empresa se quede atrás en la curva tecnológica y quede expuesta al riesgo de disponibilidad y costo de las piezas. ¿Qué se necesita para tener éxito en estas condiciones?

**Primero.** Dirigir talleres eficaces y eficientes debe ser una competencia fundamental. Esto es mucho más fácil decirlo que hacerlo. Las propias instalaciones deben ser de primera clase, la capacitación de los técnicos debe mantenerse al día con los cambios en la tecnología y la capacidad del taller debe ser suficiente para satisfacer la demanda.

**Segundo.** Los equipos se comprarán a largo plazo y, por tanto, la selección es fundamental. La disponibilidad de piezas y componentes reconstruidos son factores de decisión clave y el costo total del ciclo de vida es más importante que el precio de compra.

**Tercero.** La planeación operativa tendrá que ser lo suficientemente flexible para adaptarse a la realidad del tiempo muerto. Los equipos de campo deberán comprender que el lujo de un costo fijo de propiedad más bajo no viene sin un precio y que la disponibilidad no será perfecta.

Dos cosas son críticas:

- **Sepa lo que está haciendo.** Es imposible calcular exactamente la edad promedio de la flota. Conocer y desarrollar una política o estilo que se adapte a la empresa, así como a cada clase de máquinas de la flota. Parecería apropiado que las máquinas de producción clave se mantuvieran jóvenes y confiables. Las máquinas estables, sencillas e intrínsecamente fiables se pueden conservar durante más tiempo.
- **Apéguese a un estilo.** Cambiar la política o el estilo de una empresa puede resultar difícil, llevar mucho tiempo y resultar caro. El cambio de una flota joven (con uso intensivo de capital) a una flota más antigua (con uso intensivo de reparaciones) conlleva la decisión de desarrollar las competencias básicas necesarias para poseer y operar talleres de reparación eficaces y eficientes. Esto no es fácil, requiere una inversión importante de dinero, tiempo y talento. Pasar de una flota antigua a una flota nueva es imposible sin acceso a cantidades sustanciales de capital estable a largo plazo y sin los altos volúmenes constantes necesarios para respaldar una inversión de capital significativa en una flota.



Pasar de una flota más antigua y con uso intensivo de reparaciones a una flota más nueva y menos intensiva en reparaciones requiere cantidades sustanciales de capital estable a largo plazo.

## Sección 9-2. Planeación del reemplazo basada en la edad

La planeación del reemplazo de flotas es una parte extremadamente importante de la Gestión de Equipos:

- Reduce los costos al garantizar que tantas máquinas como sea posible estén en su costo mínimo o cerca de él.
- Reduce ineficiencias identificando las máquinas que son cada vez más caras.
- Constituye la base para el reemplazo de flotas, la planeación financiera y las decisiones de presupuesto de capital.

La **Figura 9.2** utiliza los conceptos del periodo de propiedad óptimo discutidos en la **sección 8-1** y los conceptos de zona de edad de la máquina discutidos en la **sección 8-3** para desarrollar una herramienta gráfica simple y de alto impacto para usar en el proceso de planeación de la edad de la flota. Comienza con la edad actual de un grupo determinado de máquinas y utiliza un número razonable de estimaciones para mostrar cómo es probable que envejezca el grupo en el futuro. El uso de la herramienta en la práctica ha provocado que se le conozca ampliamente como la Tabla de Reemplazo (“The Churn Chart”).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	k
1	Periodo óptimo del ciclo de vida										
2	90%		110%		120%		130%				
3											
5				Periodo óptimo de propiedad	Uso anual	Horas ahora	Edad futura esperada en el número dado de años futuros				
6							1	2	3	4	5
7	Unidad #	Marca	Modelo	Horas	Horas/año	Datos					
8	LRT 12-1	Westts	2	9.000	1.200	12.750	13.950	15.150	16.350	17.550	18.750
9	LRT 12-2	Westts	2	9.000	1.200	11.290	12.490	13.690	14.890	16.090	17.290
10	LRT 12-3	Westts	2	9.000	1.200	11.100	12.300	13.500	14.700	15.900	17.100
11	LRT 15-1	North	C3	14.000	1.500	15.879	17.379	18.879	20.379	21.879	23.379
12	LRT 14-4	North	C3	10.000	1.500	10.090	11.590	13.090	14.590	16.090	17.590
13	LRT 14-5	North	C3	10.000	1.500	9.800	11.300	12.800	14.300	15.800	17.300
14	LRT 15-2	Westts	2A	9.000	1.200	8.400	9.600	10.800	12.000	13.200	14.400
15	LRT 17-2	Westts	2A	9.000	1.200	8.220	9.420	10.620	11.820	13.020	14.220
16	LRT 14-1	Westts	2A	12.000	1.200	11.100	12.300	13.500	14.700	15.900	17.100
17	LRT 17-3	Westts	2A	12.000	1.200	10.900	12.100	13.300	14.500	15.700	16.900
18	LRT 14-3	Westts	2A	12.000	1.200	10.600	11.800	13.000	14.200	15.400	16.600
19	LRT 18-1	North	C3	10.000	1.500	6.689	8.189	9.689	11.189	12.689	14.189
20	LRT 18-2	North	C3	10.000	1.500	5.432	6.932	8.432	9.932	11.432	12.932
21	LRT 18-3	North	C3	10.000	1.500	5.400	6.900	8.400	9.900	11.400	12.900
22	LRT 19-1	North	C3	10.000	1.500	3.678	5.178	6.678	8.178	9.678	11.178
23	LRT 19-2	North	C3	10.000	1.500	2.100	3.600	5.100	6.600	8.100	9.600
24	LRT 20-1	Westts	2C	9.000	1.200	1.111	2.311	3.511	4.711	5.911	7.111
25	LRT 20-2	Westts	2C	9.000	1.200	989	2.189	3.389	4.589	5.789	6.989

Figura 9.2. “La Tabla de Reemplazo”: una herramienta gráfica de alto impacto para usar en la planeación de la edad de la flota.

La asignación es simple y directa. No se requieren datos exóticos o inusuales y el resultado es fácil de entender y utilizar. Los siguientes seis pasos producen los resultados requeridos.

**Primero.** Identificar y describir las unidades objeto de estudio. Suele tratarse de una familia de equipo determinada o de un grupo de máquinas fácilmente identificable para el que se requiere una estrategia de reemplazo. Las columnas A, B y C, filas 8 a 25, muestran que la tabla ha sido preparada para un grupo de 18 cargadores grandes con neumáticos, esto con cierta variedad en su fecha de compra, marca y modelo.

**Segundo.** Definir un periodo de propiedad óptimo para cada máquina del grupo. Esto se puede hacer usando técnicas analíticas similares a las descritas en la sección 8-1 o, si es necesario, usando la experiencia adquirida al operar máquinas similares en condiciones similares. Los periodos óptimos de propiedad pueden ser los mismos para el grupo como un todo o se pueden ajustar unidad por unidad para manejar casos especiales cuando las máquinas se reconstruyen y se extiende el periodo óptimo de propiedad. La columna D, filas 8 a 25, proporciona el periodo de propiedad óptimo estimado para cada unidad del grupo. Varían ligeramente según la marca y el modelo, se puede ver que el LRT 15-1 (fila 11) ha sido reconstruido para darle una vida útil de 14,000 horas en comparación con el periodo óptimo de propiedad de 10,000 horas para los otros cargadores C3 modelo North.

- Tercero.** Decidir el posicionamiento y el rango de edad de la máquina. La [sección 8-3](#) definió dos métodos: el primero basado en la magnitud del costo mínimo y el segundo basado en el periodo óptimo de propiedad. La fila 3 muestra que las zonas se han definido en relación con el periodo óptimo de propiedad. La zona verde se encuentra entre el 90% y el 110%; la zona amarilla entre el 110% y el 120%; la zona naranja entre el 120% y el 130%, y la zona roja más allá del 130%. Por lo tanto, las máquinas en las zonas amarilla, naranja y roja probablemente tendrán costos marginales por hora que exceden su costo por hora promedio hasta la fecha y son candidatas para reemplazo. Las máquinas de zona roja y naranja son claramente las más urgentes.
- Cuatro.** Calcular el uso anual esperado en horas por año para cada máquina del grupo. Estos pueden basarse en los datos disponibles o en la utilización esperada en los próximos años. Las horas de uso se pueden configurar unidad por unidad, como se muestra en la columna E. Se puede ver que se espera que todas las unidades trabajen 1,200 horas por año, excepto los cargadores modelo C3 de North, que se espera que trabajen 1,500 horas por año.
- Quinto.** La edad de cada unidad en horas trabajadas constituye el punto de partida del análisis. Los valores conocidos se ingresan en la columna F, filas 8 a 25, y las celdas se colorean según la zona de edad en la que se encuentra una unidad en particular. Se puede ver que el LRT 12-1 está por encima del límite rojo y debe ser reemplazado lo antes posible. Los LRT 12-2 y 12-3 superan el del límite naranja y también son candidatos urgentes para sustituir. Lo mismo puede decirse del LRT 15-1 que, a pesar de que ha sido reconstruido, está amarillo o tiene más del 10% de su periodo óptimo estimado de propiedad. Las otras unidades del grupo están en la zona verde o azul y no hay necesidad de considerarlas como candidatas a reemplazo en este momento.
- Sexto.** El valor de la Tabla de reposición viene en las columnas G a K, donde la edad actual (columna F) se adelanta por el uso anual esperado (columna E) para determinar la edad futura esperada y la zona de edad para cada unidad en cada uno de los próximos cinco años. Revisando horizontalmente, a lo largo de una fila determinada, se muestra cómo una máquina se mueve a través de las zonas de edad. Si se revisa verticalmente hacia arriba, en una columna determinada, se muestran las zonas de edad en las que es probable que caigan las unidades en un año en particular. Es claro el hecho de que el grupo se vuelva predominantemente “rojo” si no se hace nada para reemplazar las unidades candidatas y mantener la edad promedio de la flota.

La Tabla de reposición es una herramienta gráfica de alto impacto que mira hacia el futuro a corto y mediano plazo para mostrar qué sucederá con el equilibrio de edad de un grupo particular de máquinas si no se hace nada para reemplazar las horas utilizadas en la producción de trabajo.

Cada hora trabajada hace que una máquina se acerque cada vez más a la zona roja: el momento en el que el costo de cada hora adicional trabajada es mayor que el costo promedio de todas las horas trabajadas hasta la fecha. El proceso ocurre día a día y no debería sorprender que una máquina, que actualmente se encuentra en la zona amarilla, llegue a la zona naranja y/o roja en el próximo año. La Tabla de reposición proporciona el impacto visual: los hechos hablan por sí solos.

El cálculo completo del periodo óptimo de propiedad, establecido en la [sección 8-1](#), rara vez vale la pena si el análisis solo se utiliza para determinar el costo horario. El valor del cálculo del periodo óptimo de propiedad se vuelve muy evidente cuando se utiliza para comprender cómo los costos por hora aumentan con la edad y si se utiliza para establecer una política de reemplazo racional y consistente que mantenga la edad promedio de la flota bien equilibrada y lo más cercano posible al costo mínimo.

### Sección 9-3. Otros factores en la planeación del reemplazo

La edad, medida en horas trabajadas o millas recorridas, se utiliza ampliamente en el proceso de planeación de reemplazo porque:

1. Es fácil de medir.
2. Es relativamente fácil hacer pronósticos para el futuro a corto y mediano plazo.
3. El concepto de un periodo de propiedad óptimo, basado en la edad en horas trabajadas o millas recorridas, es bien comprendido y aceptado (consulte la sección 8-1).
4. Se cree que muchos de los otros factores que harían que una máquina sea candidata para reemplazo están estrechamente relacionados con la edad en horas o millas.

Es cierto que, si controla la edad, probablemente controlará el costo, la confiabilidad, la utilización, la obsolescencia y muchos otros factores que definen el punto en el que una máquina está “más allá de su mejor momento”. La intuición, la experiencia y los prejuicios también se correlacionan estrechamente con la edad; la gran mayoría de las herramientas de gestión de la edad de las flotas se basan únicamente en la edad.

El procesamiento de datos y la toma de decisiones basada en reglas han progresado hasta el punto en que es factible y práctico desarrollar una herramienta de clasificación que considere más que la edad en la decisión de reemplazo y que brinde orientación sobre el mejor curso de acción. La asignación se ve obstaculizada más por la incapacidad de definir lo que se entiende por “más allá de su mejor momento” que por las complejidades de la recopilación y el procesamiento de datos. Las Figuras 9.3 y 9.4 dan un ejemplo de lo que se puede hacer, pues muestran tanto los desafíos como el potencial. La asignación requiere tres pasos distintos.

**Primero.** Definir las métricas y los valores requeridos que se utilizarán para clasificar las unidades para su revisión.

Como se señaló, la edad, medida en horas trabajadas o millas recorridas, es la que tiene más probabilidades de estar entre las métricas. También lo son el costo, la confiabilidad y la utilización, ya que no hay duda de que estos tres factores juegan un papel importante en la identificación de máquinas candidatas para reemplazo.

Los valores requeridos son subjetivos, pero el proceso se ve facilitado por el hecho de que se requieren dos valores: uno que se considera “bueno” y representativo de una máquina que está “en su mejor momento”, y otro que se considera “malo” o representativo de una máquina que “ha pasado su mejor momento” y debe considerarse candidata para reemplazo (consulte el capítulo 10).

Definir valores “buenos” y “malos” es un proceso muy polémico. Parece relativamente fácil definir una métrica, pero mucho más difícil establecer y comprometerse con los valores límite necesarios para actuar. Hay poco debate sobre el hecho de que las horas trabajadas en los últimos 12 meses son una buena métrica para la utilización, pero ¿son 2,000 horas un buen valor o quizás deberían ser 1,800? La Figura 9.3 da un ejemplo: la fila 1 identifica la clase de unidades bajo estudio. Las filas 2 y 3 describen las métricas de edad, costo, confiabilidad y utilización aplicadas, donde:

- La edad se mide como horas trabajadas.
- El costo se mide como un porcentaje de las refacciones acumuladas actuales y el costo de mano de obra dividido entre el valor presupuestado obtenido de una curva de costo RPL estándar (consulte la sección 5-2).

- La confiabilidad se mide como el número de eventos de emergencia reportados (eventos RED) por cada 1000 horas acumuladas (consulte la sección 15-1).
- La utilización se mide como el número de horas trabajadas en los últimos 12 meses (consulte la sección 13-1).

Las filas 4 y 5 proporcionan los valores requeridos que definen los valores “buenos” y “malos” para cada métrica. Estos se utilizarán para definir un sistema de puntuación capaz de estandarizar y combinar valores reales para cada métrica.

	A	B	C	D	E
1	Métricas y valores requeridos para			Cargadores Clase B	
2		Edad	Costo	Confiabilidad	Utilización
3		Horas trabajadas	% RPL valor de la curva	Eventos RED por 1,000	Horas que trabajó los últimos 12 meses
4	Bueno, 10 puntos	5,000	80%	5	2,000
5	Malo, 0 puntos	10,000	140%	15	1,000
6	Peso	25%	25%	35%	15%

**Figura 9.3.** Métricas y valores requeridos.

**Segundo.** Configurar el sistema de puntuación capaz de estandarizar y combinar los valores reales de cada métrica. Esto requiere un poco de matemáticas, pero es bastante sencillo. Al buen valor de cada métrica y a todos los valores mejores que el buen valor se les asignan 10 puntos. Al valor malo para cada métrica y a todos los valores peores que el valor malo se les asigna cero puntos. A los valores entre buenos y malos se les asignan puntos entre 10 y cero en una escala lineal. Ciertamente, se puede utilizar algo más que una escala lineal, pero la complejidad que esto añade es difícil de justificar.

Los valores de cada métrica se combinan en una única puntuación ponderada utilizando los factores de ponderación indicados en la fila 6 de la **Figura 9.3**. Los cargadores analizados determinan la productividad de sus unidades de transporte asociadas y, por lo tanto, la confiabilidad tiene mayor peso que cualquier otra métrica. (Celda D6).

**Tercero.** Recopilar los datos de cada unidad en estudio y utilizar el sistema de puntuación para calcular una puntuación para cada métrica, así como una puntuación promedio ponderada. Los resultados se indican en la **Figura 9.4**.

**Cuatro.** Revisar los resultados. La **Figura 9.4** contiene mucha información. BA 46 “reprueba” en casi todas las métricas y es claramente un candidato para ser reemplazado. Lo mismo ocurre con BC 15 y BC 19. Las unidades de las filas 10, 11 y 12 están funcionando bien y no hay razón para considerarlas candidatas a ser reemplazadas. Sin embargo, el BA 54 debería considerarse desde el punto de vista de la confiabilidad, y el BB 35 desde el punto de vista del costo. Las unidades de las filas 6 a 9 son típicas de unidades en el periodo intermedio de sus vidas: tienen puntos buenos y malos, pero probablemente no sean candidatas para ser reemplazadas. Cada uno tiene su opinión. La **Figura 9.4** busca agregar algún orden defendible al proceso.

	A	B	C	D	E	G	H	I	J	F
1		Edad	Costo	Fiabilidad	Utilización	Puntuaciones				
2	Unidad numérica	Horas trabajadas	% valor de la curva RPL	Eventos RED por 1,000	Horas trabajadas los últimos 12 meses	Edad	Costo	Confiabilidad	Utilización	Puntuación media ponderada
3	BA 46	11,500	140%	12.00	900	0.00	0.00	3.00	0.00	0,5
4	BC 15	9,500	130%	8.00	1,200	1.00	1,67	7.00	2.00	2.4
5	BC 19	9,234	110%	16.00	1,350	1,53	5.00	0.00	3.50	2.9
6	BB 19	8,200	120%	7.00	1,567	3.60	3.33	8.00	5.67	4.9
7	BB 22	7,500	110%	6.00	1,500	5.00	5.00	9.00	5.00	5.6
8	BC 27	6,789	90%	10.00	1,545	6.42	8.33	5.00	5.45	6.3
9	BA 28	6,235	123%	7.00	2,200	7.53	2.83	8.00	10.00	7.3
10	BA 54	3,500	98%	12.00	2,100	10.00	7.00	3.00	10.00	8.2
11	BB 35	2,978	115%	7.00	1,900	10.00	4.17	8.00	9.00	7.9
12	BA 62	2,500	92%	3.60	1,800	10.00	8.00	10.00	8.00	8.8

**Figura 9.4.** Una herramienta de clasificación multivariable que calcula una puntuación promedio ponderada basada en métricas de edad, costo, confiabilidad y utilización.

### Sección 9-4. Caso práctico #9.1. Desarrollo del plan de reemplazo

Este estudio de caso detalla una situación en la que se utilizaron conceptos de periodo de propiedad óptimo y planeación de edad de la flota para establecer zonas de edad y un proceso de gestión de edad de la flota para un grupo relativamente pequeño de camiones de transporte de tamaño mediano. Todo el análisis se basa en datos reales que se han tenido en cuenta, según sea necesario, para proteger la privacidad. Por tanto, los valores calculados no son representativos de lo que se puede esperar, sin embargo, la naturaleza de los datos y las curvas producidas son fieles a la situación real.

#### Configuración.

La empresa poseía y operaba un grupo de siete camiones de transporte de tamaño mediano y estaba preocupada por el hecho de que podrían mantener algunas de las unidades en su flota “demasiado tiempo”. Querían comprobar esta preocupación y establecer una estrategia de reemplazo de flota más racional y “defendible”, basada en una “Tabla de reposición” de planeación de reemplazo de flota similar al descrito en la [sección 9](#).

#### Datos.

Había buenos datos disponibles sobre el precio de compra, las horas trabajadas y el costo acumulado de refacciones y mano de obra para las siete unidades, actualmente en la flota, y para las cuatro unidades que se habían vendido recientemente porque “estábamos bastante convencidos de que estaban cansados y ya no vale la pena conservarlo”. Los datos del valor residual también estaban disponibles para las cuatro unidades vendidas recientemente.

Las columnas A a D de la [Figura 9.5](#) muestran los datos de dos de las cuatro unidades que se vendieron recientemente.

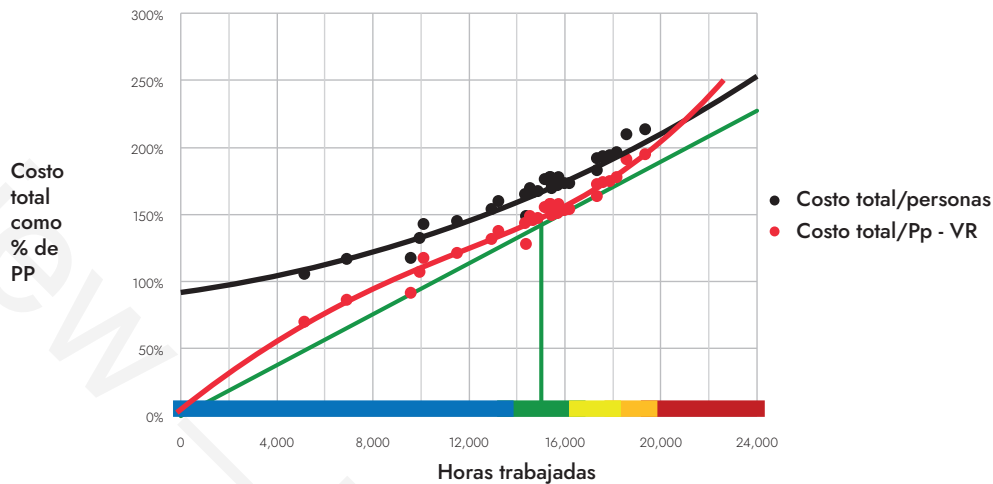
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Unidad	Precio de compra	Horas trabajadas	Costo de reparación	Costo total	Costo total ÷ Pp	% de VR	Costo total ÷ Pp - % de VR
2	MHT 10-1	\$160.022	5.151	\$8,822	\$ 168.843	106%	35%	70%
3			6.907	\$27,321	\$187,343	117%	30%	87%
4			9,940	\$51,553	\$211,575	132%	25%	107%
5			14.388	\$77,915	\$ 237.936	149%	21%	128%
6			14.545	\$111,343	\$ 271.365	170%	21%	149%
7			15.469	\$116,521	\$ 276.543	173%	20%	152%
8			15.567	\$117,063	\$277,085	173%	20%	153%
9			15.736	\$124,898	\$ 284.920	178%	20%	158%
10	MHT 10-2	\$ 164.419	10,107	\$ 70.083	\$ 234.502	143%	25%	117%
11			11.491	\$74,268	\$ 238.687	145%	24%	122%
12			12,947	\$ 88.505	\$ 252.924	154%	22%	132%
13			15.175	\$124,897	\$289,316	176%	21%	155%
14			15.400	\$127,746	\$ 292.165	178%	20%	157%
15			17.329	\$136,389	\$300.809	183%	19%	164%

**Figura 9.5.** Datos utilizados en el análisis de las unidades vendidas recientemente.

### Análisis de unidades vendidas recientemente para establecer zonas de edad.

El modelo de costo total, como se detalla en la [sección 8-2](#), se utilizó para analizar las cuatro unidades vendidas recientemente y establecer zonas de edad que podrían utilizarse como base para una estrategia de reemplazo de flota racional y “defendible”. Los 7 pasos del proceso fueron:

1. Determinar el costo total de “comprar y operar” cada una de las cuatro unidades sumando el precio de compra y el costo total de reparación. Los resultados se muestran en la columna E.
2. Tener en cuenta el hecho de que hubo una variación sustancial en la fecha y precio de compra de las cuatro unidades en el estudio, dividiendo el costo total en la columna E por el precio de compra dado en la columna B y expresando todos los costos como porcentaje de la compra-precio. Los resultados se muestran en la columna F.
3. Estimar el porcentaje del valor de rescate para cada una de las unidades utilizando los valores obtenidos y las técnicas de ajuste de curvas descritas en la [sección 4-4](#). Los resultados se muestran en la columna G.
4. Determinar el costo total de “comprar, operar y vender” cada una de las cuatro unidades deduciendo la columna G de la columna F. Los resultados se muestran en la columna H.
5. Trazar las columnas F y H en función de las horas trabajadas y agregar la tendencia que mejor se ajuste para producir la [Figura 9.6](#). Los puntos de datos negros son una gráfica de la columna F y muestran cómo el costo total de “comprar y operar” las unidades creció a medida que las horas trabajadas aumentaron hasta, y en algunos casos más, 18,000 horas. Los puntos de datos rojos son la gráfica de la columna H. Se encuentran debajo de su punto de datos negro correspondiente en una cantidad igual al valor de rescate estimado en ese momento (columna G). Las líneas de tendencia que atraviesan los puntos de datos muestran la naturaleza con pendiente ascendente de cada conjunto de datos.
6. Insertar la línea de costo promedio por hora verde dibujada desde el origen con una pendiente que toca (forma una tangente con) la línea roja de “comprar, operar, vender”. El punto tangente define el periodo óptimo de propiedad y forma el centro de la zona verde.
7. Agregar las zonas de edad relativas al periodo óptimo de propiedad y completar la [Figura 9.6](#) como se muestra.



**Figura 9.6.** El modelo de costo total utilizado para determinar el periodo óptimo de propiedad utilizando datos de cuatro unidades vendidas recientemente.

La **Figura 9.6** muestra que el periodo óptimo de propiedad para camiones de transporte de tamaño mediano, los cuales trabajan en las diversas aplicaciones de la empresa, es de 15,500 horas o cerca de estas. Muestra que la empresa mantuvo las cuatro unidades “demasiado tiempo” y que probablemente estaban “cansadas y ya no valía la pena conservarlas”.

El hecho de que hubiera datos disponibles más allá del periodo óptimo de propiedad significa que no fue necesario extrapolar más allá del rango de los datos, lo cual agrega confianza al análisis.

**Desarrollo de una “Tabla de reposición” de planeación de reemplazo de flota para las unidades actualmente en la flota.**

Se desarrolló una “Tabla de reposición” de planeación de reemplazo de flota para las siete unidades actuales de la flota, utilizando la metodología descrita en la **sección 9-2**. Esto requirió los siguientes 7 pasos:

1. Enumerar las siete unidades como se muestran en las columnas A, B y C, filas 8 a 14.
2. Establecer la vida esperada de las unidades utilizando el análisis de las unidades vendidas anteriormente. Esto se proporciona en la columna D, filas 8 a 14.
3. Establecer los límites de las zonas de edad como se muestra en la fila 3.
4. Calcular el uso anual probable de las unidades de la flota e ingresar los valores en la columna E, filas 8 a 14.
5. Registrar la edad de cada unidad e ingresar los valores en la columna F, filas 8 a 14.
6. Realizar los cálculos necesarios para producir las columnas G a K, filas 8 a 14.
7. Codificar con colores los valores en las celdas según las zonas de edad establecidas.

La empresa fue más allá de la metodología establecida en la **sección 9-2**, agregando las filas 26 a 28. La fila 26 es el total de las filas 8 a 14, muestra que:

- Si todas las unidades fueran nuevas, tendrían 108,500 horas en “inventario”.
- El uso anual esperado, o “costo horario de consumo” de todas las unidades, asciende a 12,800 horas por año.

- El total de todas las horas en las unidades es 93,275 en este momento y este número crece en 12,800 horas por año.

La fila 27 son las “horas en inventario” expresadas en horas calculadas como las 108,500 en D26 menos las horas “consumidas” totalizadas en la fila 26, columnas F a K. La fila 28 es la fila 27 dividida entre el “costo horario de consumo” anual para obtener las horas en inventario expresadas en años. El “inventario” actual está casi agotado dentro de un año, por lo que la situación es urgente. Los resultados se muestran en la **Figura 9.7**. La flota parece estar bien equilibrada, pero no hay lugar para la complacencia.

- MHT 14-1 y 14-2 son claramente candidatos por reemplazar.
- El “costo horario de consumo” del grupo es casi la vida útil esperada de una sola unidad, por lo que el plan reemplazo debería permitir aproximadamente un camión por año.
- El inventario en horas o años se vuelve muy pequeño al cabo de un año, por lo que las decisiones de reemplazo no pueden retrasarse.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Vida esperada										
2	90%			110%			120%			130%	
3											
4											
5				Vida esperada	Uso anual	Horas ahora	Edad futura esperada en el número dado de años futuros				
6							1	2	3	4	5
7	Unidad #	Marca	Modelo	Horas	Horas/año	Datos					
8	MHT 14-1	Souths	455	15.500	1.700	20.543	22.243	23.943	25.643	27.343	29.043
9	MHT 14-2	Souths	455	15.500	1.700	18.764	20.464	22.164	23.864	25.564	27.264
10	MHT 14-3	Souths	455	15.500	1.700	14.890	16.590	18.290	19.990	21.690	23.390
11	MHT 17-1	Souths	455	15.500	1.700	13.278	14.978	16.678	18.378	20.078	21.778
12	MHT 18-1	Easts	921	15.500	2.000	10.200	12.200	14.200	16.200	18.200	20.200
13	MHT 18-2	Easts	921	15.500	2.000	9.800	11.800	13.800	15.800	17.800	19.800
14	MHT 19-1	Easts	921	15.500	2.000	5.800	7.800	9.800	11.800	13.800	15.800
26	Totales			108.500	12.800	93.275	106.075	118.875	131.675	144.475	157.275
27	Horas de inventario					15.225	2.425	-10.375	-23.175	-35.975	-48.775
28	Años de inventario					1.19	0,03	-0,10	-0,19	-0,27	-0,34

**Figura 9.7.** Se produjo una “Tabla de Reemplazo” de planeación de reemplazo de flota para siete camiones de transporte de tamaño mediano que se encuentran actualmente en la flota.

## Sección 9-5. Caso práctico

### #9.2. Gestión del periodo óptimo de propiedad

Este estudio de caso detalla una situación en la que se utilizaron conceptos de planeación de edad de flota y periodo de propiedad óptimo para establecer un proceso proactivo de gestión de edad de flota de un grupo, relativamente pequeño, de cargadores con neumáticos. Todo el análisis se basa en datos reales que se han tenido en cuenta para proteger la privacidad, por lo tanto, los valores calculados no son representativos de lo que se puede esperar. Sin embargo, la naturaleza de los datos y las curvas producidas son fieles a la situación real.

### Configuración.

La empresa ha adquirido recientemente un grupo de seis cargadoras que, en el momento del estudio, habían trabajado menos de 5,100 horas. Quieren:

1. Calcular y realizar un seguimiento del periodo óptimo de propiedad de unidades similares a los cargadores que compraron.
2. Establecer un proceso para garantizar que no “se meta dinero bueno al malo”, manteniendo las máquinas más allá de su periodo óptimo de propiedad.

La empresa sabe que la edad actual de las máquinas es muy inferior al periodo óptimo de propiedad, y que los datos disponibles actualmente deberán extrapolarse al futuro para producir los resultados requeridos.

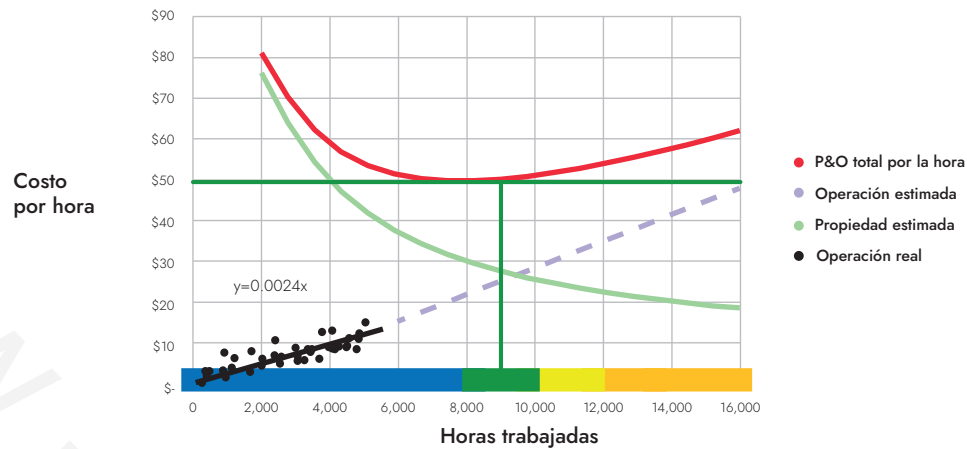
### Datos.

Se dispone de buenos datos sobre el precio de compra, el de las horas trabajadas, el costo acumulado de refacciones y el de la mano de obra para las cinco unidades del grupo. Las columnas A a D, de la [Figura 9.8](#), dan los datos de dos de las cinco unidades para mostrar lo que está disponible.

El análisis de unidades similares vendidas en subasta hace creer a la empresa que los valores residuales de mercado, para cargadores de este tipo, pueden estimarse utilizando las técnicas descritas en la [sección 4-4](#) con un valor de  $K = 0.8$  y  $EXP = 0.6$ .

1	A	B	C	D	E
	Datos				
	Unidad	Precio de compra	Horas trabajadas	Costo de reparación	Costo de reparación por hora
2	NMS 6	\$ 334.874	2401	\$ 25.415	\$ 10,58
3	NMS 6		3009	\$26,318	\$ 8,75
4	NMS 6		3356	\$ 28.487	\$ 8,49
5	NMS 6		3479	\$29,209	\$ 8,40
6	NMS 6		4154	\$ 35.313	\$8.50
7	NMS 6		4280	\$ 38.984	\$ 9,11
8	NMS 6		4482	\$39,917	\$ 8,91
9	NMS 6		4869	\$60.116	\$ 12,35
10	NMS 7	\$ 340.340	489	\$1,532	\$ 3,13
11	NMS 7		888	\$2,938	\$ 3,31
12	NMS 7		1130	\$4,355	\$3.85
13	NMS 7		2021	\$12,173	\$6.02
14	NMS 7		3251	\$18,823	\$ 5,79
15	NMS 7		3704	\$22,468	\$ 6,07
16	NMS 7		4573	\$51.072	\$ 11,17
17	NMS 7		5051	\$ 75.506	\$ 14,95

**Figura 9.8.** Los datos disponibles para dos de las cinco unidades del grupo se dan en las columnas A a D. Los datos de las otras tres unidades están en el mismo formato.



**Figura 9.9.** Gráfica elaborada después de completar los siete pasos para estimar el periodo óptimo de propiedad de los cargadores y realizar un seguimiento del progreso hasta ese punto.

### Análisis.

Se necesitaron seis pasos para completar el análisis y construir la gráfica que se muestra en la [Figura 9.9](#). Cada uno se describirá paso a paso.

#### Paso 1.

Utilizar los datos para calcular el costo de reparación por hora para los seis cargadores, trazar los resultados en la gráfica e insertar una línea de tendencia para comprender cómo es probable que aumente el costo de reparación por hora a medida que las unidades acumulan cada vez más de horas trabajadas ([consulte la sección 5-2](#)).

El cálculo se realiza en la columna E de la [Figura 9.8](#) y es simplemente la columna D dividida entre la columna C. Los resultados se representan como los puntos de datos negros en la [Figura 9.9](#). La línea de tendencia, que pasa por los puntos de datos, se muestra como la línea negra con pendiente ascendente en la [Figura 9.9](#). La ecuación de esta línea ( $y = 0.0024x$ ) muestra que los costos operativos de horas acumuladas de las máquinas existentes crecieron a un ritmo de \$2.40 por hora por cada 1,000 horas trabajadas.

#### Paso 2.

Crear una “máquina teórica” que presente las mismas características de costos que los cargadores existentes y que pueda usarse para estimar el costo de propiedad y operación por hora de una máquina que tenga:

- El mismo precio de compra que las máquinas reales.
- Las mismas características de valor de rescate que las máquinas reales.
- El mismo crecimiento en repuestos y costos laborales que las máquinas reales.

Esto se presenta en la [Figura 9.10](#) que muestra:

- Las horas supuestas trabajadas por la máquina teórica en la columna A.
- El % del valor de rescate estimado (VR%) para el “gemelo” en la columna B se calculó utilizando las técnicas descritas en la [sección 4-4](#) con  $K = 0.8$  y  $EXP = 0.6$ .
- El valor de rescate estimado para el “gemelo” de la columna C se basa en los valores de la columna B y un precio de compra promedio de \$323,000, como fue el caso de las cinco máquinas reales.

- El costo de propiedad estimado para el “gemelo” calculado como el precio de compra menos el valor residual estimado se encuentra en la columna D y el costo de propiedad por hora está en la columna E.

	A	B	C	D	E	F	G
	Valores calculados						
1	Horas asumidas	% de VR	PV	Pp - PV	Propio por hora	Op. por hora	P&O por hora
2	1000	80%	\$258.400	\$64.600			
3	2000	53%	\$170.480	\$152.520	\$ 76,26	\$ 4.80	\$ 81,06
4	3000	41%	\$133.666	\$189.334	\$ 63,11	\$ 7,20	\$ 70,31
5	4000	35%	\$112.475	\$ 210.525	\$ 52,63	\$9.60	\$ 62,23
6	5000	30%	\$ 98.381	\$ 224.619	\$ 44,92	\$12.00	\$ 56,92
7	6000	27%	\$ 88.186	\$ 234.814	\$ 39,14	\$ 14,40	\$ 53,54
8	7000	25%	\$ 80.396	\$ 242.604	\$ 34,66	\$ 16,80	\$ 51,46
9	8000	23%	\$ 74.206	\$ 248.794	\$ 31,10	\$ 19,20	\$50.30
10	9000	21%	\$ 69.143	\$ 253.857	\$ 28,21	\$21.60	\$ 49,81
11	10000	20%	\$ 64.907	\$ 258.093	\$ 25,81	\$24.00	\$ 49,81
12	11000	19%	\$61.299	\$ 261.701	\$ 23,79	\$ 26,40	\$ 50,19
13	12000	18%	\$ 58.181	\$ 264.819	\$22.07	\$ 28,80	\$ 50,87
14	13000	17%	\$ 55.453	\$ 267.547	\$ 20,58	\$ 31,20	\$ 51,78
15	14000	16%	\$53.041	\$ 269.959	\$ 19,28	\$ 33,60	\$ 52,88
16	15000	16%	\$50.891	\$272.109	\$ 18,14	\$36.00	\$ 54,14
17	16000	15%	\$ 48.958	\$ 274.042	\$ 17,13	\$ 38,40	\$ 55,53
18	17000	15%	\$47.209	\$ 275.791	\$ 16,22	\$40.80	\$ 57,02
19	18000	14%	\$ 45.617	\$ 277.383	\$ 15,41	\$ 43,20	\$ 58,61
20	19000	14%	\$ 44.161	\$ 278.839	\$ 14,68	\$ 45,60	\$60.28
21	20000	13%	\$ 42.823	\$ 280.177	\$ 14,01	\$48.00	\$62.01

**Figura 9.10.** La “máquina teórica” utilizada para estimar el costo de propiedad y operación por hora para una cargadora de ruedas con características similares a las máquinas reales.

**Paso 3.**

Trazar el costo de propiedad por hora para la máquina teórica dada en la columna E como la línea verde claro en la **Figura 9.9**. La línea desciende como se esperaba y se describe en el **capítulo 3**.

**Paso 4.**

Estimar el costo operativo por hora para la máquina teórica haciendo una extrapolación razonable del conocimiento adquirido en el Paso 1. Esto se hace ajustando los valores en la columna F de la **Figura 9.10** sabiendo que (i) los valores crecerán como una línea recta y (ii) es probable que los valores aumenten a \$2.40 por hora por cada 1,000 horas trabajadas (como lo han hecho en el pasado con las máquinas existentes). Registrar los valores estimados en la columna F de la **Figura 9.10**. Trazar la columna F como la línea café en la **Figura 9.9**. La línea se inclina hacia arriba como una extrapolación razonable de los datos disponibles para las cinco máquinas existentes.

**Paso 5.**

Agregar las columnas E y F para producir la columna G: los costos estimados de propiedad y operación de la máquina teórica. Trazar los resultados como la línea roja en la **Figura 9.9**.

**Paso 6.**

Agregar las líneas verdes para identificar el periodo de propiedad óptimo y el costo mínimo de la máquina teórica. El costo óptimo de \$49.81 por hora y el periodo de propiedad óptimo de 9,000 producidos en el proceso de seis pasos, descrito anteriormente, se pueden utilizar como una estimación razonable para los seis cargadores que actualmente posee y opera la empresa. La edad actual está muy por debajo del periodo óptimo de propiedad y la empresa claramente no ha llegado al punto en el que “se meta dinero bueno al malo”, conservando las máquinas durante demasiado tiempo.

Repetir el proceso anualmente brindará una mejor idea del crecimiento de los costos de refacciones y mano de obra, refinará el periodo de propiedad óptimo estimado y proporcionará un buen indicador temprano de cuándo las unidades ingresan a las zonas verde o amarilla y se convierten en candidatas para reemplazo.

**Compre lo que quema**

No es complicado. Cuando compras una máquina con un periodo de propiedad estimado de 15,000 horas, ¿qué está comprando?

1. Una máquina
2. 15,000 horas de capacidad productiva

Al utilizar máquinas, estás “quemando” esa capacidad productiva. Su flota es más vieja esta noche que esta mañana, entonces, tiene que comprar lo que quema. Si no lo hace, su flota estará perdiendo su capacidad de producir trabajo en el futuro. Si tiene 36 camiones, y si su camión dura 36 meses, entonces está “quemando” un camión por mes y sería mejor “comprar” un camión por mes.



## Capítulo 16.

# Implementación

Los primeros exploradores que ingresaron en el interior del África más oscura procedían con frecuencia de la costa oriental y remontaban el río Zambeze. Podían recorrer unas 500 millas en canoa hasta llegar a unos rápidos y no podían avanzar más. Los miembros de la tribu Tonga, que remaban en canoas, llamaban a estos rápidos “Kebrabassa”. La palabra significa “El trabajo está terminado”. Bueno, ahí es donde estamos. Hemos hecho el trabajo pesado.

- La Parte I analizó la estructura organizacional y el hecho de que la Gestión de Equipos es un deporte en equipo.
- La Parte II abordaba la importancia de un sistema competente de costeo de equipos y la necesidad de conocer sus costos.
- La Parte III discutió la edad promedio de la flota y las herramientas necesarias para mantenerla equilibrada.
- La Parte IV definió la utilización y su impacto en la recuperación de costos fijos.
- La Parte V se centró en la confiabilidad y el equilibrio entre edad, costo y confiabilidad.

Ahora podemos discutir la implementación. Aquí es donde el conocimiento se pone en marcha y aporta valor.

**El éxito no proviene del conocimiento sino de la implementación de ese conocimiento.**

Las tres secciones de este capítulo proporcionan algunos antecedentes y luego describen dos enfoques muy diferentes:

### SECCIÓN 16-1

#### Métricas financieras y operativas

Las métricas financieras miden el resultado final y mantienen los libros de contabilidad “en orden”. Las métricas operativas miden el desempeño en las operaciones diarias y guían el proceso de toma de decisiones.

306

### SECCIÓN 16-2

#### Análisis de costos reactivos

Implementación de la forma tradicional. Se establecen presupuestos, se miden los datos reales y se utilizan las variaciones para señalar la necesidad de tomar acciones correctivas. La premisa básica es que el conocimiento sobre los costos actuales se puede utilizar para comprender el presente e iniciar las acciones necesarias para mejorar el futuro.

308

**SECCIÓN 16-3****Sea proactivo: ataque las causas de los costos**

Implementación proactiva. La premisa básica es que los costos se definen por el desempeño y que pueden gestionarse centrándose en un número relativamente pequeño de indicadores principales. La implementación proactiva mira hacia el futuro y enfatiza que ya no se pueden controlar los costos una vez que se gasta el dinero.

311

**Sección 16-1. Métricas financieras y operativas**

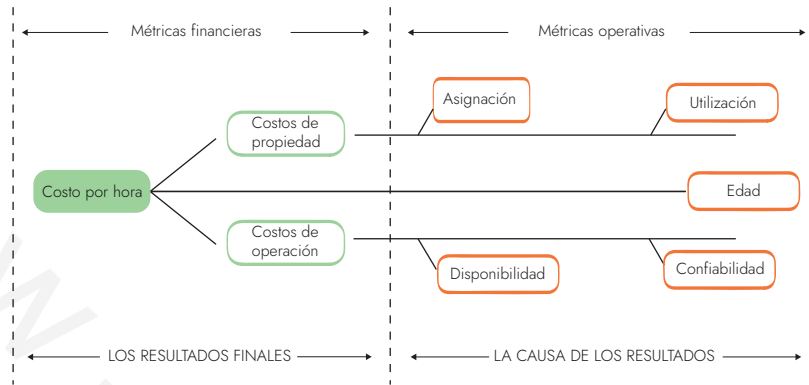
Las empresas son muy buenas recopilando datos cuando la transacción en cuestión implica dinero. Cada transacción realizada con una tarjeta de crédito se registra en detalle y se procesa casi instantáneamente porque es una transacción comercial. Las transacciones que no tienen signos de dólar adjuntos son diferentes. Es bueno tener métricas operativas que miden el desempeño, pero, a diferencia de las métricas financieras, no son necesarias para garantizar que las transacciones se realicen como deberían y que los libros de contabilidad se mantengan “en orden”. Sabemos al detalle cuánto se gastó para comprar las piezas necesarias para la reparación, pero rara vez medimos cuánto tiempo estuvo inactiva la máquina mientras se reparaba.

El hecho de que las transacciones comerciales se registren en el curso normal de las actividades comerciales significa que con frecuencia se dispone de datos precisos y oportunos sobre los costos. Esto puede hacer que los gerentes pongan demasiado énfasis en los costos al momento de informar y tomar decisiones. Sí, el costo es de vital importancia y no hay duda de que conocerlo y gestionarlo es el precio de entrada a la industria de la construcción. Sin embargo, debe entenderse que el costo es el resultado final del proceso de toma de decisiones y no la causa de los numerosos acontecimientos que han conducido a la situación actual.

La única forma de resolver un sobrecosto es averiguar el motivo y solucionar el problema. No puede reducir los costos de reparación guardando su chequera y no gastando en repuestos y mano de obra. El problema se resuelve haciendo las preguntas necesarias para identificar la causa raíz del gasto y mejorar la confiabilidad y la disponibilidad.

La **Figura 16.1** muestra cómo funciona el sistema. La métrica financiera clave, el costo por hora (**consulte el capítulo 7**) se utiliza para formular la primera pregunta: ¿hay algún problema con el costo de propiedad (**consulte el capítulo 4**) o hay un problema con el costo operativo? (**consulte el capítulo 5**). Estas métricas miden el resultado final de todo lo que ha sucedido antes. A menudo están asignados y se calculan de forma rutinaria codificando facturas, órdenes de trabajo y tarjetas de control de tiempo.

Las normas contables y los procesos comerciales establecidos hacen que los costos se procesen con la disciplina necesaria para prosperar en el mundo comercial. Miden el resultado final y actúan como alarma de incendio cuando algo sale mal. Registran la situación tal como era en el pasado reciente y rara vez brindan la información necesaria para resolver problemas y mejorar el desempeño (**consulte la sección 16-2**).



**Figura 16.1. Métricas financieras y operativas.** Las métricas financieras miden el resultado final. Las métricas operativas miden lo que sucede en el campo en el día a día.

Las métricas operativas que se muestran en el lado derecho de la **Figura 16.1** brindan información más profunda, miden el rendimiento de la flota y son esenciales para el análisis de la causa raíz necesario para plantear preguntas difíciles, resolver problemas cotidianos y reducir costos.

Las métricas operativas no gozan del nivel de estandarización y aceptación que la profesión contable ha brindado a las métricas financieras y, sobre todo, los datos requeridos rara vez forman parte de una transacción comercial. El tiempo que un técnico trabaja en una máquina se registra con precisión porque es necesario para la nómina; el tiempo que la máquina está fuera de servicio, o en espera de reparación, rara vez se registra a pesar de que la disponibilidad es una métrica operativa de importancia crítica.

La **Figura 16.1** muestra cinco métricas operativas importantes que se pueden utilizar para medir el rendimiento de la máquina. Uno, la asignación y la utilización afectan los costos de propiedad y dos, la confiabilidad y la disponibilidad afectan los costos operativos. El quinto, la edad, es el determinante clave del periodo óptimo de propiedad y resume toda la situación. Todas las métricas operativas se han analizado en detalle en los **capítulos 8, 12 y 15**. Basta decir aquí que:

- **Asignación.** La asignación genera preguntas relacionadas con el tamaño y la composición de la flota, la sabiduría de la decisión de venta original y la conveniencia de deshacerse de la máquina más temprano que tarde. Es imposible recuperar el costo de propiedad de una unidad no desplegada y, por lo tanto, la asignación es un excelente indicador de recuperación de costos de propiedad. Usted no quiere en absoluto que su dinero se invierta en el banco de equipos no asignados (**consulte la sección 12-2**).
- **Utilización.** La utilización es, en la gran mayoría de los casos, una función de la gestión del lugar de trabajo. Debería suscitar preguntas relativas a la planeación del trabajo, así como a los medios, métodos, secuencia y flujo de operaciones. La utilización también es un indicador principal de la recuperación de costos de propiedad y es un factor crítico en el cálculo del costo de propiedad por hora (**consulte la sección 13-1**).
- **Confiabilidad.** La **sección 15-1** argumentó que la confiabilidad medía la efectividad de la empresa de mantenimiento para prevenir retrasos o interrupciones no planeadas en la producción. Cada evento de inactividad es un evento de costo y la confiabilidad es un excelente indicador principal del costo de refacciones y mano de obra por hora. Es simple sentido común; las máquinas confiables son más baratas de operar que las máquinas que se averían con frecuencia.

- **Disponibilidad.** La disponibilidad se diferencia de la confiabilidad en que mide la duración del tiempo muerto en contraposición a la frecuencia de los eventos de paro. Al igual que la confiabilidad, es un factor clave y un indicador principal del costo operativo: cuanto más tiempo esté inactiva la máquina, más probabilidades habrá de gastar en refacciones y mano de obra y menos horas de trabajo tendrá para recuperar los costos (consulte la sección 12-2).
- **Edad.** La sección 8-1 detalla la metodología utilizada para estimar el periodo de propiedad óptimo o “punto óptimo”, donde la suma de los costos de propiedad por hora y de operación por hora alcanza un mínimo porque la máquina ha trabajado el tiempo suficiente para reducir los costos de propiedad, pero no el tiempo suficiente para experimentar costos operativos innecesariamente altos. Por lo tanto, la edad es un claro indicador principal del costo total por hora y juega un papel dominante en la decisión de reparación, reconstrucción y reemplazo.

La clara distinción entre métricas financieras (los resultados finales) y métricas operativas (la causa de los resultados), establecida en la Figura 16.1, permite definir las siguientes dos diferencias de estilo muy importantes con respecto al análisis y gestión de los costos de equipos:

#### I. Análisis de costos reactivo.

El enfoque reactivo utiliza métricas financieras (costos) como una “alarma de incendio” para señalar la necesidad de acciones correctivas y brindar alguna orientación sobre el análisis forense que se debe realizar para encontrar la causa raíz del problema y tomar las acciones necesarias para mejorar el rendimiento. En la sección 16-2 se proporciona un ejemplo de cómo se hace esto y un proceso estructurado para llegar a un posible curso de acción.

#### II. Análisis de costos proactivo.

El enfoque proactivo se basa en la premisa de que el costo se define por el desempeño y que las métricas operativas seleccionadas pueden usarse como indicadores principales para atacar las causas del costo y reducir el desperdicio al mínimo. La sección 16-3 describe cómo se pueden aplicar la utilización, la confiabilidad y la edad para adelantarse al juego y gestionar, en lugar de responder, a las tendencias adversas en el desempeño.

Las métricas financieras (costo de propiedad y costo operativo por hora) hacen poco más que desencadenar la acción requerida. Las métricas operativas, la implementación, la utilización, la confiabilidad, la disponibilidad y la edad ayudan a decirle por qué y dirigir su acción al lugar correcto. El éxito se trata menos de conocer sus costos que de tener las métricas operativas necesarias para ser proactivo, hacer las preguntas correctas, encontrar las causas fundamentales y mejorar el rendimiento.

## Sección 16-2. Análisis de costos reactivos

El análisis de costos reactivos se desencadena por el hecho de que los costos actuales son, por una razón u otra, superiores a los presupuestados y que es necesario hacer algo para:

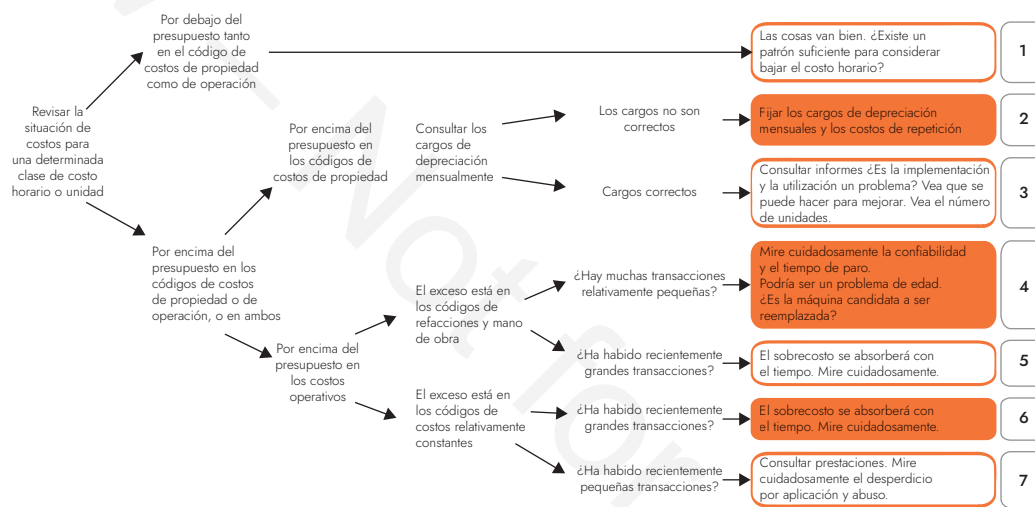
- En primer lugar:** descubrir por qué.
- En segundo lugar,** hacer algo al respecto.

El análisis de costos reactivos es un proceso retrospectivo. La información utilizada para iniciar la acción se basa en resultados pasados y se supone que el futuro se parecerá mucho al pasado. Esto es muy arriesgado cuando se trata de equipo. El hecho de que una máquina funcionara a bajo precio el año pasado no significa que funcionará a bajo precio el año que viene. Quizás sea exactamente lo contrario.

No se mejoran los costos agonizando por el pasado. Usted mejora los costos al llegar a la causa raíz del problema y tomar medidas. Debe mirar hacia el futuro. No sirve de nada llorar por la leche derramada. Descubra dónde y por qué se produjo esa crisis y haga lo necesario para evitar que vuelva a suceder.

Los presupuestos y los informes de costos ayudan a establecer costos horario y equilibrar la cuenta de Gestión de Equipos (consulte el capítulo 7). También identifican áreas que requieren atención y deben proporcionar la información necesaria para tomar medidas basadas en hechos y no en la intuición. Decidir qué hacer es, en la mayoría de los casos, más arte que ciencia. Con frecuencia no existe una “respuesta correcta”, pero ciertamente hay algunos principios involucrados.

La Figura 16.2 establece un enfoque lógico y muestra cómo se puede combinar el conocimiento del costo con otra información para llegar a una serie de posibles pasos de acción. Repasemos la Figura 16.2 de arriba a abajo y de izquierda a derecha.



**Figura 16.2.** Un proceso lógico para realizar un análisis de costos reactivo y utilizar el conocimiento de los costos para definir una serie de posibles pasos de acción.

Lo primero que debe hacer es utilizar el proceso establecido en la sección 7-4 para revisar la situación de costos de una familia de equipo determinada (máquinas que son esencialmente iguales y que comparten el mismo costo horario de carga interna) o unidad. Si la familia de equipo o las unidades de la clase están por debajo del presupuesto con respecto a los códigos de costo de propiedad y de costo operativo, entonces la línea superior lo lleva a la fila 1. Las cosas están funcionando bien. Una tendencia o patrón es razón suficiente para considerar reducir el costo horario y establecer nuevos objetivos de costos para la familia de equipo.

Si la clase o unidades de la clase están por encima del presupuesto, lo primero que debe hacer es averiguar si el exceso está en los códigos de costos de propiedad (capítulo 4), en los códigos de costos operativos (capítulo 5), o en ambos. Este es un primer paso crítico, ya que la acción requerida para rectificar la situación depende completamente de si la causa raíz radica en los códigos de costos de propiedad o en los códigos de costos operativos.

Si la clase o una unidad de la clase está por encima del presupuesto en los códigos de costos de propiedad, entonces la acción debe centrarse en la recuperación de costos fijos. Lo primero que hay que hacer es comprobar si los cargos por depreciación mensual han sido calculados correctamente de acuerdo con la política de la empresa y cargados correctamente a la unidad o grupo. De lo contrario, se deben corregir los cargos incorrectos y volver a ejecutar los costos (fila 2). Si los cargos son correctos, entonces el exceso

en el presupuesto sólo puede deberse al hecho de que la utilización es baja (**capítulo 13**) y las máquinas no han funcionado o no se ha informado que funcionen durante el número previsto de horas, días o semanas. Esto termina en la fila 3 con tres pasos posibles: (1) verificar si el informe de utilización es correcto, (2) ver qué se puede hacer para mejorar la implementación y la utilización, y (3) considerar la posibilidad de reducir la cantidad de unidades en la familia de equipo para adaptarse mejor a las cargas de trabajo actuales. En todos los casos, la implementación y la utilización, tal como se definen en el **capítulo 12**, son las métricas clave.

Si el problema radica en los códigos de costos operativos (**capítulo 5**), significa que la clase o unidades de la clase están por encima del presupuesto cuando se trata de recuperar los costos variables asociados con los códigos de costos como piezas de desgaste, llantas/orugas, preventivos y de condición base de mantenimiento y reparación de repuestos y mano de obra. Hay dos posibilidades. En primer lugar, el exceso está en los códigos de refacciones y mano de obra (**sección 5-2**) que aumentan con la edad o, en segundo lugar, el exceso está en los códigos relativamente constantes (**sección 5-1**).

Si el problema radica en los códigos de mano de obra y repuestos, entonces, nuevamente, hay dos razones posibles: o la máquina está experimentando muchas transacciones relativamente pequeñas con costos que ocurren con frecuencia, o la cantidad de órdenes de trabajo y la cantidad de eventos PER por cada 1,000 son altas. Esto termina en la fila 4 y es necesario considerar seriamente la confiabilidad (**capítulo 15**). Compruebe si el trabajo de reparación se realizó correctamente o si hay muchos trabajos de reparación en la misma máquina y componente. ¿Es la máquina candidata a ser reemplazada? (**capítulo 9**).

Las situaciones de exceso de presupuesto ocurren en los códigos de refacciones y mano de obra cuando la máquina ha sido sometida recientemente a una reparación importante y aún no ha acumulado las horas necesarias para volver a alinear los costos por hora. Si este es el caso, entonces el diagrama termina en la fila 5. Es necesario observar la máquina con atención. Si el problema radica en categorías y códigos relativamente constantes, entonces nuevamente hay dos posibilidades. En primer lugar, recientemente se han producido grandes transacciones debido al hecho de que se han sustituido el tren de rodaje o los neumáticos. Esto pasa a la fila 6 y a la necesidad de esperar para acumular las horas necesarias para alinear los costos. En segundo lugar, hay todo tipo de transacciones pequeñas y costosas en los códigos constantes. Esto termina en la fila 7. Esta no es una buena situación y requiere una revisión cuidadosa del desperdicio, la aplicación excesiva y el abuso.

La **Figura 16.2** muestra cómo se puede utilizar el conocimiento de los costos de los equipos para identificar siete puntos finales que detallan lo que se puede hacer para mejorar el rendimiento. La fila 1 permite utilizar este conocimiento para reducir los costos horario y ser más competitivo. La fila 2 es una verificación administrativa simple, por lo que no debería ser un problema. Las filas 5 y 6 requieren paciencia: es necesario esperar y absorber los impactos de grandes gastos poco frecuentes. Con suerte, las decisiones para hacer el trabajo fueron buenas y los costos, con el tiempo, volverán a la normalidad.

Las filas 3, 4 y 7 son las complicadas. La fila 7 requiere un enfoque disciplinado y detallado para la gestión de costos del día a día. Esté atento a la aplicación excesiva y elimine el desperdicio.

Las filas 3 y 4 son donde residen los problemas y donde se gasta la mayor parte del dinero. No hay atajos y el éxito depende de tres cosas. En primer lugar, un conocimiento detallado del costo para analizar la situación y llegar a la causa raíz. En segundo lugar, un conocimiento de implementación y utilización para tomar medidas y solucionar los problemas de la fila 3. En tercer lugar, un conocimiento de la confiabilidad y el tiempo muerto para analizar los problemas, tomar medidas y solucionar los problemas de la fila 4. El análisis de costos reactivo funciona, pero recuerde que el costo es un síntoma. Usted soluciona problemas y mejora el rendimiento determinando la causa raíz y tomando medidas.

### Sección 16-3. Sea proactivo: ataque las causas de los costos

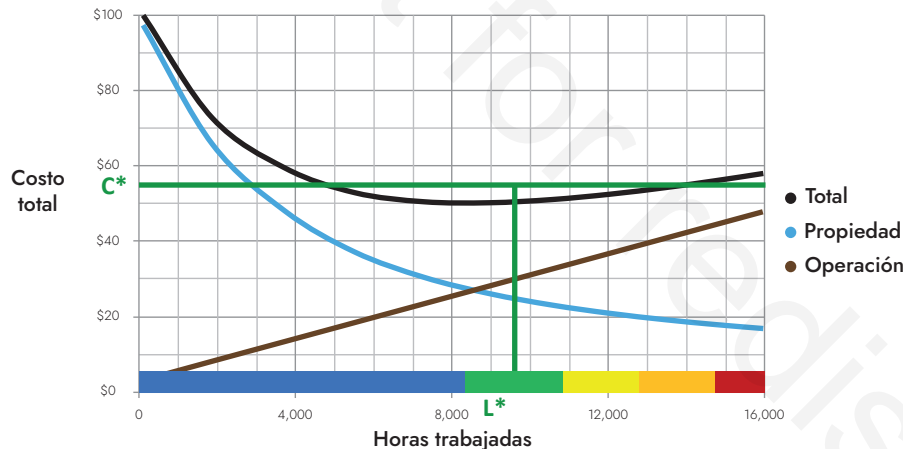
La premisa básica es que:

**El costo se define por el desempeño y puede reducirse identificando y gestionando un número relativamente pequeño de indicadores principales.**

Las distintas secciones del libro han identificado y detallado tres indicadores principales del costo del equipo. La experiencia y el éxito en la industria han llevado a la firme creencia de que un enfoque total en estas tres causas de los costos de los equipos mejorará el rendimiento y brindará la confianza para saber que los costos, cualesquiera que sean, son lo más competitivos posible.

#### EDAD

El capítulo 8 identificó la edad como un indicador principal del costo de propiedad y operación por hora. La Figura 16.3 repite la Figura 8.8 para mostrar cómo el costo por hora de horas acumuladas aumenta con la edad y confirma que el costo marginal de cada hora que una máquina pasa en las zonas amarilla, naranja o roja (zonas de edad más allá del periodo óptimo de propiedad) es más cara que el costo promedio por hora de todas las horas trabajadas anteriormente, HA.



**Figura 16.3.** Cada hora que pasa una máquina en las zonas amarilla, naranja o roja es más cara que el costo medio de todas las horas anteriores. La edad es un indicador principal del costo por hora.

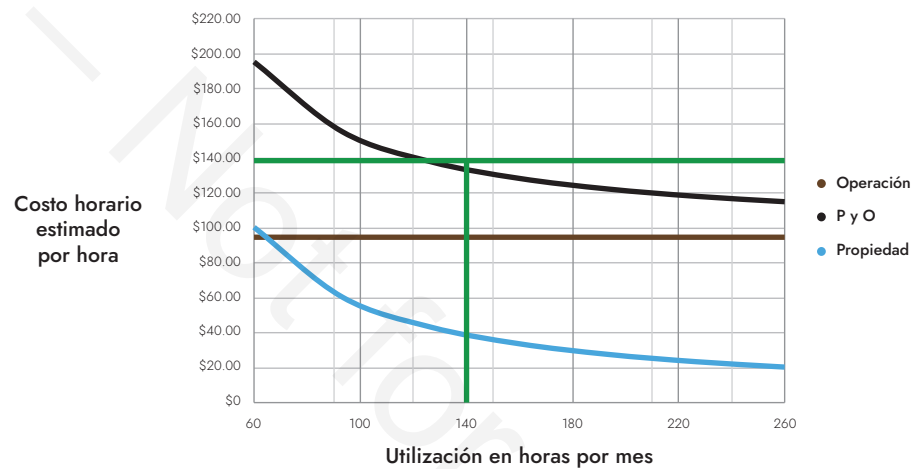
Las máquinas no duran para siempre y es absolutamente necesario mantener la edad promedio de su flota en el punto ideal donde la suma de los costos de propiedad y operación alcanza un mínimo. Todos sabemos que las máquinas que han superado su periodo óptimo de propiedad probablemente tendrán costos elevados, y que el año que viene serán más caras que la media de todos los años anteriores. Tampoco desea que la edad promedio de su flota sea demasiado joven, ya que esto le provocará una alta depreciación y costos financieros y creará una falsa sensación de seguridad en su presupuesto de costos operativos. Es un equilibrio delicado que requiere una vigilancia constante.

**De nuevo, hay cuatro cosas que hacer.** (1) Establecer expectativas razonables para el periodo óptimo de propiedad y saber dónde se encuentra cada máquina de su flota en relación con las vidas objetivo que ha establecido. (2) Planear con anticipación. Si su vida útil de referencia es de 13,000 horas, entonces

no debería ser una gran sorpresa que una máquina de 10,000 horas se convierta en candidata para ser reemplazada dentro de dos años. (3) Utilizar un proceso de reemplazo de flota y gestión de edad bien planeado como una forma de cambiar el tamaño y reconfigurar constantemente su flota. Cada reemplazo es una oportunidad para hacer algo nuevo y diferente. (4) Saber que es posible, y en algunos casos muy necesario, retrasar el reemplazo, pero, a la larga, no puede negarlo. Es un trabajo duro y muy caro hacer retroceder una flota antigua.

## UTILIZACIÓN

El capítulo 13 identificó la utilización como un indicador principal del costo de propiedad por hora. La Figura 16.4 repite la Figura 13.5 para mostrar la forma en que el costo de propiedad por hora varía con la utilización.



**Figura 16.4.** El costo de propiedad por hora disminuye al aumentar la utilización. La utilización es un indicador principal del costo de propiedad por hora.

Una implementación exitosa requiere un enfoque total en la utilización. La baja utilización es una causa fundamental y una señal de advertencia temprana de sobrecostos en los costos de propiedad por hora. Si los costos fijos de propiedad ascienden a \$6,000 por mes y usted ha establecido un presupuesto de costos de propiedad de \$40 por hora basado en 150 horas de utilización por mes, entonces no debería ser una gran sorpresa que supere el presupuesto en \$20 por hora si la máquina solo funciona 100 horas.

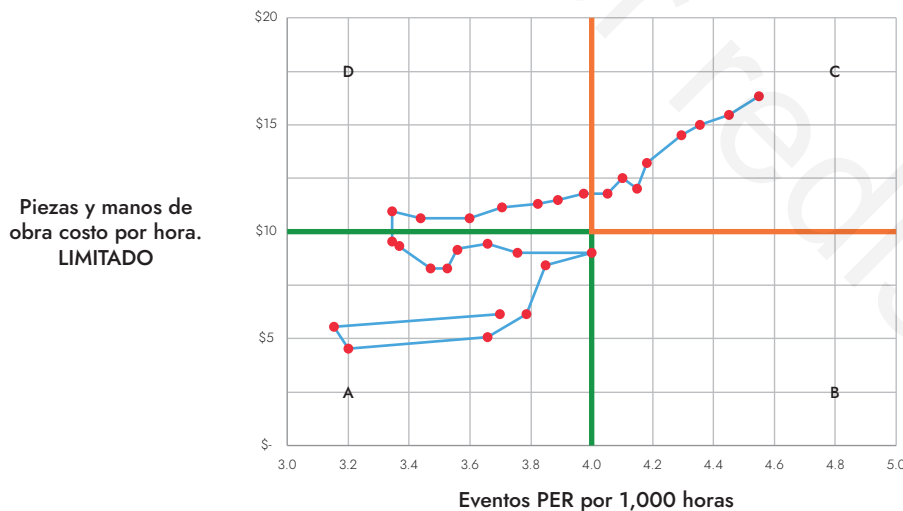
Entonces, ¿qué necesita hacer? Esté al tanto de al menos las siguientes cuatro cosas. (1) Conocer y comprender los dos componentes de la utilización: implementación (la cantidad de semanas que una máquina pasa en el proyecto) y utilización en campo (el tiempo que la máquina funciona cuando está en el proyecto). (2) Establecer buenos puntos de referencia tanto para la implementación como para la utilización sobre el terreno. ¿Es razonable esperar que la máquina esté en el proyecto durante 40 semanas al año? ¿Es razonable esperar que la máquina funcione 35 horas por semana cuando esté en el proyecto? (3) Utilizar estos puntos de referencia en el cálculo de su costo horario de costo de propiedad y saber que no alcanzará este costo horario si no alcanza sus puntos de referencia de utilización. (4) Medir y gestionar tanto la implementación como la utilización. Sea implacable cuando se trata de máquinas infrutilizadas. No hay razón para proporcionar un lugar en su flota para máquinas “en caso de que las necesitemos”: dimensione su flota para el promedio de tiempos, no para los mejores tiempos; siempre existe la posibilidad de rentarlas.

## CONFIABILIDAD

El capítulo 15 identificó la confiabilidad como un indicador principal del costo operativo por hora. La Figura 16.5 repite la Figura 15.9 para mostrar el equilibrio entre edad, costo y confiabilidad y confirmar que administrar la confiabilidad (la frecuencia de eventos PER cada 1,000 horas) es fundamental para administrar las refacciones y el costo de mano de obra por hora.

Una implementación exitosa requiere que se mida y gestione la confiabilidad. La creciente frecuencia de eventos de inactividad es una causa fundamental y una señal de advertencia temprana de aumentos en los costos de refacciones y mano de obra. Sepa con qué frecuencia una máquina experimenta un evento de paro de emergencia reportado (evento PER) e interrumpe la producción debido a una falla mecánica. Cada evento PER tiene dos impactos. La planeación y la productividad en el trabajo se ven afectadas y el gasto en repuestos y mano de obra aumenta debido a otro aumento repentino.

Entonces, ¿qué necesita hacer para atacar las causas del aumento del costo de las refacciones y de la mano de obra? De nuevo, cuatro cosas. (1) Capacitar, motivar y liderar a sus operadores. Asegurarse que sean los mejores en el negocio. Los operadores son su primera línea de defensa contra eventos PER. (2) Asegurarse que sus técnicos de campo tengan conocimientos y capacitación en equipos de última generación. Asegurarse que tengan el tiempo y los recursos necesarios, no solo para reparar la máquina sino también para eliminar la causa de la avería original. No puede darse el lujo de permitir que los eventos PER se repitan. (3) Mantener sin compromiso. Tener un buen sistema para observar, medir e informar sobre el estado de sus máquinas. Una manguera desgastada o una llanta cortada son una señal de advertencia de un evento PER pendiente. Acumular problemas informados y realizar el trabajo requerido antes de que la máquina falle y los costos se disparen. (4) Registrar y reportar eventos PER. Medir su capacidad para ser proactivo y prevenir fallas. Saber que un dólar gastado en prevención vale muchos más dólares gastados en reparación. Creer que es posible reducir drásticamente la frecuencia de los eventos PER.



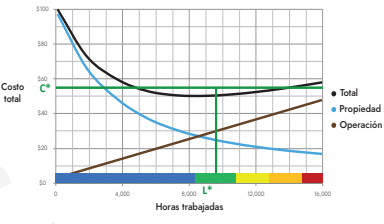
**Figura 16.5.** Las refacciones y la mano de obra por hora aumentan a medida que disminuye la confiabilidad. La confiabilidad es un indicador principal del costo operativo por hora.

### La EDAD, la UTILIZACIÓN y la CONFIABILIDAD son causas de costo

La gestión proactiva en estas áreas puede prevenir problemas y minimizar el análisis forense para descubrir tendencias de costos adversas e intentar resolver problemas del pasado. Sabemos que una mala

utilización hace que el costo de propiedad por hora supere el presupuesto; que la mala confiabilidad hace que los costos de reparación y mano de obra aumenten y que las máquinas viejas tienen costos de propiedad y operación superiores al mínimo.

Utilice este conocimiento, sea proactivo en lugar de reactivo y evite los problemas en lugar de resolverlos. Sí, los informes de costos son importantes, y sí, guían nuestras decisiones en situaciones complejas y difíciles de ver. Abordemos la utilización, la confiabilidad y la edad, administrémoslas con habilidad, cuidado y atención a diario y luego preocupémonos por el costo.

Costo	Edad
<b>PARTE II. CONOZCA SU COSTO</b>	<b>PARTE III. GESTIONAR LA EDAD PROMEDIO DE LA FLOTA</b>
<b>Capítulos 3 al 7</b>	<b>Capítulos 8 al 11</b>
<p>Análisis de costos reactivo.</p> <p>Los informes de costos actúan como una “alarma de incendio” para señalar la necesidad de acciones correctivas y brindar orientación sobre las acciones requeridas. Una acción eficaz examinará:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilización.</li> <li>2. Confiabilidad.</li> <li>3. Edad promedio de la flota.</li> </ol>	<p>El periodo óptimo de propiedad o “punto óptimo” ocurre cuando la suma de los costos de propiedad por hora y de operación por hora alcanza un mínimo.</p> <p>La edad es un indicador principal del costo total por hora.</p> <p>Cada hora que una máquina pasa en las zonas de edad amarilla, naranja o roja es más cara que todo el costo medio de todas las horas acumuladas.</p>
<p>Análisis de costos proactivo.</p> <p>El costo se define por el desempeño. Se utilizan indicadores clave seleccionados para atacar las causas del costo y reducirlo al mínimo.</p> <p>Los indicadores adelantados se utilizan para gestionar las tendencias adversas.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La utilización apunta al costo de propiedad.</li> <li>2. La confiabilidad apunta al costo operativo.</li> <li>3. La edad apunta a un posible deterioro en ambos.</li> </ol>	
<b>Utilización</b>	<b>Confiabilidad</b>
<b>PARTE IV. ASEGURAR SU UTILIZACIÓN</b>	<b>PARTE V. MANTENER LA CONFIABILIDAD</b>
<b>Capítulos 12 y 13</b>	<b>Capítulos 14 y 15</b>
<p>Los costos fijos de propiedad se recuperan poniendo el activo a trabajar y produciendo la construcción completa.</p> <p>La utilización es un determinante clave del costo de propiedad por hora.</p> <p>La utilización es un indicador principal de la recuperación de costos de propiedad y del costo de propiedad por hora.</p> <p>La baja utilización hará que los costos de propiedad no se recuperen.</p>	<p>Cada evento de paro es un evento de costo. El costo de las refacciones y de la mano de obra por hora aumenta exponencialmente a medida que la máquina envejece.</p> <p>La confiabilidad es un indicador principal del costo operativo por hora.</p> <p>El deterioro de la confiabilidad hará que aumenten los costos operativos.</p>
