



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

VALUACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA PESADA DE ÚLTIMA GENERACIÓN

Julio René Sandoval León

Asesorado por el Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero

Guatemala, agosto de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**VALUACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN DE
MAQUINARIA PESADA DE ÚLTIMA GENERACIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JULIO RENÉ SANDOVAL LEÓN

ASESORADO POR EL ING. GUILLERMO FRANCISCO MELINI SALGUERO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|-------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| VOCAL I | Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno |
| VOCAL II | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| VOCAL III | Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa |
| VOCAL IV | Br. Walter Rafael Véliz Muñoz |
| VOCAL V | Br. Sergio Alejandro Donis Soto |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|-----------------------------------|
| DECANO | Ing. Roberto Mayorga Rouge |
| EXAMINADOR | Ing. Jorge Mario Morales Gonzales |
| EXAMINADOR | Ing. Antonio Cabrera Valdéz |
| EXAMINADOR | Ing. Leonel Pinot Leiva |
| SECRETARIO | Ing. René Andrino Guzmán |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

VALUACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA PESADA DE ÚLTIMA GENERACIÓN

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 04 de agosto de 2010.



Julio René Sandoval León

Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero

Ingeniería Civil, Sanitaria y Ambiental. Avalúos

Colegiado 2548

31 de octubre de 2012

Licenciado
Manuel Guillen
Jefe del Departamento de Planeamiento
Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Licenciado Guillen:

Después de analizar y revisar el trabajo de graduación titulado "VALUACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA PESADA DE ÚLTIMA GENERACIÓN", presentado por el estudiante universitario de la carrera de Ingeniería Civil, **JULIO RÉNE SANDOVAL LEÓN**, tengo a bien manifestar que dicho trabajo ha sido ejecutado conforme a los requisitos establecidos.

Por lo anterior en mi calidad de Asesor, me permito solicitar se proceda con los trámites respectivos para su aprobación.

Sin otro particular, me suscribo de usted, atentamente,



~~Ing. Civil, Guillermo Francisco Melini Salguero~~
Asesor

Guillermo Francisco Melini Salguero
INGENIERO CIVIL
Col. 2548



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>



Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil

Guatemala,

8 de mayo de 2013

Ingeniero

Hugo Leonel Montenegro Franco

Director Escuela Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación VALUACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA PESADA DE ÚLTIMA GENERACIÓN, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Julio René Sandoval León, quien contó con la asesoría del Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

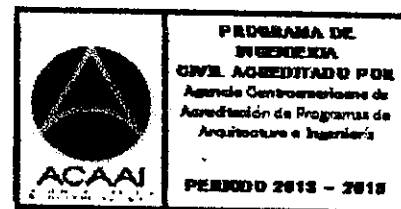
ID Y ENSEÑADA TODOS

Lic. Manuel María Guillén Salazar
Jefe del Departamento de Planeamiento
Manuel María Guillén Salazar
ECONOMISTA
Colegiado No. 4758

FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero y del Jefe del Departamento de Planeamiento, Lic. Manuel María Guillén Salazar, al trabajo de graduación del estudiante Julio René Sandoval León, titulado VALUACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA PESADA DE ÚLTIMA GENERACIÓN, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Hugo Leonel Montenegro Franco
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, agosto de 2013.

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 579.2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **VALUACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA PESADA DE ULTIMA GENERACIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Julio René Sandoval León**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 20 de agosto de 2013

/gdech



AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala y
Facultad de Ingeniería**

Por ser mis centros de estudio.

Dios todopoderoso

A quien debo todo, por darme la oportunidad de nacer, sonreír y vivir con energía cada momento.

Mi madre

Por darme su ayuda incondicional en cada etapa de mi vida.

Mi asesor

Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, por haberme asesorado y aconsejado en mi trabajo de graduación.

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de mi trabajo de graduación.

ACTO QUE DEDICO A:

| | |
|--------------------|---|
| Mis abuelos | Julio León Jo y Georgina Sandoval Garrido. |
| Mi esposa | Olga Virginia Aguilar de Sandoval. |
| Mis hijos | Julio, Rodrigo, Joaquín y Ricardo Sandoval Aguilar. |
| Mis amigos | En general y todas esas personas que de una u otra forma me apoyaron. |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | V |
| LISTA DE SÍMBOLOS | VII |
| GLOSARIO | IX |
| RESUMEN | XIII |
| OBJETIVOS..... | XV |
| INTRODUCCIÓN | XVII |
| | |
| 1. CONCEPTOS USADOS EN LAS OPERACIONES DE MAQUINARIA | 1 |
| 1.1. Costo original | 1 |
| 1.2. Precio de entrega al cliente..... | 2 |
| 1.3. Valor o costo de reposición..... | 2 |
| 1.4. Costo de operación | 3 |
| 1.5. Consumo de combustible | 4 |
| 1.6. Valor de uso | 5 |
| 1.7. Costos de seguro e impuestos | 6 |
| 1.8. Costos de mercado | 7 |
| 1.9. Intereses | 7 |
| 1.10. Revaloración de activos | 8 |
| 1.11. Depreciación de activos | 9 |
| 1.12. Mantenimientos preventivos | 9 |
| 1.13. Mantenimientos correctivos | 10 |
| 1.14. Reemplazo de piezas por uso | 11 |
| 1.15. Costo residual o de desecho | 11 |
| 1.16. Neumáticos | 12 |

| | | |
|--------|--|----|
| 1.17. | Estimadores de vida útil..... | 13 |
| 1.18. | Salario de operadores | 14 |
| 2. | IDENTIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA EN EL PROCESO DE INSPECCIÓN..... | 15 |
| 2.1. | Macro identificación..... | 16 |
| 2.2. | Micro identificación..... | 23 |
| 3. | TIPOS DE MANTENIMIENTOS | 27 |
| 3.1. | Mantenimiento preventivo | 30 |
| 3.2. | Mantenimiento correctivo | 31 |
| 3.3. | Reemplazo de piezas por uso..... | 32 |
| 3.3.1. | Neumáticos | 32 |
| 3.3.2. | Componentes de desgaste especial | 32 |
| 3.4. | Identificación de fallas..... | 33 |
| 3.4.1. | Tipos de fallas | 34 |
| 4. | EDAD Y VIDA ÚTIL DE LA MAQUINARIA..... | 37 |
| 4.1. | Edad y vida útil | 37 |
| 4.1.1. | Edad cronológica..... | 38 |
| 4.1.2. | Edad aparente..... | 38 |
| 4.1.3. | Edad útil o económica | 38 |
| 5. | PROCESO MATEMÁTICO DE UN AVALUÓ..... | 43 |
| 5.1. | Costos de reposición..... | 44 |
| 5.2. | Costos afectados por la inflación..... | 44 |
| 5.3. | Costos de depreciación..... | 45 |
| 5.3.1. | Generalidades | 45 |
| 5.3.2. | Métodos más comunes en aplicar..... | 47 |

| | | | |
|------|----------|---|----|
| | 5.3.2.1. | Método de la línea recta | 47 |
| | 5.3.2.2. | Método de Kuentzle..... | 48 |
| | 5.3.2.3. | Método de Ross..... | 49 |
| | 5.3.2.4. | Método de la suma de los dígitos | 51 |
| | 5.3.2.5. | Método de las unidades de producción | 51 |
| 5.4. | | Coeficientes de ajuste | 52 |
| | 5.4.1. | Discordancia del valor calculado | 52 |
| | 5.4.2. | Procedimiento..... | 52 |
| | 5.4.3. | Comentarios al procedimiento propuesto | 53 |
| | 5.4.4. | Otras observaciones..... | 53 |
| | 5.4.5. | Datos de mercado | 53 |
| | 5.4.6. | Conciliación entre valores calculados y de mercado | 54 |
| 6. | | INTEGRACIÓN DE COSTOS DE MAQUINARIA | 55 |
| | 6.1. | Factores a determinar en la integración de costos | 55 |
| | 6.2. | Integración de un modelo matemático..... | 55 |
| | 6.3. | Interpretación del modelo para poder determinar los costos integrados..... | 60 |
| 7. | | FACTORES DE SEGURIDAD..... | 63 |
| | 7.1. | Por garantía de uso tecnológico | 63 |
| | | 7.1.1. Por GPS..... | 64 |
| | | 7.1.2. Por custodios mecánicos..... | 65 |
| | | 7.1.3. Por uso de personal..... | 65 |

CONCLUSIONES..... 67
RECOMENDACIONES..... 69
BIBLIOGRAFÍA..... 71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | Maquinaria pesada de construcción. Tractor de oruga..... | 19 |
| 2. | Maquinaria pesada de construcción. Tractor de oruga Caterpillar D10T | 19 |
| 3. | Maquinaria pesada de construcción. Tractor de oruga Komatsu..... | 20 |
| 4. | Maquinaria pesada de construcción. Excavadora de oruga | 20 |
| 5. | Maquinaria pesada de construcción. Excavadora de oruga Kobelco..... | 21 |
| 6. | Maquinaria pesada de construcción. Excavadora de oruga Fiat Allis..... | 21 |
| 7. | Maquinaria pesada de construcción. Excavadora de oruga Caterpillar | 22 |
| 8. | Maquinaria pesada de construcción. Excavadora de oruga Doosan | 22 |
| 9. | Cargador frontal Caterpillar. Modelos 1991 y 2006 | 23 |
| 10. | Maquinaria pesada de construcción. Cargador frontal | 24 |
| 11. | Maquinaria pesada de construcción. Trituradora Komatsu..... | 25 |
| 12. | Maquinaria pesada de construcción. Trituradora Caterpillar MC-230 | 25 |
| 13. | Fallas en equipo de construcción (I)..... | 35 |
| 14. | Fallas en equipo de construcción (II)..... | 35 |
| 15. | Maquinaria de construcción antigua | 41 |
| 16. | Gráfico del método lineal | 48 |

| | | |
|-----|--|----|
| 17. | Gráfica de los factores por demérito según el estado del equipo o maquinaria | 49 |
| 18. | Gráfica de los factores según el estado y edad del bien | 51 |
| 19. | Equipo Caterpillar D6T serie 3 | 59 |
| 20. | Comparación entre diferentes métodos | 60 |

TABLAS

| | | |
|------|--|----|
| I. | Depreciación por mercado | 46 |
| II. | Depreciación por mantenimiento | 46 |
| III. | Valores del factor por conservación adoptados por el criterio Ross Heidecke | 50 |
| IV. | Depreciación por tecnología..... | 64 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------------------|---|
| A | Área |
| B | Base depreciable |
| K | Coefficiente de ajuste |
| CD | Costo de depreciación |
| CR | Costo de reposición |
| D | Depreciación |
| D_n | Depreciación acumulada para el instante de tiempo n |
| d | Día |
| h | Hora |
| () | Indica que se realiza la operación que se encuentra adentro del paréntesis. |
| m | Metro |
| N, n | Número de casos y/o de años |
| % | Porcentaje |
| Σ | Sumatoria |
| T | Tiempo |
| U | Unidad |
| Van | Valor de avalúo |

GLOSARIO

| | |
|---|--|
| Actividad | Conjunto de operaciones propias de un proyecto. |
| Aplicación | Emplear, administrar o poner en práctica un conocimiento, medida o principio, a fin de obtener un determinado efecto o rendimiento en alguien o algo. |
| Avaluó | Señalar el precio de algo. Proceso mediante el cual se determina el valor de un bien. |
| Costo | Es el importe de efectivo o medios líquidos equivalentes pagados, o bien el valor razonable de la contraprestación entregada, para comprar un activo en el momento de su adquisición o construcción por parte de la empresa. |
| Costos CIF (costo, seguro y flete) | Término comercial internacional que indica "el vendedor debe entregar la mercancía debidamente embalada en el puerto de destino". |
| Costos FOB (libre a bordo) | Término comercial internacional que indica "el vendedor debe entregar la mercancía correctamente embalada a bordo de un navío designado por el comprador en el puerto de embarque a la fecha y hora convenido". |

| | |
|--------------------|--|
| Eficiencia | Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado. |
| Equipo | Es el término genérico con el que se definen todos los bienes muebles requeridos para la producción, incluyendo la instalación y servicios auxiliares que en su conjunto se diseñan y fabrican para propósitos generalmente industriales, sin importar el método de instalación y sin excluir aquellos rubros de mobiliarios y dispositivos necesarios para la administración y operación de la empresa. |
| Fallas | Defecto material de una cosa que merma su resistencia. |
| Imprevisto | En la administración, gastos con los que no se contaba y para los cuales no hay crédito habilitado. |
| Integración | Completar un todo con las partes que faltaban. |
| Maquinaria | Es un implemento mecánico genérico que se usa en procesos de fabricación y que implica la transformación de un material o producto. Estos pueden ser móviles accionados por tracción mecánica. Toda maquinaria es parte de lo que se conoce como equipo, pero no todo equipo es maquinaria. |

| | |
|--------------------------------|---|
| Obsolescencia económica | Es aquella condición que afecta el valor de un bien debido a condiciones económicas propias del mercado en que se desarrolla la empresa en cuestión. |
| Obsolescencia funcional | Es aquella condición que afecta el valor de un bien debido a una sobrecapacidad, capacidad inadecuada o influencias similares dentro del departamento o proceso productivo en que se encuentra. |
| Obsolescencia técnica | Es aquella condición que afecta el valor de un bien debido al avance tecnológico que se da por cambios en el diseño y/o materiales de construcción. |
| Productividad | Relación entre la producción final y factores productivos (tierra, equipo y trabajo) utilizados en la producción de bienes y servicios. |
| Rendimiento | Proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados. |
| Rentabilidad | Capacidad de las cosas que se pueden dar en alquiler para generar ingresos. |
| Reparación | Acción y efecto de reparar cosas materiales mal hechas o estropeadas. |

GPS

Siglas en ingles de Sistema de posicionamiento global.

Valor unitario

Monto económico representativo por la unidad del elemento que lo compone, ya sea metros cuadrados, metros lineales, unidades, etc.

RESUMEN

La construcción es el arte o técnica de fabricar edificios e infraestructuras y estratégica en la economía de un país, debido a la repercusión que las variaciones de su actividad tienen sobre el resto de sectores, es uno de los sectores industriales más dependientes del factor humano.

En el presente trabajo se analizan los aspectos más importantes dentro del proceso de avalúo de equipos y maquinaria, que permitan realizar estimaciones mediante la evaluación de algunos ejemplos de los últimos modelos.

Es importante que las personas y profesionales involucrados en la construcción cuenten con las herramientas necesarias para la elaboración de presupuestos, cronogramas de costo y mantenimientos, que permitan cumplir con los tiempos establecidos para cada caso.

Se incluyen los conceptos básicos aplicaciones del presente estudio, también se hace el desglose de las tareas presentadas y las descripciones, información que le servirá para la planificación, programación y evaluación de costos, como rendimientos de maquinaria para establecer como los renglones interactúan en el mantenimiento, desgaste por el uso frecuente de tareas asignadas en los diferentes renglones de la construcción.

OBJETIVOS

General

Generar parámetros de costos específicos para estimar relación costo beneficio en volúmenes producidos por hora o por renglones de construcción en ejecución.

Específicos

1. Facilitar información para los profesionales que inician labores de construcción, elaboren presupuestos reales y que no le impacten esos costos, por falta de previsión.
2. Desarrollar una guía de cálculos en factores que intervienen para ejecución de proyectos de construcción (movimientos de tierras, carreteras, terraplenes, etc.).
3. Dar a conocer las características de cada renglón.

INTRODUCCIÓN

Por valuación se entiende la cuantificación a través de una fórmula matemática y teniendo en cuenta los resultados de la evaluación permiten obtener un precio de venta. En términos generales, valuación al costo, es cuando se compra algo, y se paga el costo. Cuando se venden se asigna un precio mayor y esto significa el precio de venta.

En el presente trabajo se incluyen aspectos que permiten hacer estimaciones de maquinaria de última generación, mediante descripción de conceptos importantes así como desarrollo de ejemplos de los últimos modelos, pudiendo observar la diferencia de la eficiencia de sus rendimientos en comparación de modelos anteriores.

El capítulo uno incluye conceptos sobre las operaciones de maquinaria, que se utilizaron dentro del documento. El capítulo dos presenta las identificaciones de la maquinaria durante el proceso de inspección.

Dentro del capítulo tres se describen las clases de mantenimiento así como se identifican los diferentes tipos de fallas. En el capítulo cuatro se abordan conceptos importantes sobre la edad y vida útil de la maquinaria.

El proceso matemático de un avalúo se desarrolla dentro del capítulo cinco, incluyendo aspectos sobre los diferentes tipos de costos que existen. La descripción de las integraciones de costos de maquinaria se presenta en el capítulo seis.

En el capítulo siete se describen los factores de seguridad necesarios dentro del proceso, al final se incluyen las conclusiones y recomendaciones, así como la bibliografía consultada en el trabajo realizado.

El lector encontrará en este trabajo información que le servirá para la planificación, programación y evaluación de costos, como rendimientos de maquinaria para establecer como los renglones interactúan en el mantenimiento. El trabajo de graduación debe servir como guía a los relacionados con el tema, de manera que pueda ser utilizado como documentación bibliográfica.

1. CONCEPTOS USADOS EN LAS OPERACIONES DE MAQUINARIA

1.1. Costo original

Para determinar los costos en la construcción es necesaria la conjugación de especificaciones técnicas y económicas, desde el estudio de materiales hasta los medios y procedimientos para aplicarlos en obras.

Se conoce generalmente como “la sumatoria de los gastos que se generaron en el momento de adquirirse, construirse o montarse una máquina o equipo”, para maquinaria en el país, existente en plaza, no importando su procedencia, dicho costo será el que pague a base de su precio al contado, sin incluir gastos de manejo o intereses por la venta al crédito.

Para equipos importados dicho costo será el de la mercancía nacionalizada, es decir la suma del costo FOB, embalaje para la exportación, fletes de fábrica a puesto de embarque, flete y seguro marítimo al puerto de destino, integrándose hasta aquí el denominado costo CIF.

Adicionalmente el costo CIF hay que agregar el costo de nacionalización, el cual lo integran: los gastos de aduana incluyendo derechos, impuestos y cualquier otro, hasta que la maquinaria está afuera de la aduana y se encuentre en el camión que la transportará a la bodega de la distribuidora o a la empresa que está generando la venta.

Para maquinaria, equipos e instalaciones especiales, fabricados, contruidos o armados en sitio en la empresa, dicho costo viene dado por la suma de los gastos de ingeniería y gastos generales imputables a fabricación, montaje o construcción de los mismos.

1.2. Precio de entrega al cliente

Las necesidades de factor trabajo para diseñar, proyectar, dirigir y ejecutar una obra pueden estructurarse en una serie de ocupaciones que se clasifican de acuerdo a los siguientes grupos.

El precio de entrega al cliente debe incluir los costos de preparación de la maquinaria para el trabajo en el sitio del usuario, incluyendo el transporte y cualquier impuesto aplicable.

En la maquinaria con neumáticos de goma, éstos se consideran como un elemento de desgaste y están cubiertos como un gasto de operación. Por consiguiente, algunos usuarios pueden deducir el costo de los neumáticos del precio de entrega, particularmente para la maquinaria pesada que genera altos costos en los intereses dependiendo de la compra.

1.3. Valor o costo de reposición

La maquinaria de movimiento de tierras tendrá cierto valor cuando se canjee. Si bien muchos propietarios prefieren depreciar sus maquinarias hasta un valor de cero, otros reconocen el valor residual proveniente de la reventa o canje.

Esta es una opción del tasador, pero al igual que en lo relativo a los períodos de depreciación, los altos costos que tiene la maquinaria ahora obligan a que se considere el valor de reventa para determinar la inversión neta depreciable. Y si las máquinas se canjean en menos del valor de reventa es aún más importante.

Para muchos propietarios, el valor potencial de reventa o de canje es un factor determinante en sus decisiones de compras, ya que es una forma de reducir la inversión que se debe recobrar mediante la depreciación. El alto valor de reventa de las máquinas fabricadas por algunas de las marcas líderes del mercado reduce los cargos por horas de depreciación, así como los costos totales, horarios de posesión y mejora las posibilidades competitivas del propietario.

Cuando se utiliza el valor de reventa o de canje para calcular los costos por hora de posesión y de operación, se debe tener en cuenta las condiciones del lugar, pues el valor del equipo usado varía entre un punto a otro. En todo mercado de máquinas de segunda mano, los factores más importantes en el valor de reventa o de canje son: la edad de la maquinaria (años), las horas de servicio, los tipos de trabajo y las condiciones de operación en que se utilizó y el estado en que se encuentra. La mayoría de distribuidores del sector regularmente son los que mayor información cuentan respecto a los valores en el mercado de equipos usados.

1.4. Costo de operación

Para la elaboración de costos de operación de maquinaria es necesario identificar la clasificación de los diferentes factores que interactúan para poner en marcha una máquina y que son primordiales, estos son:

- Recurso humano, quien es el que opera el equipo
- Rubro combustible

Se involucran estos factores por los consumos y por su costo; al primer factor se le llama costo de operación mano de obra y prestaciones laborales como también los de seguridad social y pago de impuestos laborales con sus respectivas retenciones. El otro costo de combustible es primordial por el alto impacto que genera el volumen que consumen por el valor de cada litro o galón según la medida que se cuantifique, los otros son los lubricantes, filtros y grasas, los mantenimientos preventivos y correctivos que se deberán de programar según las recomendaciones de cada fabricante.

1.5. Consumo de combustible

El consumo de combustible se puede medir con exactitud en la obra, sin embargo, si no hay oportunidad de hacerlo se puede estimar sabiendo el uso que se dará a la maquinaria.

La clase de trabajo determinara el factor de carga del motor y esto influye, a su vez, en el consumo de combustible. Un motor que trabaje en forma continua a plena potencia funciona a un factor de carga de 1,0. Las máquinas de movimiento de tierras solo alcanzan de modo intermitente un factor de carga de 1,0 y muy rara vez lo mantienen por tiempo considerable. Los períodos de marcha de velocidad en vacío, el empuje de la hoja, el recorrido en retroceso del empujador, movimiento de maquinaria vacía, las maniobras precisas con aceleración parcial y el trabajo cuesta abajo son ejemplo de operaciones que reducen el factor de carga.

Actualmente la mayoría de máquinas tiene funcionamiento de sistemas electrónicos que pueden generar reportes del consumo por hora, día, mes y hasta por año de las operaciones que generen a diferentes factores de carga, tal es el caso de corte en superficies muy duras, suaves y los tiempos de parado, pudiendo enviar reportes de estos a los centros de operaciones o celulares de la personas que estén ejecutando las operaciones. Es muy importante ya que debido al alto costo del diesel y los lubricantes es imprescindible mantener un buen control, si no el rendimiento debido al alto consumo genera pérdidas económicas.

1.6. Valor de uso

Se define como tal al “valor de los bienes que forman la estructura productiva de una empresa en plena operación”. Denota un valor en razón del uso al que se destina la propiedad, mayor que el valor que podría significar la propiedad misma si se pusiera a la venta en el mercado abierto.

Para obtenerlo se debe considerar la edad cronológica de los activos, su estado de conservación y su comparación con bienes usados similares existentes en el mercado. Se entiende que lo que se está tasando procede de una empresa próspera, cuyo proyecto original fue bien planteado o se orientó en forma adecuada para obtener de su explotación resultados económicos favorables.

Este concepto involucra la condición necesaria de que los activos procedan de una “empresa en marcha” y que al mismo tiempo tenga méritos suficientes para calificarla como un buen negocio.

Que el vendedor resuelva venderla, por causas distintas al posible fracaso, que su resolución sea de buena fe, teniendo como causas reales otras completamente diferentes, generalmente de tipo personal.

Por otra parte, el posible comprador debe de tener la seguridad que la empresa que se le pone en venta, es un buen negocio, que se trata de un buen proyecto, sus procesos fueron estudiados, sus productos son buenos y de prestigio y que finalmente, su organización es adecuada.

1.7. Costos de seguros e impuestos

El costo del seguro y de los impuestos de propiedad se puede calcular de dos maneras. Si se conoce el costo específico anual, se divide este valor por el uso estimado (horas/año) y se utiliza el resultado. Cuando no se conocen los costos específicos de interés y de impuestos para cada máquina, se pueden aplicar las fórmulas siguientes.

$$\text{Número de años} = \frac{\text{seguro}}{N}$$

$$\left(\frac{N+1}{2N}\right) * (\text{precio de entrega}) * \left(\frac{\% \text{ de tasa de seguro}}{\frac{\text{horas}}{\text{año}}}\right)$$

$$\frac{\text{impuesto propiedad}}{N = (\text{número de años})}$$

$$\left(\frac{N+1}{2N}\right) * (\text{precio de entrega}) * \left(\frac{\% \text{ de tasa de impuesto}}{\frac{\text{horas}}{\text{año}}}\right)$$

1.8. Costos de mercado

Es el valor de intercambio, expresado en términos de dinero, por el cual un bien sería transado en un mercado libre, entre un vendedor y un comprador que actúan por su propia voluntad, sin presión de ninguna especie, dentro de un tiempo razonable en el cual el comprador tenga conocimiento pleno de los usos, capacidad y características del objeto en cuestión. Otro concepto se puede referir al precio más elevado que un vendedor puede obtener y que un comprador está dispuesto a pagar.

Valor de mercado sería la cantidad de contado a la cual llegaría un bien si fuese expuesto en venta en una subasta, local o mercado abierto al público, bajo condiciones que nadie puede aprovecharse de las circunstancias o del mismo. El costo de mercado se conoce también como valor comercial y se establece como el intercambio del bien por una remuneración acordada por el vendedor y el comprador.

1.9. Intereses

Muchos propietarios incluyen los intereses como parte de los costos por hora de posesión y operación, mientras que otros prefieren considerarlos como gastos generales de sus operaciones totales. Cuando estas partidas se cargan a máquinas determinadas, el interés se basa generalmente en la inversión promedio anual de la unidad.

El interés se considera como costo de empleo de capital, el interés sobre capital empleado en la compra de una máquina se debe considerar tanto si se compró la máquina al contado o a plazos.

Si se va a utilizar la máquina durante N años (número de años de uso), calcule la inversión promedio anual durante el período de uso y aplique la tasa de interés y la utilización anual esperada.

$$\text{interés} = \left(\frac{N + 1}{2N} \right) * (\text{precio de entrega}) * \left(\frac{\% \text{ de tasa de interés simple}}{\frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right)$$

1.10. Revaloración de activos

Es el proceso de actualización del valor de los activos de una empresa, los cuales se consideran que están por debajo de su valor verdadero y justo. Se entiende como un aumento en el valor de un activo sin que cambien sus condiciones físicas, también se puede reconocer cuando se le han hecho cambios y mejoras en las condiciones operativas.

Causas de la valorización: fuerte inflación, devaluación del signo monetario o aumento extraordinario del precio de maquinarias de procedencia extranjera. La revalorización puede emplearse como medio de aumentar el capital pagado de una empresa, con el evidente peligro de que se cometan excesos sin fundamentos sólidos, con el consiguiente desajuste financiero para la empresa.

Tiene también incidencia en el impuesto sobre la renta de la compañía, debido al nuevo valor de las máquinas y equipos especialmente de importación.

1.11. Depreciación de activos

Se define al término depreciación, como a la pérdida de valor de un activo tangible por cualquier motivo. Se aplica a la desvalorización que experimenta un bien material en el transcurso del tiempo. Junto con el concepto de costo de reposición forma la esencia del estudio de avalúo, ya que se define el valor de avalúo igual a su costo de reposición menos la depreciación.

En la estructura desde el punto de vista empresarial refiriéndose maquinaria, se considera afectado por la depreciación por su uso, deterioro y por el transcurrir el tiempo ya que cambia la tecnología y los estilos que van generando cambios entre los modelos.

El desuso o abandono de la maquinaria cuando no se produce el mantenimiento y limpieza con frecuencia, produce una gran depreciación ya que denota los cambios físicos por el transcurrir del tiempo que dejan gran rastro el cambio de color.

1.12. Mantenimientos preventivos

Tal como su nombre lo indica, trata de predeterminar o predecir la ocurrencia de la falla. Se realiza de dos maneras:

- Por inspección: se entiende como el contacto directo del técnico con la maquinaria que está trabajando y está constantemente evaluando a través de las horas programadas para realizar sus inspecciones de acuerdo a las recomendaciones del fabricante con los requerimientos determinado.

El mantenimiento preventivo por inspección se desarrolla de acuerdo a las siguientes actividades: limpieza, revisión, lubricación y ajustes.

- La limpieza: es realizada generalmente por personal de mantenimiento o por el operador de la máquina, requiere de mano de obra y técnica especializada, y en los casos más sencillos de personal externo que cuente con procedimientos y técnicas que las máquinas necesitan.

- La revisión: se hace mediante inspecciones oculares y mediciones por medio de instrumentos como, vernieres, voltímetros, manómetros, termómetros y algún otro instrumento especial que se requiera, a fin de determinar cualquier diferencia o tolerancia que pueda producir alguna falla próxima a ocurrir a través de las especificaciones del fabricante.

- Por predicción: se aplica a probabilidades y estadísticas que los ingenieros inspectores de las líneas de producción llevan en sus bitácoras y encuentran que ha determinado número de horas tienden a tener mayor desgaste para lo cual se puede prevenir cumpliendo ciertas recomendaciones como sus remplazos.

1.13. Mantenimientos correctivos

Son reparaciones que ameritan detener el proceso de producción de una máquina o que se realizan cuando la maquinaria no está en ciclo productivo; pueden tener diferentes orígenes, los más importantes son:

- Reparaciones surgidas por el mantenimiento preventivo como consecuencia de la detección, en el momento de la inspección de una falla parcial o intermitente. Estas reparaciones se deben programar para ser realizadas en las horas que más convengan al proceso productivo.
- Reparaciones derivadas de la ocurrencia de una falla total imprevista. Estas reparaciones tienen que efectuarse, por lo general, de emergencia ya que originan interrupciones no previstas en la producción.

1.14. Reemplazo de piezas por uso

El reemplazo de piezas por horas de uso es bien importante de determinar, ya que estos pueden encarecer los costos de operación o de producción de un servicio de maquinaria ya que su desgaste o abrasión dependerá del ritmo de trabajo que se le impongan tal es el caso de los dientes, cuchillas, neumáticos, cucharones y rodajes.

Los costos del tren de rodaje constituyen una parte importante de los costos de operación de las máquinas de cadenas. Dichos costos pueden variar independientemente de los costos básicos de la máquina. En otras palabras, se puede emplear el tren de rodaje en un medio extremadamente abrasivo, de alto desgaste, mientras que para el resto de las máquinas las condiciones son benignas y viceversa.

1.15. Costo residual o de desecho

Es el valor que toma un activo al término de su vida útil. Es el valor por el cual se liquida en el momento de determinar su retiro del servicio de la empresa, se le conoce también como valor de desecho ya que es el que pagan

por la maquinaria al venderla, siempre se expresa como un porcentaje del valor de reposición y este será tomado según el criterio que se determina por el nuevo costo del replazo que generalmente oscilan entre un 5 a un 15%.

1.16. Neumáticos

Los costos de neumáticos son una parte importante del costo horario de cualquier maquinaria de ruedas, son muy difíciles de predecir porque intervienen muchas variables.

La mejor estimación de este punto se obtiene cuando las cifras de la vida útil del neumático se basan en la experiencia o por la secuencia de desgaste que tiene cada elemento dependiendo del terreno donde trabaje, ya que puede presentar zonas muy abrasivas o condiciones muy extremas desérticas o condiciones muy lluviosas que tengan mucha humedad lo cual pudre los elementos, utilizando los precios que el propietario realmente paga al replazarlos.

Existen algunos estimadores de vida útil, para lo cual se han creado gráficos en los cuales no se considera una vida útil adicional después del rencauche. Se considera que los neumáticos nuevos se utilizan hasta su destrucción; no se recomienda necesariamente esta práctica.

Basado en neumáticos estándar, los neumáticos optativos cambian el comportamiento para arriba o hacia abajo, no se considera la posibilidad de un fallo imprevisto (reventón) debido a exceder las limitaciones de carga que tenga capacidad o fallos prematuros por pinchazos o golpes en sus paredes.

1.17. Estimadores de vida útil

Los estimadores de vida de un equipo se podrán valorar dependiendo del enfoque que se quiera dar, para lo cual se pueden dar por la edad que corresponde a la fecha de fabricación y tiempo de uso, que podrían dar una edad relativa al modelo que se tenga y esto da una relación al valor que se quiere depreciar para poder determinar a qué porcentaje corresponda o qué valor tenga contablemente debido al transcurrir del tiempo.

Este también lleva a una edad aparente que se podrá realizar a través de una buena inspección ocular y evaluar conceptos del grado de deterioro que presente como corrosión, decoloración, desgaste abrasión, desajustes que presente en sus bujes que dependerá del grado de mantenimiento a que haya sido sujeta en su operación.

Debido al bajo costo que se tenga lo que puede mermar su vida útil y será más que todo por poca inversión económica y dependerá de la mala fabricación, mal control de calidad, mantenimientos inadecuados, piezas dañadas, malas instalaciones, mano de obra descalificada, mala operación, mal arranque, errores humanos, causas naturales, interferencias o superposición de esfuerzos durante la operación, existencia de resistencias menores a la diseñada, edad, fatiga corrosión etc.

Hay un sin fin de factores que se deben tomar en consideración para poder sacar el máximo rendimiento y la mayor vida útil posible.

1.18. Salario de operadores

El salario del operador dependerá de la experiencia, el nivel de cursos técnicos y académicos aprobados, el tiempo que tenga de laborar, el tipo de máquina que esté operando.

El salario será conformado con respecto a las bases del salario mínimo y las prestaciones laborales que le correspondan como bonos y bonificaciones de ley que apliquen, como a los pactos horarios que se establezcan debido a que se pueden generar turnos mixtos en horarios a acordar, según los niveles de producción que se propongan o las emergencias en donde tenga que intervenir sin exceder de horarios ya que se pueden producir accidentes por el agotamiento para lo cual se tendrán que realizar los turnos conveniente planificados.

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA EN EL PROCESO DE INSPECCIÓN

La demanda de maquinaria y equipo por las actividades de construcción ha venido creciendo en forma gradual e importante en los últimos años, este fenómeno ha obedecido a la respuesta técnica dada por las empresas al reto de enfrentarse a obras de gran magnitud (en tamaño, en volumen y en requisitos técnicos) que el crecimiento económico del país ha venido requiriendo. Generalmente los equipos y maquinaria en procesos de producción y equipos individuales tienen metodologías comunes para sus procesos evaluativos, no existe un método explícito para cada objetivo en particular.

Existe un proceso de inspección donde se pueden identificar las características individuales de los equipos, donde se tomará la información para poder valorar las horas de trabajo, el tipo de mantenimiento registrado en el mantenimiento preventivo o correctivo, por el tipo de fatigas que generen fallas que se hayan presentado en su historial de trabajo. El proceso de valuación deberá ser un procedimiento ordenado y lógico que dé respuesta a las preguntas particulares del avalúo apegándose a la normatividad vigente.

La identificación es un aspecto verdaderamente medular en el proceso valuatorio y debe ser realizada por el evaluador con suficiente profundidad, para que se reflejen claramente las características de los activos a considerar; igualmente se debe conocer los tipos de mantenimiento a que se someten los activos y poder realizar un diagnóstico de fallas y a que tipo ésta pertenece.

La descripción de los activos debe ser tan precisa como sea posible, listando el fabricante, modelo, serie y con descripción precisa de capacidad, características eléctricas, mecánicas y demás y los accesorios más importantes. Sin descripciones exactas y claras de los activos, es difícil proporcionar opiniones precisas de lo que se solicita.

Los equipos, generalmente tienen formas comunes de identificación, ya sean estos tratados como individuales o en conjunto como una línea de producción, entendiendo primeramente que no existe un planteamiento rígido en cuanto a identificación y en segundo lugar que se plantean dos (02) tipos de identificación.

2.1. Macro identificación

Es el método de estudiar el proceso entero de fabricación o como equipo completo, identificando cada componente que contribuya al diseño de una máquina, algunos componentes pueden ser plantas enteras diseñadas para trabajar en conjunto como las torres de perforación. Entre las preguntas que se pueden formular se tienen las siguientes:

A. ¿Quién fabricó el equipo?

Los fabrican las grandes corporaciones industriales que producen diferentes componentes desde industrias que procesan y transforman el metal para fabricar partes, rodamientos, partes de motor, como componentes eléctricos, componentes computarizados que son fabricados por sus diferentes unidades y compañías y luego son canalizados o concentrados en determinados centros donde montan procesos de producción en serie para armar dichos componentes y así

fabricar dichos equipos, tal es el caso de: Caterpillar, Komatsu, Hitachi, Ingersoll Rand, Fiat Allis, Kobelco y algunas otras.

B. ¿Cómo el equipo es fabricado?

Regularmente el equipo es fabricado dependiendo las necesidades que la industria demanda, ya que existen desde máquinas pequeñas hasta máquinas inmensas. Dependerá del nivel de producción y el tipo de producción que demande para poder determinar el tamaño, la capacidad volumétrica de producción, las condiciones climáticas, las condiciones topográficas y el tipo de minerales a los cuales van a ser sujetas para poder determinar la relación del diseño de sus mismos componentes.

C. Cuál es la capacidad del equipo

La capacidad dependerá de los niveles de producción que el cliente necesite ya que exigirá al fabricante el tamaño, la forma, la velocidad, el rendimiento que necesite para tener la máxima eficiencia en sus niveles productivos.

En el caso de una trituradora dependerá de los metros cúbicos que produzca por hora para tener un alto rendimiento a las necesidades que tengan de producción, de distribución que necesiten.

En el caso de una excavadora dependerá de: el tamaño del cucharón, la capacidad de corte de la máquina, la velocidad de la máquina ya que una muy grande es muy lenta (como el caso de un tractor), como la capacidad de corte, de empuje, lo que se quiere es la máxima eficiencia por hora trabajada.

En el caso de un cargador dependerá de su tamaño, del cucharón para poder cargar el mayor volumen y mayor peso en el menor tiempo posible.

Se necesita recolectar cierta información a nivel macro para poder identificar la maquinaria.

- Fecha de fabricación
- Nombre de la compañía propietaria y dirección: regularmente es consignado el lugar de la fábrica, el país de fabricación y su ubicación.
- Quién provee la información: regularmente cada fábrica coloca plaquetas que contienen la información; como número de serie, modelo, marca, número de VIN, marca de la compañía, dirección electrónica, teléfono, dirección.
- Productos producidos, con el nombre de cada proceso y descripción: con el nombre de cada proceso y descripción: regularmente son creados en manuales y catálogos, donde dan información de su funcionamiento y mantenimiento y que piezas son sujetas a desgaste como el número de cada parte.
- Firma ingenieril diseñadora: regularmente aparece esto que es el nombre de la compañía que diseñó el equipo desde la creación del modelo matemático, la construcción de los planos hasta la línea de producción y ensamblaje del equipo.

Figura 1. **Maquinaria pesada de construcción. Tractor de oruga**



Fuente: Manual de rendimiento Caterpillar. p. 32.

Figura 2. **Maquinaria pesada de construcción. Tractor de oruga
Caterpillar D10T**



Fuente: Manual de rendimiento Caterpillar. p. 54.

Figura 3. **Maquinaria pesada de construcción. Tractor de oruga Komatsu**



Fuente: <http://www.maquinariaspesadas.org/blog/254-manual-operacion-mantenimiento-tractor-oruga-d65e-8g-komatsu>. Consulta: septiembre de 2012.

Figura 4. **Maquinaria pesada de construcción. Excavadora de oruga**



Fuente: Manual de rendimiento Komatsu. p. 73.

Figura 5. **Maquinaria pesada de construcción. Excavadora de oruga Kobelco**



Fuente: <http://es.machineryzone.com/usado/excavadoras-cadenas/1/3088/kobelco/sk-210.html>.
Consulta: septiembre de 2012.

Figura 6. **Maquinaria pesada de construcción. Excavadora de oruga Fiat Allis**



Fuente: <http://es.machineryzone.com/usado/excavadoras-cadenas/1/3063/flat-allis.html>.
Consulta: septiembre de 2012.

Figura 7. **Maquinaria pesada de construcción. Excavadora de oruga Caterpillar**



Fuente: http://www.truck1.es/Maquinaria_de_construccion/Excavadoras_de_orugas/CATERPILLAR/html. Consulta: septiembre de 2012.

Figura 8. **Maquinaria pesada de construcción. Excavadora de oruga Doosan**



Fuente: <http://www.doosanbobcat.cl/ventas/excavadoras.php>. Consulta: septiembre de 2012.

2.2. Micro identificación

Consiste en determinar las características específicas e individuales de un activo; la micro identificación dará una idea clara con relación a marca, modelo, serial, tipo de energía y dimensiones, tomando igualmente accesorios y controles.

Figura 9. **Cargador frontal Caterpillar. Modelos 1991 y 2006**



Fuente: archivo personal. Recurso de Equipos y Seguros. p.177.

La correcta selección del equipo de construcción es un caso típico de toma de decisiones; el interesado debe buscar no solamente la adquisición de la maquinaria, sino también el adecuado soporte de servicio, la puesta en marcha de la máquina, el surtido rápido de las refacciones, las garantías, cursos para capacitación y actualización de los mecánicos y operarios y además la asesoría permanente.

Es importante que el avalúo refleje el estado del equipo así como su precio más real posible, ya que esto se reflejará en la información financiera de la empresa así como en estudios de reemplazo y otras situaciones de importancia.

Figura 10. **Maquinaria pesada de construcción. Cargador frontal**



Fuente: <http://www.abcmquinarias.com/cargador-frontal.html>. Consulta: julio de 2013.

Figura 11. **Maquinaria pesada de construcción. Trituradora Komatsu**



Fuente: Manual de rendimiento Komatsu. p. 191.

Figura 12. **Maquinaria pesada de construcción. Trituradora Caterpillar MC-230**



Fuente: <http://tarapoto.olx.com.pe/trituradora-chancadora-de-piedra-cat-mc-230-iid-92487811>.

Consulta: septiembre de 2012.

3. TIPOS DE MANTENIMIENTO

En general se puede decir que el mantenimiento es una actividad inherente a todo proceso productivo que tiene como fin lograr operativos adecuados para que cada uno de los equipos cumpla su función a cabalidad. Su participación se basa en el hecho de que mediante la asignación de una cantidad adecuada de recursos o la revisión y reacondicionamiento de un equipo, del cual se obtiene de un servicio continuo y confiable a un costo óptimo.

Su finalidad es mantener operable el equipo e instalación y restablecerlo a las condiciones de funcionamiento predeterminado; con eficiencia y eficacia para obtener la máxima productividad, por lo tanto el mantenimiento no debe verse como un costo si no como una inversión ya que está ligado directamente a la producción, disponibilidad, calidad y eficiencia.

El proceso de mantenimiento debe ser evaluado constantemente para buscar prevenir, corregir, mejorar el sistema de calidad y fiabilidad de las empresas. Cuando se trata de mantenimiento de maquinarias y equipos, este viene a ser el cuidado regular que debemos dar a las máquinas para el buen funcionamiento seguro y por ende mantener su nivel de productividad en su máximo rendimiento a todo lo largo de su vida útil productiva. El mantenimiento no es reparar la máquina después que se daña, sino, protegerla para que no se averíe o desgaste pronto.

Los componentes que necesitan mantenimiento regular son:

- El sistema de combustible: se necesita mantenimiento regular para evitar que la suciedad o agua lleguen al combustible, ya que reducirán la potencia, la máquina trabaja forzada y afectarán al sistema. Se debe inspeccionar el filtro de gasolina y verificar el grado de suciedad, también ubicar los acoples de tuberías para detectar posibles fugas de combustible.
- El sistema de admisión y escape de aire: los motores aspiran mucho aire, este se introduce al interior a través del filtro de aire, que recoge y retiene el polvo y la basura, de modo que no llegue al motor. Se debe inspeccionar el filtro de aire y verificar el grado de suciedad, este es un buen indicador del plan de mantenimiento.
- El sistema eléctrico: en muchos casos de maquinaria agrícola este sistema es anulado. Sin embargo, en motores estacionarios es fundamental para el encendido. El alternador se acciona por correa desde el eje del motor, su función es enviar corriente continua a la batería. Es importante verificar la existencia y estado del alternador, la correa de acople y la batería, así como la forma de encender el motor.
- El sistema de enfriamiento: igualmente se acciona por correas desde el eje del motor. Si el sistema se obstruye o la bomba funciona lento, el motor se recalentará y dañará. El nivel de refrigerante, los acoples de mangueras y la bomba deben funcionar adecuadamente. Es importante constatar la existencia del termostato. Se debe notar la parte externa del radiador y verificar obstrucciones por inyectores sucios.

- El sistema de lubricación del motor: la función del sistema es reducir la fricción, ayudar al enfriamiento, limpiar las piezas del motor, entre otros. Se debe verificar que el motor contenga la cantidad correcta del aceite, mantener el tipo de aceite adecuado, identificar el grado de contaminación con impurezas, condiciones del filtro, verificar los acoples para identificar fugas.
- Los puntos de engrase: los puntos que requieren engrase poseen unos "picos" o "graseras", estos se encuentran principalmente en piezas móviles de la dirección, transmisión delantera y trasera, enganche hidráulico, cojinete de embrague, etc. En estos puntos se debe verificar la calidad del engrasado.
- El sistema hidráulico: las máquinas poseen sistema hidráulico para facilitar la dirección y el frenaje, los cambios de marcha y provee potencia para los accesorios, cargadoras y otros equipos. Se debe verificar que el sistema contenga la cantidad correcta del aceite, utilizar el tipo de aceite adecuado, identificar el grado de contaminación con impurezas, condiciones del filtro, verificar los acoples para identificar fugas.
- Los neumáticos: los neumáticos deben contener la presión de aire adecuada, demasiado aire hace que el vehículo ande duro, patine y desgaste rápidamente. Si la presión es baja, se calientan rápidamente, se cuartean por los lados y el motor trabaje más forzado. Se debe verificar el tipo de caucho empleado y las condiciones, desgaste de las estrías, aspecto general.

3.1. Mantenimiento preventivo

Es el mantenimiento que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas, y mantener en un nivel determinado a los equipos, se conoce como mantenimiento preventivo directo o periódico, por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo; se basa en la confiabilidad de los equipos. Se realiza de dos maneras: por inspección y por predicción.

- Por inspección se entiende como el contacto directo del técnico con el equipo o línea de producción, en la búsqueda de la necesidad de mantenimiento correctivo.
- La predicción es la aplicación de técnicas de probabilidades y estadísticas en la determinación de la necesidad de cambio de una pieza o parte de una máquina.

El mantenimiento preventivo, realiza principalmente las siguientes actividades:

- Limpieza
- Revisión
- Lubricación
- Ajuste

La planeación del mantenimiento permite programar los proyectos a mediano y largo plazo de las acciones de mantenimiento que dan la dirección a la industria y está dada según el equipo y la inspección que se realicen en la industria: esta programación es diaria, semanal, quincenal, mensual, etc.

3.2. Mantenimiento correctivo

Los mantenimientos correctivos son reparaciones que ameritan detener el proceso de producción de una máquina o que se realizan cuando ésta no está en ciclo productivo. Estas reparaciones pueden tener diferentes orígenes, los más importantes son:

- Reparaciones surgidas por el mantenimiento preventivo como consecuencia de la detección, en el momento de la inspección de una falla parcial o intermitente.
- Reparaciones derivadas de la ocurrencia de una falla total imprevista. Estas reparaciones tienen que efectuarse, por lo general, de emergencia ya que originan interrupciones no previstas en la producción.

Actualmente el mantenimiento busca aumentar y mejorar la producción; el mantenimiento correctivo se clasifica en:

- No planificado: es el mantenimiento correctivo de emergencia que debe llevarse a cabo con la mayor celeridad para evitar que se incrementen costos e impedir daños materiales y/o humanos.
- Planificado: prevé lo que se hará antes que se produzca el fallo, de manera que cuando se detiene el equipo para efectuar la reparación, ya se dispone de los repuestos, de los documentos necesarios y del personal técnico asignado con anterioridad en una programación de tareas.

3.3. Reemplazo de piezas por uso

En la valoración de maquinarias y equipos es importante considerar el factor mantenimiento, el empeño puesto en el mismo determina el grado de deterioro físico experimentado, a consecuencia del uso y daño por la exposición a elementos externos, oxidación, desgaste, rotura de partes y piezas, etc.

El uso ocasiona un desgaste natural en las máquinas; sin importar el cuidado que se tenga en el mantenimiento y la reparación, las máquinas se irán desvalorizando tanto por depreciación como por obsolescencia. Es pues necesario proveer la reposición del equipo.

3.1.1. Neumáticos

Los neumáticos por lo general tienen una vida útil de cierto uso y depende del lugar en el que estén funcionando para definir la frecuencia con la que se tienen que reemplazar. Ya que después de su vida útil pueden fallar y ocasionar algún problema al equipo que los esté utilizando.

3.1.2. Componentes de desgaste especial

Entre estos componentes se incluyen por lo general a las piezas que después de cierto tiempo de funcionamiento tienen que ser remplazadas por otra lo cual permite prevenir fallas.

3.4. Identificación de fallas

Se entiende por falla, la causa o suceso que conduce a la terminación de la capacidad de un equipo para realizar su función en condiciones adecuadas o para dejar de realizarla en su totalidad.

Existen diferentes causas para que se produzca una falla en la maquinaria y los equipos, estas están vinculadas con el desempeño del equipo. En el análisis de fallas está ligado íntimamente con la criticidad en donde se debe codificar el equipo para priorizar las actividades de mantenimiento preventivo. Los tres enemigos fundamentales de las máquinas son:

- El desgaste: las piezas en una máquina rozan y giran una contra otra hasta que se calientan y empiezan a desgastarse, por efecto de la fricción. Los lubricantes (aceites y grasas) se encargan de proteger los motores contra la fricción.
- La suciedad: las partículas de polvo o tierra se convierten en "esmeriles" que pueden llegar a rayar y desgastar piezas móviles. Las máquinas tienen filtros para recoger o retener estas partículas, de modo que no entre y produzca daño. Se disponen de filtros para aire, aceite y combustible.
- El calor: el calor generado por la combustión interna y la fricción de las piezas móviles puede calentar el motor lo suficiente para agrietarlo e incluso derretirlo. Los motores tienen un sistema de enfriamiento para controlar el calor, el más común es enfriamiento por líquido, y consiste en pasar agua alrededor de las camisas en el motor, para absolver y trasladar el calor hacia el radiador, luego se irradia el calor.

3.4.1. Tipos de fallas

En la industria se debe implementar un plan de contingencia de fallas que contenga partes, piezas, repuestos, material de los equipos de alta criticidad. De manera general se distinguen cuatro tipos de fallas:

- **Falla parcial:** es aquella que origina desviaciones de las características de funcionamiento de una máquina, por debajo o por encima de los límites preestablecidos.
- **Fallas intermitentes:** son aquellas que persisten por cierto lapso dentro de la falla parcial, después de lo cual el equipo recobra su capacidad normal de funcionamiento.
- **Fallas totales:** originan desviaciones en las características de funcionamiento de un equipo, de magnitud o significación, que le impiden totalmente realizar la función a la que está destinado.
- **Fallas catastróficas:** son fallas totales que por lo general ocurren sorpresivamente y que requieren de mucho tiempo y dinero, o ambos para ser corregidas.

Figura 13. **Fallas en equipo de construcción (I)**



Fuente: <http://www.maquinariablesadas.org/s/fotos>. Consulta: septiembre de 2012.

Figura 14. **Fallas en equipo de construcción (II)**



Fuente: <http://www.maquinariablesadas.org/s/fotos>. Consulta: octubre de 2012.

4. EDAD Y VIDA ÚTIL DE LA MAQUINARIA

A diferencia de los avalúos de inmuebles, donde se debe de hacer un análisis del entorno del bien que se va a valorar, en el avalúo de maquinaria y equipos el evaluador debe tomar en cuenta otros factores preponderantes que van a incidir en la valoración del bien mueble; uno de los factores que se van a encontrar con mucha frecuencia va a ser que los bienes y equipos objeto de avalúo son de origen extranjero, y se debe contactar a fabricantes dentro del proceso investigativo y de consecución de información.

Otra variable importante a considerar en la valoración de maquinarias y equipos es el factor mantenimiento, el empeño puesto en el mismo determina el grado de deterioro físico experimentado, a consecuencia del uso y daño por la exposición a elementos externos, oxidación, desgaste, rotura de partes y piezas, etc. Un indicio importante para determinar el nivel de mantenimiento, es el nivel de organización y detalle que el operador dedica a este fin.

4.1. Edad vida útil

Es el lapso que dura una máquina produciendo a los más bajos costos de operación y mantenimiento.

4.1.1. Edad cronológica

Representa el tiempo transcurrido desde el momento en el cual se fabricó el equipo, se instaló en planta o se puso en funcionamiento, hasta el día en que se realiza la valoración, es una medida de tiempo.

4.1.2. Edad aparente

Es la edad que a juicio del valuador tiene el equipo, determinada, con base a las características del equipo observadas durante su inspección.

Tiene especial importancia el estado de conservación del equipo, el tipo de mantenimiento, el grado de operatividad y la no existencia de condiciones limitativas, tales como insolvencia económica y tecnología, es determinada por el valuador con base a su experiencia.

4.1.3. Edad útil o económica

Se entiende por vida útil el lapso de tiempo que dura una máquina produciendo a los más bajos costos de operación y mantenimiento; o también la vida económica útil de una máquina puede definirse como el tiempo durante el cual trabaja con un rendimiento económico justificable. Las fallas que pueden suceder son:

- Mala fabricación
- Mal control de calidad
- Materiales inadecuados
- Piezas dañadas
- Mala instalación

- Ineficaz mantenimiento preventivo
- Mano de obra descalificada
- Mala operación
- Mal arranque

Entre las principales fallas al azar que se pueden mencionar, están las siguientes:



- Existencia de una resistencia menor a la esperada
- Existencia de un esfuerzo mayor al esperado
- Interferencia o superposición de esfuerzos durante operación
- Insuficiencia factor de seguridad en el diseño
- Defectos que escapan a las mejores técnicas de detención de fallas
- Causas inexplicables
- Errores humanos
- Causas naturales

El último escalón en la vida de un equipo está caracterizado por el aumento en la frecuencia de fallas, entre las que destacan:

- Edad: se tendrá como referencia la fecha de fabricación del equipo a la fecha en que se está haciendo la evaluación para poder determinar el número de años, días, meses; como dependerá del número del horómetro para poder determinar el tiempo de uso y con esto poder determinar el estado físico al cual fue sujeto dicho desgaste.

- Desgaste: en ciencia de materiales, el desgaste es la erosión de material sufrida por una superficie sólida por acción de otra superficie. Está relacionado con las interacciones entre superficies y más específicamente con la eliminación de material de una superficie como resultado de una acción mecánica.
- Decrepitud: estado de deterioro extremo de las cosas, que por su edad ya se acaban.
- Fatiga: pérdida de resistencia debida al uso prolongado de un material.
- Corrosión: la corrosión es una reacción química (oxido reducción) en la que intervienen 3 factores: la pieza manufacturada, el ambiente y el agua, o por medio de una reacción electro química.
- Piezas usadas instaladas como repuestos: son partes que se reemplazan de otras máquinas que se encuentran en mejor estado de la que se van a reemplazar. En algunos casos se encuentran re manufacturadas o son vendidas por personas que se dedican al comercio de piezas que quitan de otras máquinas, que tienen otro tipo de falla que todavía son sustituidas en la máquina para que esta se pueda poner en marcha ya que en ocasiones en el mercado es difícil encontrarlas o son sujetas de importación.

Figura 15. **Maquinaria de construcción antigua**

| | |
|--|--|
| <p>Tractor de oruga Caterpillar</p> |  |
| <p>Tractor de oruga marca Pegaso modelo 1970</p> |  |

Fuente: Manual de servicio de maquinaria. p. 259.

5. PROCESO MATEMÁTICO DE UN AVALÚO

En general, todo proceso de valoración de maquinarias y otros activos está estrechamente vinculado con la problemática de la renovación económica de equipos.

Frente al inevitable grado de subjetividad que caracterizan los resultados de un avalúo, la ingeniería de valorización se ha empeñado en formular expresiones matemáticas, las cuales basadas en los principios generales de valoración conjuguen la mayor suma de factores determinantes al valor de avalúo de los activos tangibles.

Para la valoración o tasación de las máquinas, equipos y vehículos, se debe partir del principio fundamental del valor actual de un bien y se expresa en la fórmula:

$$VA = CR - D$$

Donde:

VA = valor de avalúo a la fecha de realizar la valorización de la máquina

CR = costo de reposición, aquel valor que tendría hoy una máquina nueva de características iguales.

D = depreciación; monto de la pérdida de valor por cualquier motivo.

5.1. Costo de reposición

La primera tarea del tasador es obtener el Valor de Reposición (VR) del bien en particular, es decir, determinar el precio que tendría que pagarse hoy por un bien mueble nuevo, igual o semejante al que se avalúa. Es el valor que representa el costo de adquirir un bien sustituido de características iguales o similares al bien objeto de estudio; se obtiene de la documentación de compra de equipo.

El valor de reposición se puede obtener por diferentes métodos, los directos e indirectos.

5.2. Costos afectados por la inflación

La inflación es un fenómeno de alza pronunciada y persistente del nivel general de los precios de los bienes y servicios, relacionada con un desequilibrio entre la oferta y la demanda global.

En algunos casos, las presiones inflacionarias se centran en el ámbito de los costos de producción, los cuales pueden ser o no trasladados a la esfera de los precios finales de venta de los bienes y servicios, dependiendo de su intensidad y del margen de ganancia. Para medir la inflación se puede utilizar la siguiente fórmula y expresión

$$\text{Infl.} = \frac{(P_f - P_o)}{P_o} * 100$$

Donde

Pf = precio final

Po = precio inicial

5.3. Costos de depreciación

A continuación se presentan algunas consideraciones importantes sobre los costos de depreciación.

5.3.1. Generalidades

Depreciación en términos generales es la pérdida de valor de un activo tangible por cualquier motivo. Se aplica a la desvalorización que experimenta un bien material en el transcurso del tiempo. La depreciación puede estar directamente motivada por:

- Deterioro físico causado por su uso normal, durante el proceso productivo o por el simple paso del tiempo.
- Propensión a ser obsoleta: existen equipos que por su naturaleza son de rápida evolución lo que causa que las nuevas generaciones dejen obsoletas a las anteriores.
- Ámbito de la industria: en Latinoamérica a diferencia de Estados Unidos o Europa los reemplazos de máquinas tienen mayor frecuencia.
- Turnos de trabajo: la vida útil se cuenta por períodos de unos años, pero no deben dejarse de considerar la cantidad de turnos diarios que habitualmente trabaja una industria.

- Factores externos: pueden existir otros factores externos a la industria, tales como políticas económicas de gobierno, invasión de productos nuevos que reemplazan a los tradicionales.

Tabla I. **Depreciación por mercado**

| TIPO DE MERCADO | % |
|------------------------|----------|
| Excelente | 100 |
| Bueno | 95 |
| Más que regular | 90 |
| Regular | 85 |
| Menos que regular | 80 |
| Malo | 75 |
| Muy malo | 70 |
| Pésimo | 65 |

Fuente: Programa de Formación de: TASADORES. Manual del Módulo: Valuación de máquinas, equipos, instalaciones industriales y vehículos. p. 40.

Tabla II. **Depreciación por mantenimiento**

| Condición | % |
|------------------|----------|
| Excelente | 100 |
| Bueno | 95 |
| Regular | 85 |
| Malo | 75 |
| Pésimo | 65 |

Fuente: Programa de Formación de: TASADORES. Manual del Módulo: Valuación de máquinas, equipos, instalaciones industriales y vehículos. p. 40.

5.3.2. Métodos más comunes en aplicar

Son los siguientes:

- Método de la línea recta
- Método de Kuentzle
- Método de Ross
- Método de la suma de los dígitos
- Método de las unidades de producción

5.3.2.1. Método de la línea recta

Este método es el más usado en la contabilidad de costos y por inercia en la estimación valorativa. Su nombre se debe a que llevados sus resultados a un gráfico de coordenadas cartesianas, la depreciación o el valor de avalúo resultaran en una línea recta cuya pendiente dependerá de la esperanza de vida útil que se le asigne al activo o del valor residual. Esto se calcula de la siguiente manera:

$$V_n = B - D_n$$

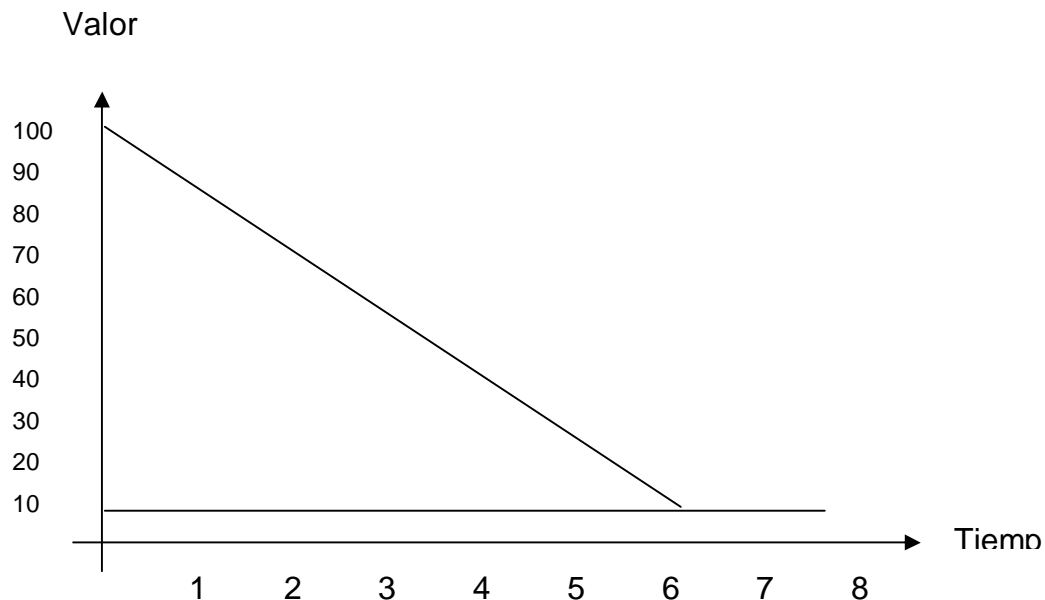
Donde

V_n = es valor de avalúo

B = es base depreciable

D_n = es depreciación acumulada para el instante de tiempo n

Figura 16. **Gráfico del método lineal**



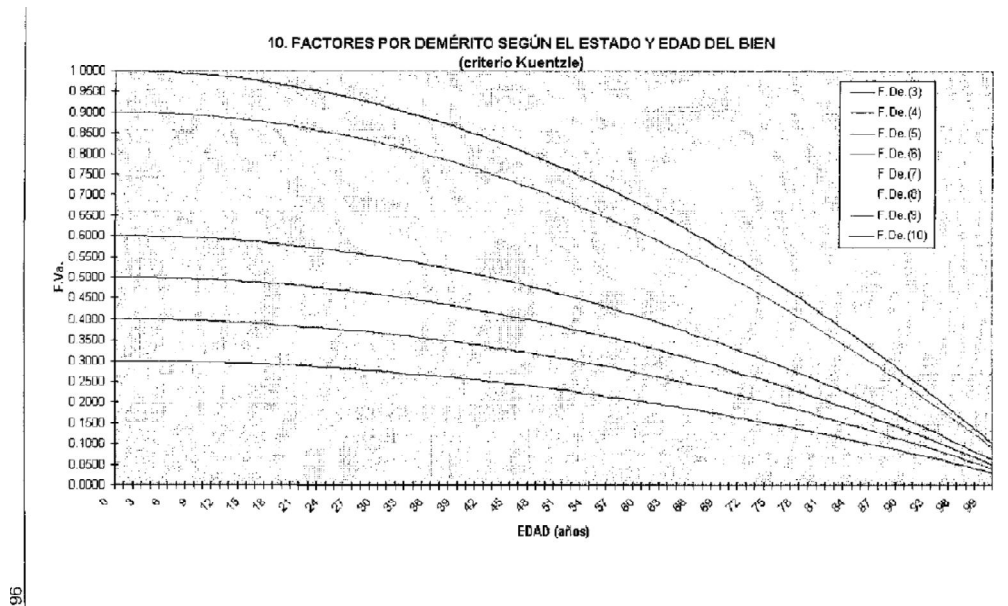
Fuente: Programa de Formación de: TASADORES. Manual del Módulo: Valuación de máquinas, equipos, instalaciones industriales y vehículos. p. 32.

5.3.2.2. Método de Kuentzle

Para subsanar la falla en la fórmula para el valor de avalúo (V_{an}) obtenida por el método de la línea recta, se introduce un factor de incremento de la depreciación, una expresión para reemplazar el factor de depreciación de la fórmula n/T por el mismo coeficiente pero elevado al cuadrado, es decir $(n/T)^2$.

Donde n es el número de años en función del tiempo que en este caso son las horas trabajadas.

Figura 17. **Gráfica de los factores por demérito según el estado del equipo o maquinaria**



Fuente: Metodología para la valuación de predios urbanos en zonas altamente saturadas.

p. 96.

5.3.2.3. Método de Ross

La fórmula de cálculo de avalúo por el método de Ross tiene la misma estructura fundamental que el de línea recta y el de Kuentzle; en la fórmula para el cálculo, solamente es diferente la expresión del factor de depreciación.

Ross introdujo la modificación que consistió en reemplazar n/T por la semisuma de este mismo coeficiente y el cuadrado de este es decir:

$$\frac{\frac{n}{T} + (\frac{n}{T})^2}{2}$$

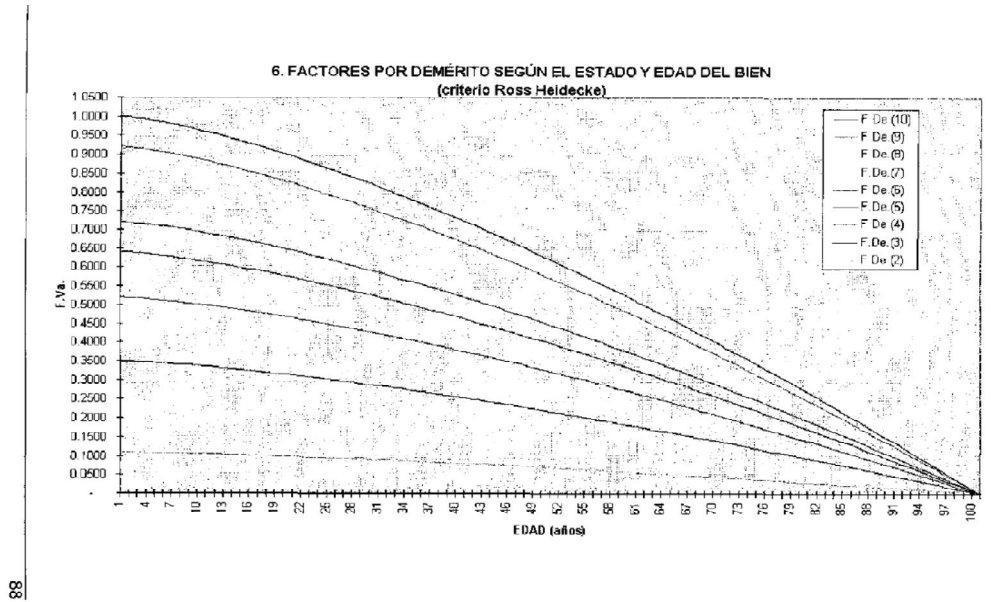
Tabla III. **Valores del factor por conservación adoptados por el criterio Ross Heidecke**

| ESTADO | CALIFICACIÓN | F.Co. |
|-------------------|---------------------|--------------|
| Excelente | 10 | 1.00 |
| Muy bueno | 9 | 0.92 |
| Bueno | 8 | 0.84 |
| Regular | 7 | 0.78 |
| Malo | 6 | 0.72 |
| Muy Malo | 5 | 0.64 |
| Pésimo | 4 | 0.52 |
| Desecho | 3 | 0.35 |
| Menos que desecho | 2 | 0.11 |

Fuente: Metodología para la valuación de predios urbanos en zonas altamente saturadas.

p. 28.

Figura 18. **Gráfica de los factores según el estado y edad del bien**



Fuente: Metodología para la valuación de predios urbanos en zonas altamente saturadas. p. 88.

5.3.2.4. Método de la suma de los dígitos

Es una variable del método de la línea recta, pero que en vez de dar igual peso a cada año transcurrido se calcula porcentualmente en función de la suma de los dígitos de los años de la vida transcurrida y de la suma de los dígitos de la vida útil total asignada.

5.3.2.5. Método de las unidades de producción

Es otra variante del método de la línea recta, pero que en vez de dar igual peso a cada año transcurrido se calcula porcentualmente en función de la cantidad de unidades estimadas que pretenden producir un equipo o máquina

versus la cantidad de unidades producidas.

5.4. Coeficientes de ajuste

Una vez se obtiene la recta de regresión, es necesario saber si el ajuste que ofrece la recta sobre la nube de puntos es suficientemente bueno. Es decir, se trata de saber si el modelo que se ha ajustado para relacionar las variables X e Y es un modelo consistente.

La medida más comúnmente utilizada para medir el ajuste de la recta de regresión es el coeficiente de correlación lineal. Concretamente, se trata del estadístico siguiente:

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

5.4.1. Discordancia del valor calculado

Tal y como se expresó anteriormente, puede pensarse que la precisión y bondad de un avalúo dependerá de que sea realizado con una buena fórmula o método matemático, pero esto es solamente una parte de la solución porque existen en la práctica numerosos factores imponderables que distorsionan los mecanismos de la fórmula matemática.

5.4.2. Procedimiento

Suele existir inexactitudes en los valores del avalúo calculado que se deben corregir mediante un coeficiente de ajuste K para llegar a cifras concordantes con el valor verdadero del activo.

Las cifras que se quieren del valor de avalúo del bien en estudio, se obtienen de la expresión anteriormente conocida para el valor de avalúo calculado multiplicándolo por el coeficiente de ajuste K, quedando:

$$V_{an} = (CR - D_n) * K$$

5.4.3. Comentarios al procedimiento propuesto

Como se indicó anteriormente, los resultados de un avalúo involucraban inevitablemente una gran dosis de subjetividad, debido a que muchos de los factores que afectan a la determinación de los resultados finales no pueden cuantificarse con precisión matemática, a lo que se agrega la existencia de otras variables que se dan en todo el proceso velatorio, que por naturaleza imponderable pueden pasar desapercibidas por un trazador velatorio.

5.4.4. Otras observaciones

El procedimiento anteriormente mencionado, de aplicar un coeficiente de ajuste K con base al criterio del estado de conservación y mantenimiento, es ampliamente utilizado y el más defendido por los profesionales del avalúo de maquinaria y equipos, quienes consideran que es suficiente como factor de ajuste al valor de avalúo.

5.4.5. Datos de mercado

Para realizar cualquier ajuste siempre es importante tener información de precios de máquinas iguales o similares a las que se están evaluando, ya sean nuevas o usadas.

Con estos se harán una interpolación de valores, tomando en cuenta la edad cronológica, capacidad del modelo y otros detalles constructivos.

5.4.6. Conciliación entre valores calculados y de mercado

Una vez obtenido un criterio claro sobre la cifra teórica del valor de avalúo mediante el cálculo y una buena información de precios en el mercado, se hará el ajuste final bajo el principio de minimizar los errores que pueden ocurrir a través del proceso velatorio.

6. INTEGRACIÓN DE COSTOS DE MAQUINARIA

En la integración de costos se debe de incluir todos los valores que la máquina posee refiriéndose a sus partes, desde que son y hasta como lo lleva.

6.1. Factores a determinar en la integración de costos

Una máquina se puede depreciar por rodaje o por funcionamiento de horas de motor. Esta se puede depreciar entre un 5 y un 15 por ciento por año dependiendo del mantenimiento y el cuidado que se le dé.

La vida normal de los activos llamados (máquinas y herramientas) es de 10 años; por lo tanto su costo total, o sea, el 100% de su costo se reduce a una décima parte cada año. La décima parte del 100% es el 10% ($100\% \div 10 = 10\%$), que en este caso corresponde al porcentaje de depreciación de la maquinaria (10% anual).

6.2. Integración de un modelo matemático

Para poder determinar el costo de depreciación de una máquina se utiliza la fórmula general que es:

$$\begin{aligned} CD &= CR - D (CR) \text{ No. de años} \\ CD &= 185500 - 10\% (185500) * 6 \\ CD &= 185500 - 111\ 300 \\ CD &= 74200,00 \end{aligned}$$

Costo de depreciación del equipo (CD): si se quisiera vender actualmente tomando como referencia su costo original. Teniendo en consideración que se manejó una inflación de:

$$\text{inflación} = \frac{P_f - P_o}{P_o * 100}$$

$$\text{inflación} = \frac{185\,500 - 175\,250}{175\,250 * 100} = 0,000585$$

Teniendo en cuenta que en ese tiempo la máquina sufre un aumento en el valor de mercado, tomando en cuenta que la hora de la maquinaria se vendió en X cantidad de quetzales pero por el precio la rentabilidad fue de un porcentaje menor al esperado.

A. Usando el Método de Kuentzle

$$Van = (CR - Dn) * K$$

$$Van = (185\,500 - 0,05\%(185\,500)) * 0,7093$$

$$Van = 125\,000,00$$

La forma para la determinación del interés, tomando en cuenta que son valores dolarizados.

$$\text{interés} = \frac{N + 1}{2N} * \text{precio de entrega} * \left(\frac{\% \text{ tasa de interés simple}}{\frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right)$$

$$\text{interés} = \frac{6 + 1}{2 * 6} * 175\,250 * \left(\frac{5\%}{\frac{2400}{1}} \right)$$

$$\text{interés} = 2,129\%$$

Utilizando el criterio de que a mayor tiempo de uso se genera un mayor desgaste general de la maquinaria, teniendo en cuenta de que ya hay desgaste en los principales componentes de conformación del chasis.

B. Usando el criterio Ross Heidecke

Este método es exclusivo para la valoración de construcciones e incluye dos aspectos fundamentales que son la depreciación por edad y por estado, el método considera los siguientes principios básicos:

- La depreciación es pérdida de valor que no puede ser recuperada con gastos de mantenimiento.
- Las reparaciones pueden aumentar la durabilidad del bien.
- Un bien regularmente conservado se deprecia de modo regular.

Utilizando la fórmula sugerida para el Método de Ross, se obtiene el siguiente valor del porcentaje de depreciación:

$$\text{depreciacion equipo } \frac{\frac{n}{T} + \left(\frac{n}{T}\right)^2}{2} = \frac{\frac{20}{5} + \left(\frac{20}{5}\right)^2}{2} = 10\%$$

Este valor se obtiene utilizando “n” como la edad de vida útil en la construcción, y T como el tiempo de vida útil probable en la construcción.

Haciendo la integración de un modelo matemático y realizando los cálculos para un tractor de oruga Caterpillar D6T serie 3 última generación, se tienen los siguientes valores.

- Para poder determinar el costo de depreciación de una máquina se utiliza la fórmula general que es:

$$CD = CR - D * (CR) * \text{No. de años}$$

$$CD = 280\ 000 - 5\% (280\ 000) * 6$$

$$CD = 280\ 000 - 84\ 000$$

$$CD = 196\ 000$$

Considerando que los valores manejados son dolarizados, situación que afecta al final.

- Costo de depreciación del equipo (CD): si se quisiera vender actualmente tomando como referencia su costo original.

- Usando el Método de Kuentzle

$$V_n = (CR - D_n) * K$$

$$V_n = (280\ 000 - 0,05\% * (280\ 000)) * 0,7093$$

$$V_n = 198\ 504,698$$

La forma para la determinación del interés, tomando en cuenta que son valores dolarizados.

- Utilizando el Método de Ross

$$((15/3) + (15/3)^2)/2 = 15\%$$

La maquinaria tiene una mayor de depreciación que la anterior, esto se debe a que es sometido a un desgaste mayor debido al movimiento que tiene en su traslado, tiene mayor desgaste en las cadenas y en las cuchillas como en los *reapers* debido al tiempo de trabajo que produce.

Figura 19. **Equipo Caterpillar D6T serie 3**



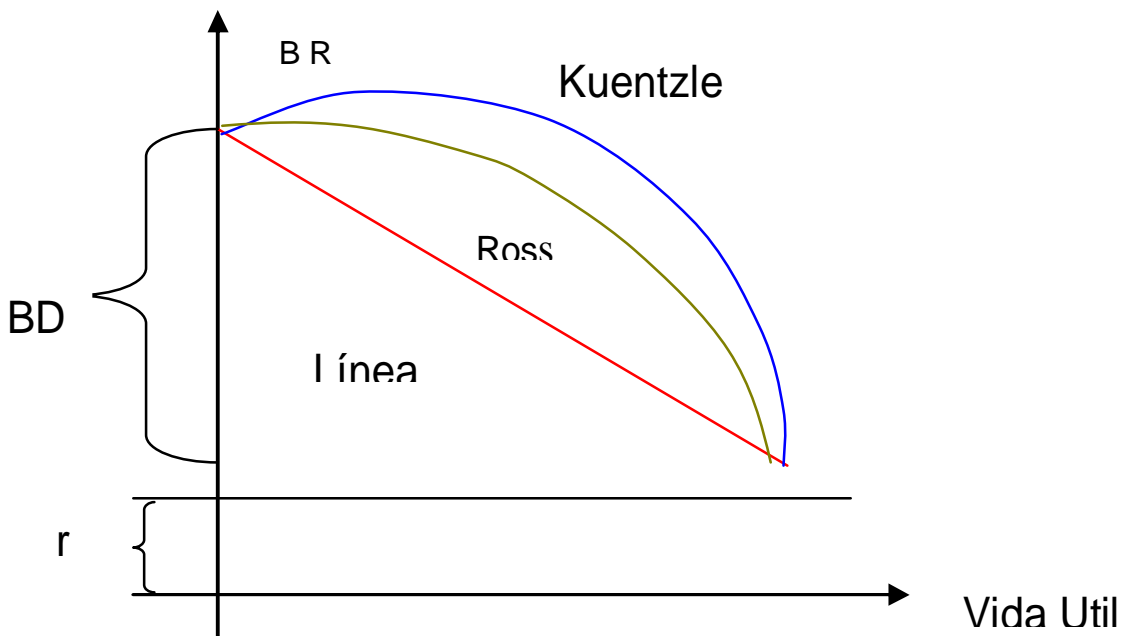
Fuente: Manual de rendimiento Caterpillar. p. 375.

6.3. Interpretación del modelo para poder determinar los costos integrados

En general, todo proceso de valoración de maquinarias y otros activos está estrechamente vinculado con la problemática de la renovación económica de equipos.

En todas las fórmulas matemáticas recomendadas existe un factor que es común: el tiempo de uso o de existencia del activo. La depreciación de activos es el mecanismo que permite determinar el valor de avalúo de un activo en cualquier instante de su vida útil esperada.

Figura 20. Comparación entre diferentes métodos



Fuente: Programa de Formación de: TASADORES. Manual del Módulo: Valuación de máquinas, equipos, instalaciones industriales y vehículos. p. 36.

El método lineal muestra una pendiente negativa debido a que la depreciación del equipo varia en parte por las condiciones de uso y desgaste que este tiene, el Método de Kuentzle y Ross muestran un segmento de parábola negativa y es debido a que el nivel de variables que utilizan es mayor al del método lineal, además lo que se está representando es la vida útil del equipo.

7. FACTORES DE SEGURIDAD

Se ha descrito en forma adecuada a la ingeniería como la aplicación de la ciencia a las finalidades de la vida, para cumplir esa misión, los ingenieros diseñan una variedad de objetos aparentemente interminable, para satisfacer las necesidades básicas de la sociedad. Entre esas necesidades están vivienda, agricultura, transporte, comunicaciones y muchos otros aspectos de la vida moderna. Los factores a considerar en el diseño comprenden funcionalidad, resistencia, apariencia, economía y efectos ambientales.

Por factores de seguridad se entiende el resultado del cociente entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real a que se verá sometido. Por este motivo es un número mayor que uno, que indica la capacidad en exceso que tiene el sistema por sobre sus requerimientos.

7.1. Por garantía de uso tecnológico

La garantía de uso tecnológico mediante la cual se pretende dotar de una mayor seguridad al cumplimiento del uso de la tecnología ya que se puede considerar como un respaldo.

El factor se determina en base a la obsolescencia de tipo tecnológica que experimentan las máquinas y equipos, cuando en el mercado existen otros modelos que optimizan los sistemas de producción, es decir, realizan el mismo trabajo pero con más eficiencia, incluyen perfeccionamientos técnicos que la hacen más económica en su operación y mantenimiento.

El tasador debe comparar detenidamente la diferencia tecnológica que existe entre los equipos que se valoran y los que existen en el mercado.

Tabla IV. **Depreciación por tecnología**

| Vida consumida | % |
|-------------------------------|----------|
| La misma tecnología | 100 |
| Algunos cambios sensibles | 95 |
| Cambios importantes vigentes | 90 |
| Cambio de tecnología vigentes | 85 |
| Cambios de tecnología no | 65 |

Fuente: Programa de Formación de: TASADORES. Manual del Módulo: Valuación de máquinas, equipos, instalaciones industriales y vehículos. p. 41.

7.1.1. Por GPS

El factor de seguridad del uso del sistema de posicionamiento global GPS que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros, aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión.

Y el funcionamiento operacional de la maquinaria a través de la comunicación del software existente en dicho equipo transmitiendo su comportamiento, funcionalidad y rendimientos a través de su lenguaje a centros de operación para revisar su eficiencia y problemas que pueda dar la misma, como; fallas, sobreesfuerzos, calentamientos, en los diferentes bancos de válvulas como en bombas y motor.

7.1.2. Por custodios mecánicos

Refiriéndose así al que un determinado equipo de guardias que le den protección al objeto con el fin de evitar hurtos. Permitiendo así una mayor seguridad de que la inversión que se realizó llegará al lugar correcto de entrega o el sobre costo de vigilancia del equipo cuando este no sea operado y se encuentre en tiempos muertos o en horas fuera de servicio.

7.1.3. Por uso de personal

Regularmente se usan guardias de empresas de policías privadas para resguardar los equipos vigilándolos en algunos casos de doce a veinticuatro horas cuando no se encuentra en su estado productivo, como asuetos y fines de semana.

CONCLUSIONES

1. El trabajo es una guía que contiene la información necesaria para poder estimar el costo de la reposición de una maquinaria, al igual que el costo que tiene el remplazo de cada pieza con base a los niveles de desgaste que son presentados.
2. Existen varios métodos para poder determinar el costo de venta de un equipo en el futuro y con esto poder evaluar su costo de reemplazo en el futuro, dando un factor seguro del costo de operación por hora en un cobro mínimo para poder establecer el equilibrio y la utilidad que pueda generar está haciendo cubrir los aranceles respectivos, el pago de mano de obra, las depreciaciones y reemplazo de piezas como los controles electrónicos y de seguridad que puedan existir sobre cada una.
3. La problemática nacional que se presenta para estimar un avalúo es la carencia de Información sobre los aspectos de valuación de maquinaria y equipos de construcción.
4. Cuando se realizan avalúos de equipos o maquinarias es importante determinar cuáles son las partes a tomar en cuenta durante el proceso, para obtener valores concretos en el avalúo (el motor, la transmisión, el convertidor, las bombas hidráulicas, los bancos de válvulas, el desgaste de rodamiento de tránsitos, etc.).

5. Los avalúos de maquinaria y equipo se llevan a cabo por un sinnúmero de razones entre las cuales se tienen, en principio: créditos, impuestos *ad valorem*, valor asegurable, transacciones e información sobre precios de compra con fines impositivos.

6. Utilizando el Método de Ross se debe de obtener un valor aproximado de los detalles de maquinaria ya que son utilizados valores de años de trabajo del equipo, los otros dos métodos dan valores en función del costo original de la maquinaria, pues no toman en cuenta el tiempo de utilizad del equipo.

RECOMENDACIONES

1. En ningún momento la compensación económica del perito valuator debe estar condicionada al informe de un valor predeterminado o dirigido a un resultado que favorezca la causa del cliente, ni al monto del valor estimado, ni a obtener un resultado estipulado o a la ocurrencia de un evento subsecuente.
2. El tiempo de vida de un equipo estará en función del mantenimiento que se le dé, su vida tendrá mayor duración tomando en cuenta que al momento de venderse este tiene un costo de depreciación en función del tiempo transcurrido.
3. Priorizar el mantenimiento dentro de las empresas constructoras es significativo ya que es fundamental para la conservación de equipos e instalaciones lo que permite maximizar la producción.
4. Las empresas constructoras deben realizar análisis de fallas y su criticidad, pues ayudan a tomar decisiones que contribuyan al buen funcionamiento y rendimiento del equipo y maquinaria.
5. Realizar estudios similares a este trabajo que permitan generar información valiosa para los estudiantes y profesionales de la carrera de ingeniería civil, e interesados en avalúos de equipos y maquinarias de construcción.

BIBLIOGRAFÍA

1. *ABC maquinarias, herramientas y equipos.* [en línea]. <<http://es.scribd.com/doc/60172702/Costo-de-Equipos-de-Construccion>>. [Consulta: 29 de julio de 2013].
2. BOLÍVAR, Juan Vicente. *Programa de Formación de: TASADORES. Manual del Módulo: Valuación de Máquinas, Equipos, Instalaciones Industriales y Vehículos.* Caracas, Venezuela: Centro de Extensión Profesional. U.C.V. 2007. 52 p.
3. CATERPILLAR. *Manual de rendimiento Caterpillar.* 36a ed. Peoria Illinois EE.UU: Caterpillar inc. 2010. 766 p.
4. _____. *Maquinaria de construcción.* [en línea]. <http://www.truck1.es/Maquinaria_de_construccion/Excavadoras_de_orugas/CATERPILLAR/html> [Consulta: 9 de septiembre de 2012].
5. DÍAZ PÉREZ, Pedro Lizardo. *Metodología para la valuación de maquinaria de construcción.* Instituto Tecnológico de la Construcción. Maestría en Valuación Inmobiliaria e Industrial. México. 2003. 55p.
6. DOOSAN. *Excavadoras de oruga (Bobcat).* [en línea]. <<http://www.doosanbobcat.cl/ventas/excavadoras.php>> [Consulta: 9 de septiembre de 2012].

7. GÓMEZ VELÁSQUEZ, Juan Antonio. *Apuntes de estadística valuatoria*. México: UNAM. 2002. 105 p.
8. GONZÁLEZ, Alberto. *Administración de obras*. 2a. ed. Guatemala: s. e. 2004. 115 p.
9. KOBELCO. *Excavadoras de oruga*. [en línea]. <<http://es.machineryzone.com/usado/excavadoras-cadenas.html>> [Consulta: 11 de septiembre de 2012].
10. KOMATSU. *Manual de operaciones y mantenimiento tractor de oruga*. [en línea]. <<http://www.maquinariaspesadas.org/blog/254-manual-operacion-mantenimiento-tractor-oruga-d65e-8g-komatsu>> [Consulta: 11 de septiembre de 2012].
11. _____. *Operation & Maintenance manual*. EE.UU.: Komatsu. 2009. 480 p.
12. LÓPEZ DE LEÓN, Pascual Sergio. *La descapitalización de las empresas constructoras como consecuencia de la pérdida del valor del equipo a través del tiempo*. Instituto Tecnológico de la Construcción. Ingeniería de la construcción. México D.F. 1984. 90 p.
13. MAQUINARIA HIDRAULICA. *Maquinaria pesada, excavadoras hidráulicas*. [en línea]. <<http://www.maquinariaspesadas.org/s/fotos>>. [Consulta: 11 de septiembre de 2012].

14. MARTÍNEZ AQUINO, Samuel Alberto E. *Metodología para la valuación de predios urbanos en zonas altamente saturadas*. Instituto Tecnológico de la Construcción. Maestría en Administración de la Construcción. México D.F. 2002. 115p.
15. OLX. *Trituradora de oruga*. [en línea]. <<http://tarapoto.olx.com.pe/trituradora-chancadora-de-piedra-cat-mc-230-iid-92487811>> [Consulta: 9 de septiembre de 2012].
16. PACHECO PÉREZ, Salvador Eloy. *Valuación industrial, aplicando los métodos de maquinaria y equipo*. Instituto Tecnológico de la Construcción. Maestría en Valuación Inmobiliaria e Industrial. México D.F. 2006. 143 p.
17. POLINTER. *Costos de construcción*. [en línea]. <<http://es.scribd.com/doc/60172702/Costo-de-Equipos-de-Construccion>> [Consulta: 10 de agosto de 2012].
18. Sociedad norteamericana de valuadores ASA. ME. *Maquinaria y equipo*. 2001. Me 2002. [en línea]. <www.asamexico.org.mx/weyp/CODIGO%20DE%20ETICA.doc> [Consulta: 9 de septiembre de 2012].