

## COSTOS PROYECTADOS Y VALORACION DE MAQUINARIA AGRICOLA

ALBERTO ALVAREZ C.\*

### INTRODUCCION

Uno de los aspectos críticos en la administración para el sector agropecuario son las decisiones que pueden afectar la rentabilidad de la empresa.

Las decisiones de la administración implican una selección entre cursos de acción alternativos. Los costos juegan un papel importante en el proceso de la toma de decisiones, cuando se asignan valores cuantitativos a las alternativas, la administración cuenta con un índice acerca del cual es la alternativa más conveniente desde un punto de vista económico, no siendo el único factor para una decisión final puesto que existen factores no cuantitativos o imponderables como: poca disponibilidad de mano de obra, aislamiento de la región y alto grado de confiabilidad en las máquinas.

Cada decisión administrativa requiere un orden o clasificación de costos pertinente al análisis que conduce a la evaluación de alternativas.

Los análisis administrativos relacionados con la maquinaria agrícola están orientados básicamente a dos tipos de decisiones:

- Decisiones de adquisición o requerimiento de maquinaria agrícola que conlleva a analizar las siguientes alternativas: compra, alquiler y arrendamiento.
- Decisiones de reemplazo de la maquinaria existente, para esta decisión existen las alternativas anteriores y las alternativas de reparación total o parcial.

Cada uno de estos análisis conlleva a clasificaciones de los costos propios del análisis.

---

\*\* Ingeniero agrónomo. Profesor Asociado Sección Mecanización Agrícola, Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional, Seccional Medellín.

En el análisis de requerimiento de maquinaria se presenta una serie de situaciones futuras, por lo tanto se hace necesario un sistema de costos basados en predicciones o proyecciones.

## 1. NOMENCLATURA

Antes de entrar a estudiar la forma de calcular los costos y la valoración de la maquinaria, se considera conveniente definir algunos términos usados en diversos cálculos. Con el fin de unificar criterios en algunos aspectos en que son muy variables.

Dicha nomenclatura puede resumirse en la siguiente:

Ac: Anualidad constante de amortización.

Ap: Anualidad promedia de amortización.

Cm: Capacidad de trabajo en  $\%$ , de una máquina a partir del año m.

Dm: Depreciación acumulada hasta el año m.

Dp: Depreciación parcial o anual.

Ic: Índice de precios en el año c o año de compra.

Im: Índice de precios en el año m.

K1: Coeficiente de depreciación.

K2: Coeficiente de valor actual.

K3: Coeficiente de amortización promedia.

K4: Coeficiente de amortización constante.

m: Número de años transcurridos en la vida de una máquina contados a partir del año de compra.

N: Número de años de la vida total probable de una máquina.

Nu: Número de años de la vida económicamente útil de una máquina.

Um: Edad de uso (en años) de una máquina, contados desde el año de compra hasta el año m.

V: Valor de adquisición o compra de una máquina.

Va: Valor amortizable de una máquina.

Vm: Valor actual de una máquina en el año m.

Ve: Valor equivalente de una máquina.

Vr: Valor residual o de deshecho.

t: Tasa en  $\%$  de interés, impuestos, seguros, imprevistos.

VR: Valor de reemplazo de una máquina.

## 1.2 DEFINICIONES.

### 1.2.1 Índice de precios

Por índices de precios se define o representa la variación del poder adquisitivo de una moneda con respecto a un bien específico.

El índice de precios  $I_m$  representa el número de unidades de valor que es necesario desembolsar para adquirir un bien en un año  $m$  contado a partir del año  $c$  denominado año base, para el cual su índice  $I_c$  será 100.

Se debe insistir en que los índices son específicos y por lo tanto varían para diferentes bienes, por tanto cuando se trata de calcular los de una máquina específica no podrán basarse en variación de poder adquisitivo de la moneda con respecto a otros tipos de máquinas.

En caso de que las revistas especializadas en estos temas no trajeran el índice de precios para la máquina en cuestión, la forma alternativa de calcularlo será mediante el valor de reemplazo de dicha máquina con las siguientes restricciones:

1.2.1.1 Cuando la máquina sea exactamente la misma o tenga muy pocas innovaciones o mejoras, el cálculo será:

$$V_R = V_o \frac{I_m}{I_c} \quad (1)$$

$$\frac{V_R}{V_o} = \frac{I_m}{I_c} \quad (2)$$

1.2.1.2 Cuando la máquina en análisis no se encuentra ya en el mercado por cambio de serie o ha sufrido mejoras técnicas costosas, existen dos formas de cálculo:

1.2.1.2.1 Cuando se pueden valorar exactamente dichas mejoras: Sea su valor  $V_m$

$$V_R = (V_o + V_m) \frac{I_m}{I_c} \quad (3)$$

$$\frac{V_R}{V_o + V_m} = \frac{I_m}{I_c} \quad (4)$$

1.2.1.2.2 Cuando dichas mejoras son integrales al nuevo equipo y no es posible su valoración tenemos:

$$0,6 V_R = V_o \frac{I_m}{I_c} \quad (5)$$

Luego, 
$$\frac{0,6 V_R}{V_o} = \frac{I_m}{I_c} \quad (6)$$

En otras palabras, se asume que dichas mejoras pueden tener un valor máximo del 40% del incremento de unidades de valor de la máquina, por lo tanto el 60% restante se asume que fue debido a pérdida de valor adquisitivo de la moneda.

Como es lógico suponer, habrán variaciones diferentes a este 40% y su cálculo aproximado queda al buen juicio del analista.

### 1.2.2 Valor físico o de uso.

Cuando una máquina es nueva, posee el 100% de su capacidad de trabajo, a partir de ese momento esa capacidad decrece a medida que aumenta su edad.

El valor físico o de uso de una máquina se determina en forma independiente de la oferta y la demanda y dependiente de la capacidad de trabajo que aún puede realizar y de la edad de uso.

Es de anotar que cuando se habla de capacidad de trabajo se entiende el trabajo para el cual fue diseñada la máquina. Pérdidas de capacidad para realizarlo total o parcialmente son analizadas y valoradas independientemente.

Con respecto al tiempo que ha transcurrido desde el momento de compra, hay que dividirlo en dos períodos muy definidos que son:

1.2.2.1 Vida total probable: (N) que se define como el período de tiempo de una máquina medido en años, horas, días, etc.; transcurrido entre el momento de la compra y el momento en el cual la máquina pierde totalmente su capacidad de realizar el trabajo para el cual fue diseñada. Por tanto, esta N es una medida física de la vida de la máquina y está determinada por varios factores, tales como:

- Calidad de fabricación.
- Mantenimiento.
- Tipo de trabajo.

y otros.

Generalmente, este valor de N se determina mediante la experiencia con casos similares o tablas de promedios que aparecen al final del presente capítulo. Cualquiera que sea la base que se tome para determinarla, deberá tenerse cuidado y analizar la influencia de los factores antes enunciados.

1.2.2.2 Vida económicamente útil. Este lapso de tiempo de la vida de una máquina, está basado en conceptos económicos de la rentabilidad de la maquinaria como inversión de capital.

Se define como el período de vida de una máquina medido en horas, años, etc., y transcurrido entre el momento de compra hasta cuando no sea rentable dicha máquina, o su rentabilidad sea inferior a la promedia alcanzada en este tipo de inversiones. Debido esto principalmente al alto costo del mantenimiento y la baja confiabilidad mecánica de la máquina.

Desde el punto de vista práctico, es difícil de determinar y se requiere un buen juicio

basándose en que dicho lapso de tiempo se puede acortar o alargar según los siguientes factores:

- **Obsolescencia:** cuando aparecen en el mercado máquinas más eficientes que hacen que las viejas sean desplazadas de la competencia aun cuando no hayan cumplido su Nu.
- **Financiación:** este aspecto es muy importante en nuestro medio y puede ser que debido a la falta de una fuente accesible de financiación, el propietario deba alargar indebidamente la Nu de una máquina, aun cuando sea consciente de su baja rentabilidad. En este caso es muy común en los propietarios de maquinaria con bajos recursos financieros. Las deficiencias en la financiación en muchos casos son debidas a malos cálculos de costos donde no se han incluido la reserva por amortización, caso en el cual al final de la vida de la máquina, debe refinanciarse totalmente ésta, siendo muy onerosa dicha financiación para el propietario.

### 1.2.3 Edad de uso (Um).

Partiendo de la base de que una máquina sufre desgaste y deterioro tanto si se usa como si no se usa, la Um de una máquina se mide a partir del momento en que se compra. Los factores que influyen en el desgaste o deterioro son: Fricción, vibración e interperismo .

La edad de uso (Um) de una máquina se determina en forma de % de la N.

$$(\%) Um = \frac{100 m}{N} \quad (7)$$

Siendo m: el número de años de uso transcurridos desde el año de compra. m no se mide en años calendario sino que se determina como:

$$m = \frac{N \text{ (horas)}}{H \text{ (horas)}} \quad (8)$$

Siendo; H las horas de uso anuales promedias de la máquina.

### 1.2.4 Capacidad de trabajo (Cm).

También se conoce como la condición mecánica aprovechable de una máquina, y puede decirse que es la cantidad de trabajo que en forma eficiente aún puede proporcionar un equipo o máquina que ya ha cumplido una Um determinada por tanto:

$$Cm + Um = N \quad (9)$$

$$Cm = N - Um \quad (10)$$

Las unidades de las ecuaciones (9) y (10) generalmente son:

$Cm [Ho] + Um [Ho] = N [Ho]$  o años, caso en el cual los años serán igual a:

$C_m$  (año) =  $N$  (años) -  $U_m$  (años). Los años de  $N$  y  $U_m$  calculados como:

$$\frac{N \text{ (horas)}}{H \text{ (horas/año)}} \quad \text{y} \quad \frac{U_m \text{ (horas)}}{H \text{ (horas/año)}}, \text{ respectivamente.}$$

### 1.2.5 Valor de mercado.

Este valor se calcula en función de la oferta y la demanda del tipo de máquina en cuestión y es poco dependiente de las características funcionales y de la edad de uso.

Se define como el valor para negocio que tiene en un momento dado una máquina o equipo. La diferencia entre el valor del mercado y el uso se puede considerar como una ganancia o pérdida (según el caso).

### 1.2.6 Depreciación (D).

Se puede definir como la pérdida de valor de una máquina, cualquiera que sea la causa que la origine.

El cálculo de la depreciación se puede hacer por varios sistemas que dan resultados parciales diferentes aunque la depreciación total sea igual por cualquier método, siempre que el valor depreciable sea igual a  $V_o - V_r$ . Por tanto la sección del sistema de depreciación debe ser cuidadoso cuando haya probabilidad de que la máquina sea vendida antes de terminar su  $N_u$ , esto porque el sistema de depreciación usado influye no solamente en el valor de uso sino en el costo/hora de las máquinas.

Al analizar los diferentes sistemas de depreciación debe buscarse aquel que más se adapte a la curva o recta que muestra la pérdida de valor de una máquina en el mercado.

El valor de una máquina a partir del momento de su compra, se ve disminuido continuamente pero no es una forma constante.

Se sabe que la pérdida de valor de una máquina o equipo se ve influido por lo siguiente:

- La pérdida de valor es mayor en los primeros años que en los años intermedios y en éstos mayor que al final de la  $N_u$ .
- La pérdida de valor se puede ver aumentada en forma apreciable por el tipo de obsolescencia analizada en la vida económicamente útil; pero en los equipos básicos agrícolas muy pocas veces se presenta este tipo de obsolescencia, debido a que en nuestro medio se usan equipos estándar sin muchos refinamientos técnicos, y a que los avances tecnológicos en la maquinaria agrícola básica presenta pocos cambios fundamentales o espaciados cada muchos años. El último avance tecnológico de que se tenga noticia y que produjo este tipo de obsolescencia fue el sistema hidráulico el cual al incorporarse a los tractores produjo una pérdida de valor grande a aquellos que no lo tenían, pues modificó sustancialmente el tipo de trabajo agrícola al permitir el uso de los implementos de enganche en tres puntos.

Con base en lo anterior, el sistema de depreciación —que a nuestro juicio— más se adapta en nuestro medio a la pérdida de valor de la maquinaria, es el de suma de dígitos, el que a continuación se analizará en detalle.

Depreciación por el sistema de suma de dígitos:

Para la expresión supongamos una máquina a la cual se le trata de calcular:

- Depreciación anual parcial ( $D_p$ )
- Depreciación acumulada en  $m$  años ( $D_m$ )

### 1.2.7 Valor actual ( $V_m$ ).

Se define valor actual al valor que una máquina o equipo posee en el momento del avalúo. Si se parte de la base de que una máquina posee el 100% de su valor en el momento de la compra y que en un año  $m$  de vida ha perdido un valor igual a la  $D_m$ .

$V_m$ : por definición, tenemos:

$$V_m = 1 - D_m \text{ (en decimal)} \quad (11)$$

Al reemplazar los valores de las variables de la ecuación (11), tenemos:

$$V_m = 1 - \frac{m(2N - m + 1)}{N(N + 1)} = \frac{(N - m)(N - m + 1)}{N(N + 1)} \quad (12)$$

Ecuación ésta que nos representa el índice de valor actual ( $V_m$ ) que posee una máquina en el año  $m$  contado a partir del año de compra. Para calcular el  $V_{V_m}$ , basta multiplicar a  $V_m \times V_a$ ,

$$\text{luego: } V_{V_m} = V_m \times V_a \quad (13)$$

### 1.3 CALCULOS.

Para calcular la  $D_p$ , debemos calcular primero el factor de castigo anual constante, que se calcula como un quebrado que tiene por numerador la unidad y por denominador la suma de los dígitos de su  $N$ . Para la máquina en cuestión, el factor de castigo anual constante será:

$$\frac{1}{1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10} = \frac{1}{55} = \frac{1}{\frac{N(a_1 + a_n)}{2}} \quad (14)$$

Siendo  $N$  = vida total probable

$a_1$  = primer año = 1

$a_n$  = último año = 10

Para calcular el castigo anual parcial para un año  $m$  cualquiera bastará multiplicar el factor castigo anual constante por  $N - m + 1$ , así para  $m = 1$ , el factor de castigo anual parcial será:

$$(N - m + 1) \frac{1}{55} = (10 - 1 + 1) \frac{1}{55} = \frac{10}{55} = 0,181818, \quad (15)$$

y para  $m = 10$ , el mismo factor será:  $(10 - 10 + 1) \frac{1}{55} = \frac{1}{55} = 0,0181818$ ;

es decir 10 veces menor que para  $m = 1$ . Si se analizan los factores para los años intermedios, se verá que el factor es mayor al principio de la  $N$ , y va disminuyendo hasta ser mínimo para el último año. Esta es la razón por la cual este sistema de depreciación es muy aconsejable para utilizarlo en maquinaria pues la pérdida de valor de la máquina sigue una trayectoria similar a la pérdida de valor en el mercado.

Por tanto, la fórmula para calcular la depreciación parcial ( $D_p$ ) en un año  $m$  cualquiera de la vida total probable, será:

$$D_p = \frac{2(N - m + 1)}{N(N + 1)} \quad (16)$$

La ecuación (16) expresa el índice de depreciación parcial anual, para obtener el valor, basta multiplicar  $D_p \times V_a$ , luego:

$$VD_p = D_p \times V_a \quad (17)$$

$D_m$ : como ya se vio,  $N$  es un parámetro para cada máquina y por tanto será constante el denominador del factor de castigo anual constante, pero su numerador decrecerá linealmente a medida que  $m$  crece.

Entonces, para obtener la depreciación acumulada en  $m$  años, se deben sumar los valores de las depreciaciones anuales parciales. Debido a que la variación entre la  $D_m$  y  $D_{m+1}$  es lineal, se puede aplicar la fórmula de la suma de  $N$  términos en una progresión aritmética:

$$S = \frac{n}{2} (a_1 + a_n) \quad (18)$$

Siendo:

$n$  = número de términos sumados (años de la  $N$ )

$a_1$  = primer término =  $\frac{2N}{N(N+1)}$

$a_n$  = último término =  $\frac{2(N - m + 1)}{N(N + 1)}$

$S$  = suma de las depreciaciones anuales parciales o sea  $D_m$ .

Al reemplazar por sus valores los términos de la ecuación (17) tendremos:

$$D_m = \frac{m}{2} \left[ \frac{2N}{N(N+1)} + \frac{2(N - m + 1)}{N(N + 1)} \right] \quad (19)$$

o sea que:

$$D_m = \frac{m(2N - m + 1)}{N(N + 1)} \quad (20)$$

La ecuación (19) nos permite calcular la  $D_m$  desde el primer año de vida hasta un año  $m$  cualquiera de la vida de una máquina con sólo reemplazar las variables  $N$  y  $m$  por sus respectivos valores. Este valor  $D_m$ , sólo es un índice de la depreciación acumulada. Para obtener el valor de  $D_m$ , bastará multiplicar el índice  $D_m \times V_a$ .

$$VD_m = D_m \times V_a \quad (21)$$

#### 1.4 CALCULOS COMPLEMENTARIOS.

Si al adquirir una máquina nueva, se considera factible su reemplazo al terminar su  $N_u$ , tanto las depreciaciones como los costos se calcularán con la base de que cuando  $m = N_u$  la  $D_m$  sea igual a  $V_o - V_r$ . A modo de ejemplo, asumimos que el  $V_r = 0.1$  de  $V_o$ , tenemos:

$$D_m = \frac{m(2N - m + 1)}{N(N + 1)} = 0.9 \quad (22)$$

Para  $m = N_u$

y

$$V_m = \frac{(N - m)(N - m + 1)}{N(N + 1)} = 0.1 \quad (23)$$

Para  $m = N_u$

Despejando a  $m$  en cualquiera de las ecuaciones (22) ó (23), podemos obtener una ecuación que dé el valor de  $m$  en función de  $N$ .

$$m = \frac{2N + 1 - \sqrt{1 + 0.4(N^2 + N)}}{2} \quad (24)$$

Si asumimos que  $N = 10$  años, tendremos reemplazando en la (24), que:

$$m = 7.15 \text{ o sea } N_u = m = 7.15 \text{ años}$$

Debido a que generalmente las tablas expresan solamente la  $N_u$  de las máquinas, es útil la fórmula que permita determinar la  $N$  de  $N_u$ . Dicha fórmula se consigue despejando  $N$  de cualquiera de las ecuaciones (22) ó (23). Despejando de la ecuación (22) tenemos:

$$0.9N + (0.9 - 2N_u) + N_u^2 - Nu = 0 \quad (25)$$

o sea que:

$$N = \frac{2 Nu - 0.9 + \sqrt{0.4 Nu^2 + 0.81}}{1.8} \quad (26)$$

Valor equivalente al original (Ve):

Todos los cálculos de valores que se han realizado hasta aquí son hechos con base en que el poder adquisitivo de la moneda permanece constante, es decir en pesos corrientes pero la realidad es diferente, pues su poder adquisitivo generalmente va disminuyendo en forma constante debido a múltiples factores. Esta es la razón por la cual las unidades de valor requeridas para comprar una máquina aumentan en cantidad frecuentemente. Pero no sólo el poder adquisitivo de la moneda afecta la cantidad de unidades de valor requeridas, sino también las mejoras técnicas que se adicionan a los equipos.

Los factores enunciados antes impiden definir, aunque sea con relativa aproximación el valor equivalente del valor original de una máquina, dato éste necesario para realizar un avalúo.

Para resolver este problema, se considera que la relación de índices de precios dan una respuesta bastante aproximada; por tanto:

$$Ve = Vx \frac{Im}{Ic} \quad (27)$$

El problema del cálculo de  $\frac{Im}{Ic}$ , puede resolverse mediante el valor de reemplazo ( $V_R$ ) como se vio en la parte correspondiente a definiciones en este mismo capítulo).

Después de introducir el concepto de los índices de precios para actualizar los valores, las fórmulas finales serán:

$$Dm = K_1 \cdot Ve \quad (28)$$

$$\text{Siendo } K_1 = \frac{m (2N - m + 1)}{N (N + 1)} \quad (\text{coeficiente de depreciación}).$$

$$Vm = K_2 \cdot Ve \quad (29)$$

$$\text{Siendo } K_2 = \frac{(N - m) (N - m + 1)}{N (N + 1)} \quad (\text{coeficiente de valor actual})$$

## 2. COSTOS PROYECTADOS

### 2.1 DEFINICION.

Se entiende por costos proyectados, los costos que una máquina ocasionará durante toda su vida sea ésta económicamente útil o total probable. La utilidad de estos costos estriba en que el comprador de una máquina requiere saber anticipadamente

con una buena aproximación, cuáles serán los costos que ésta ocasionará y cuáles las formas y métodos de disminuirlos de ser posible esto con el fin de seleccionar adecuadamente la máquina a comprar y compararlos con los costos de máquinas alquiladas en la misma zona.

Dentro de este capítulo se incluirán todos los ítems que conforman un costo total de una máquina. Queda a juicio del analista suprimir algunos de ellos cuando a su juicio no se ocasionen o las condiciones específicas de la empresa no requieran su inclusión.

## 2.2 CLASIFICACION.

La clasificación de los costos proyectados se hace de acuerdo a la identificación en los siguientes grupos:

### 2.2.1 Costos de capital.

### 2.2.2 Costos de operación.

### 2.2.3 Costos administrativos.

La anterior clasificación permite:

- Identificar para cada máquina, el costo por hora de utilización de la máquina: pesos/hora.
- Identificar, el grupo de más alto porcentaje.
- Disminuir los costos aumentando las horas por año de utilización, bien sea en sus propias labores o alquilándolas.
- Permite seleccionar entre varias máquinas aquella que desde el punto de vista económico le sea más favorable.

La selección definitiva de una máquina requiere otros análisis distintos de los simples costos. Esto se estudiará en el capítulo de selección.

La unidad de los costos proyectados será la de pesos/hora. El valor de los costos se calculará sin tomar en cuenta los índices de precios, por lo tanto deben actualizarse, cada que hayan variaciones en el poder adquisitivo de la moneda con respecto a la maquinaria en análisis.

### 2.2.1 Costos de Capital:

Son los costos que ocasionará la máquina por el concepto de inversión, o que se calculan en base al monto total de la inversión.

2.2.1.1 Amortización: Se entiende por amortización el ítem de los costos que corresponde a la cuota en pesos/hora que una máquina debe producir para que al final de su Nu pueda recuperarse la inversión del poder adquisitivo de la moneda, al fin de m años, el valor acumulado por Amortización, debe ser igual a:

$$V_{Am} = V_a \times \frac{Im}{Io} \quad (30)$$

Siendo:

$V_{Am}$  = Valor acumulado por amortización en  $Nu$  años de la vida de una máquina.

$V_a$  = Valor amortizable =  $(V - V_r)$ .

El concepto de amortización que se estudia en este capítulo es la suma de dos valores que son:

**2.2.1.1.1 Cuota de amortización:** Valor que es igual a la depreciación sufrida por la máquina en el mismo período de tiempo. Para ser consecuentes, al calcular esta cuota debe hacerse por el mismo método que fue usado para la depreciación.

**2.2.1.1.2 Intereses del saldo de capital que no ha sido amortizado:** Al comprarse una máquina e independiente de la fuente de financiación del capital, dicha máquina deberá un capital igual a  $V - V_r$  o sea  $V_a$ ; a partir de este momento, se inicia el pago de este capital mediante las cuotas de amortización pero queda un saldo de deuda sobre el cual se cobran intereses, y que aquí se denominan: Intereses del saldo por amortizar, la tasa de interés ( $t$ ) será igual a la suma decimal de:

- Interés del capital.
- Impuestos.
- Seguros.
- Imprevistos.

Respecto a esta tasa ( $t$ ) conviene aclarar lo siguiente:

Dentro de un sistema económico inflacionario como el nuestro, el interés del capital incluye dos aspectos diferentes:

- El valor de la retribución por el uso del capital.
- El valor que compensa la devaluación de la moneda.

La suma de estos dos valores conforma el interés bancario normal en nuestro medio, que en los actuales momentos (1985) puede alcanzar valores superiores al 40% anual efectivo.

En los costos, el interés del capital constituye un valor significativo dentro del costo total, por tanto una selección adecuada del valor del interés es necesaria para obtener resultados adecuados.

Como normas generales se pueden aplicar las siguientes, cuando el capital es propio:

- La tasa de interés en el cálculo de los costos no debe ser inferior al costo de oportunidad del capital en inversiones de libre selección y de similar riesgo, ni superior al que se tendría que pagar si se tuviera que obtener el capital prestado. Pero esta

norma se ve afectada en su aplicación por el problema inflacionario de nuestra economía; para obviar este fenómeno de pérdida de poder adquisitivo de la moneda, se puede conservar constante el valor de uso de la maquinaria mediante los índices de precios obtenidos con base en el valor de reemplazo, si esto es así, lo lógico es asumir una tasa de interés al capital propio, sería darle a esta tasa un valor no superior al valor de la retribución por el uso del capital en nuestro concepto sería similar a las tasas de interés bancario de monedas estables (Dólar, Libra Esterlina) que en los actuales momentos son: Libor (9% anual) y Prime Rate (8.5% anual) ya que, la parte del interés correspondiente al valor de la devaluación de la moneda se equilibraría en forma muy adecuada con el valor de actualización por índice de precios. A la inversa, cuando el valor de uso no se revaloriza periódicamente con los índices de precios, es decir que se calcula en pesos corrientes, la tasa de interés al capital propio, sí puede ceñirse a la norma general antes enunciada.

#### 2.2.1.1.3 Impuestos.

También varían. Son los impuestos sobre patrimonio que debe cubrir al estado el poseedor de un bien de este tipo y dependen tanto del valor de la máquina como del patrimonio total del propietario.

2.2.1.1.4 Seguros: Es variable y depende lógicamente de los riesgos que el propietario quiera cubrir. En algunos créditos oficiales estos seguros son obligatorios y están incluidos dentro de la tasa de interés del préstamo.

2.2.1.1.5 Imprevistos: Este concepto es un factor de seguridad en el cálculo de costos, queda por tanto a juicio del analista el incluirlo o no. Normalmente se recomienda un valor del 1 al 2%.

La tasa de interés (t), estará conformada por la suma en decimal o en porcentaje de los cuatro valores antes descritos.

#### 2.2.1.1.6 Cálculos:

Cuota de amortización e intereses del saldo por amortizar:

Anualidad promedia de amortización (Ap):

Se toman como datos: Nu, Va, t. El cálculo se hará en forma de tabla para facilitar la comprensión. En la Tabla 1. aparece en la columna 1 los años de uso de la máquina a partir del de compra.

Columna 2. Saldo anual de la inversión original: Es decir la deuda de capital que tiene la maquinaria después de abonar la cuota anual de amortización diferencial.

Columna 3. Intereses sobre los saldos de la inversión: Equivalen estos valores al producto de la 1 x 2.

Columna 4. Anualidad diferencial de amortización: Es la suma de las columnas 3 y 4. Este valor es el total que por concepto de amortización debe cubrir anualmente la máquina. Para obtener el valor total que durante el Nu debe cubrir una máquina por concepto de: Amortización, intereses, seguros, imprevistos e impuestos, basta sumar

los parciales de la columna 5. Para hacerlo utilizamos la fórmula de suma en una progresión aritmética:

$$S = \frac{N}{2} (a_1 + a_n) \quad (31)$$

**TABLA 1**

**ANUALIDAD DIFERENCIAL DE AMORTIZACION**

1	2	3	4	5
Años de uso	Saldo anual de la inversión original	Int. sobre los sald. de Inver.	Abono Anual de Capit. Inv.	Anualidad diferencial de amortización
1.	$\frac{Va (Nu - 0)}{Nu}$	$\frac{t. Va. (Nu - 0)}{Nu}$	$\frac{Va}{Nu}$	$\frac{Va}{Nu} (1 + t. Nu)$
2.	$\frac{Va (Nu - 1)}{Nu}$	$\frac{t. Va (Nu - 1)}{Nu}$	$\frac{Va}{Nu}$	$\frac{Va}{Nu} [1 + t (Nu - 1)]$
3.	$\frac{Va (Nu - 2)}{Nu}$	$\frac{t. Va (Nu - 2)}{Nu}$	$\frac{Va}{Nu}$	$\frac{Va}{Nu} [1 + t (Nu - 2)]$
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
Nu	$\frac{Va[Nu-(Nu-1)]}{Nu}$	$\frac{tVa[Nu-(Nu-1)]}{Nu}$	$\frac{Va}{Nu}$	$\frac{Va}{Nu}[1+t(Nu-Nu+1)]$

en la cual:

$$N: \quad Nu$$

$$a_1: \quad \frac{Va}{Nu} (1 + t Nu).$$

$$a_n: \quad \frac{Va}{Nu} [1 + t (Nu - Nu + 1)]$$

Reemplazando en la ecuación de S, tendremos:

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{Nu}{2} \left[ \frac{Va}{Nu} (1 + t Nu) + \frac{Va}{Nu} [1 + t (Nu - Nu + 1)] \right] \\
 &= \frac{Va}{2} 2 + t (Nu + 1) \quad (32)
 \end{aligned}$$

El valor de S se puede dividir por Nu para obtener la cuota Anual de amortización promedio:

$$A_p = \frac{V_a}{2Nu} \left[ 2 + t (Nu + 1) \right] \quad (33)$$

El coeficiente  $\frac{2 + t (Nu + 1)}{2 Nu}$  se denomina  $K_3$

Por tanto:

$$A_p = V_a \cdot K_3 \quad (34)$$

**2.2.1.2 Mantenimiento:** Se entiende por mantenimiento aquí, tanto el preventivo como las reparaciones, incluyendo en ambos la mano de obra, los repuestos y la depreciación de equipos e instalaciones mecánicas, si se hace este mantenimiento por parte de la misma empresa, o los valores totales cobrados por talleres de la calle.

Normalmente, el mantenimiento no es un costo fijo, sino variable, pero dentro de los costos proyectados, se trata como fijo debido a que se expresa como un o/o del valor original de una máquina y se proyecta para toda la Nu de la misma.

Determinar el o/o que requiere una máquina para su mantenimiento durante su Nu es difícil y generalmente este valor se obtiene con registros de costos de máquinas del mismo tipo sometidas a condiciones de mantenimiento y trabajo similares.

En la Tabla 2. aparecen los valores en o/o del valor inicial que debe reservarse para mantenimiento durante la Nu, así como las horas y años de la Nu de varios tipos de máquinas. Los años se calculan con base en una utilización promedio anual de la máquina. Nuevamente debe anotarse la importancia de usar estas tablas con mucha reserva pues son promedios en condiciones normales de operación y mantenimiento. En nuestro medio se descuida mucho el mantenimiento preventivo lo que hace aumentar los costos por reparaciones y además la Nu de máquinas agrícolas de dueños de escasos recursos económicos se alargan debido a los factores ya analizados.

## **2.2.2 Costos de Operación:**

Comprende todos aquellos costos que una máquina requiere para su normal funcionamiento u operación. Los más importantes son:

2.2.2.1 Combustible.

2.2.2.2 Lubricantes y accesorios: Tales como filtros, estopas, grasenas, copas, aditivos, etc.

2.2.2.3 Salarios y prestaciones del o los operarios.

2.2.2.4 Máquinas auxiliares.

2.2.2.1 Combustible: El consumo de combustible en una máquina se conoce generalmente por datos dados por el fabricante o distribuidor. Los catálogos traen los datos de consumo de combustible expresado en dos formas diferentes:

- Galones/hora: Cuyo significado es obvio o
- Hp-Ho/galón: Que significa el número de Hp en el motor que pueden trabajar durante una hora con un galón de combustible. Para calcular los galones/hora, basta dividir la potencia total del motor BHP/ por el dato obtenido en HP - Ho/ galón ∴

$$\begin{aligned} \text{Galones/Ho.} &= \frac{\text{BHP (HP)}}{\text{HP - Ho / galón}} \\ &= \frac{\text{Galones}}{\text{Hora}} \end{aligned} \quad (35)$$

Cuando se consulta el dato de consumo de combustible en publicaciones técnicas que traen estos datos para diferentes potencias de la máquina, es recomendable tomar como consumo el mostrado para 50% de la potencia máxima.

2.2.2.2 Lubricantes: El consumo de lubricantes es variable, por tanto, se adoptan consumos promedios en función del consumo de combustible. Una buena aproximación es el 2% del volumen del combustible. Dentro del valor de este lubricante se incluye el de los accesorios.

2.2.2.3 Salarios y prestaciones: Este costo es muy variable, comprende el salario normal y las prestaciones legales y extralegales del o los operarios de la máquina.

Es conveniente anotar que existen algunos casos en los cuales el operario de una máquina no desempeña únicamente esta función y adicionalmente trabaja en otra u otras actividades dentro de la misma empresa.

En la parte correspondiente a cálculos se aclarará las formas de obtener los costos en los diferentes tipos de operarios.

2.2.2.4 Máquinas auxiliares: Estos costos son los ocasionados por máquinas en cuestión. El costo total de las máquinas auxiliares, se prorratea entre todas las máquinas autopropulsadas de que disponga la empresa; pero no se cargan costos indirectos a las máquinas o equipos pequeños. En la sección de cálculos se verá la forma de prorratear estos costos.

Los principales costos indirectos son:

1. Inspectores.
2. Operarios supernumerarios.
3. Vehículos para transporte tales como camionetas Pick-ups, volquetas, camiones, etc.

De acuerdo con el tipo de empresa, pueden existir más o menos elementos que ocasionen costos indirectos.

### 2.2.3 Costos Administrativos.

Comprenden todos aquellos costos que ocasionará la parte administrativa o el personal que laborará en la parte administrativa de la maquinaria y otros gastos generales en que se incurra y que no están incluidos en los costos de operación.

2.2.3.1 Costos Administrativos: Comprende todos aquellos pagos de nómina de personal administrativo, directivo y auxiliares que laboran en la empresa. Nuevamente se exceptúan los mecánicos y auxiliares de mecánica, pero sí incluye a los Jefes de Taller, supervisores, almacenistas y celadores de los talleres de mecánica.

Este costo es generalmente olvidado en empresas pequeñas cuando el mismo dueño realiza las funciones administrativas, cometiéndose con ello un error grave en los cálculos de costos.

Los valores de los costos administrativos, deben comprender los salarios normales, prestaciones sociales legales y extralegales, bonificaciones, etc. y la parte correspondiente a cada máquina, se calcula como los Costos Generales por prorrato.

2.2.3.2 Costos Generales: Son todos aquellos denominados Gastos Generales y comprenden: Alquiler y reparaciones de locales de oficinas, depósitos e instalaciones en general de la empresa (excepto los destinados a talleres de mecánica que están incluidos en mantenimiento); servicios de agua, luz, teléfono, etc.; compra y mantenimiento de equipos de oficina y similares; papelería y artículos de consumo en general.

Estos costos son muy variables para los diferentes tamaños de empresas de maquinaria y su valor puede calcularse con mucha exactitud dentro de los presupuestos generales anuales. Para empresas muy pequeñas o en casos donde el número de tractores es poco o donde el propietario posee solamente uno o dos tractores, estos gastos pueden no existir para maquinaria y generalmente si se calculan, se imputan a otros renglones diferentes.

Para facilitar la comprensión del cálculo de costos de una máquina, a continuación se desarrollará un ejemplo.

#### DATOS:

- Año de compra: Principios de 1985.
- Máquina: Tractor de dos llantas neumáticas de tracción con 75 bhp en la volante. Motor Diesel.
- Valor de compra: \$ 3'400.000 (V)
- Valor de salvamento: 10% del V =  $V_r = \$ 340.000$
- Nu: 12.000 horas = 10 años.
- H/año: 1.200 horas/año
- Mantenimiento para la Nu: 12% del V.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

DEPTO. DE BIBLIOTECAS  
BIBLIOTECA "EFE" GOMEZ

Con los datos anteriores, se pide calcular:

Costo/hora de esta máquina. Proyectados en el año de compra (1985) para toda la Nu de la máquina.

## CALCULOS:

### 1. COSTO CAPITAL

#### 1.1 Amortización.

Según la ecuación (33), tenemos:

$$Ap = Va/2Nu [ 2 + t (Nu + 1) ] = \frac{3'060.000}{2 (10)} [ 2 + 0.28 (10 + 1) ] = 777.240 \frac{\$}{\text{año}}$$

$$Ap/hora = \frac{777.240 \text{ \$/año}}{1.200 \text{ Ho/año}} = 647.70 \frac{\$}{\text{Hora}}$$

#### 1.2 Mantenimiento

Valor asumido: 12% de V para toda la Nu.

$$M = 1.2 (3'400.000) = 4'080.000$$

$$\frac{M}{\text{Hora}} = \frac{4'080.000}{12.000} = 340 \text{ \$/hora.}$$

### 2. COSTO DE OPERACION

#### 2.1 Combustible

Según las tablas técnicas para este tractor da un consumo de combustible para el 50% de potencia en la barra de tiro = 2.82 galones/hora.

Por tanto:

$$\text{Costo/hora combustible} = 2.82 \frac{\text{Gal}}{\text{ho}} \times \frac{100 \$}{\text{Galón}} = 282 \text{ \$/Ho.}$$

#### 2.2 Lubricantes y Accesorios

$$0.22 \times 2.82 \text{ Gal/Ho} \times 1.000 \text{ \$/galón} = 56.40 \text{ \$/Ho.}$$

#### 2.3 Salarios Operarios

Se asume que el operario de esta máquina realiza en tiempo libre la función de conductor de otro vehículo de la compañía, y que la distribución de tiempos es aproximadamente:

Tractorista: 60%

Chofer: 40%, además su salario básico es 30.000 \$/mes y sus prestaciones legales, extralegales, bonificaciones y primas ascienden al 45% de su salario básico.

$$\text{Costo/hora como tractorista} = \frac{30.000 (1.45) \times 12 \times 0.6}{1.200 \text{ Ho/año}} = 261 \text{ \$/Hora}$$

## 2.4 Maquinaria Auxiliar

Asumimos que la empresa tiene las siguientes máquinas auxiliares:

- 1 Pick-up
- 1 Jeep

y que estos equipos prestan servicios de transporte de repuestos, semillas, fertilizantes, etc. a las máquinas autopropulsadas que son:

- 10 tractores de llantas con 1.200 Ho/año
- 2 combinadas con 600 Ho/año
- 2 tractores de orugas con 2.000 Ho/año

La forma de cálculo de los costos indirectos es la siguiente:

- Se calculan los costos de capital y de operación anuales de las máquinas auxiliares. Asumamos que la hora cuesta 500 pesos en cada uno y trabajen en promedio unas 1.000 horas anuales cada uno, o sea unos 500.000 pesos/año.
- Se prorratean estos costos anuales entre todas las máquinas autopropulsadas en la siguiente forma:

Costo anual total de las máquinas auxiliares

No. tract (Horas anuales tract.) + No. combinadas (Horas anuales combinadas)

Costo anual total de las máquinas auxiliares

+ No. tractores orugas (horas anuales)

$$\text{\$/hora/máquinas auxiliares} = \frac{1'000.000}{(10 \times 1.200) + (2 \times 600) + (2 \times 2.000)} = \frac{1'000.000}{17.200}$$

$$= 58.14 \text{ \$/hora.}$$

Este valor de 58.14 \$/hora se cargará como costo a cada una de las máquinas auto-propulsadas de la empresa, o sea a cada uno de los 10 tractores de llantas, a cada uno de los 2 tractores de orugas y a cada una de las dos combinadas.

## 2.5 Costos Generales

Como se ha dicho anteriormente estos costos están especificados en el presupuesto anual de la empresa. Una vez conocido su monto, se debe analizar si dichos gastos son solamente ocasionados en la maquinaria, o si existen otras actividades de la misma empresa con las cuales se compartan los gastos. Supongamos que existen otras dos actividades además de la maquinaria. La forma de distribuir los gastos generales entre las tres queda a criterio del analista, sin embargo, es bueno anotar que una forma adecuada es con base al patrimonio de cada una de ellas. Supongamos que en nuestro ejemplo, la distribución patrimonial es la siguiente:

Actividad A .....	70 unidades patrimonio
Actividad B .....	120 unidades patrimonio
Actividad C (Maquinaria) .....	80 unidades patrimonio
	<u>270 unidades patrimonio.</u>

Si el costo general anual total de la empresa es de 1'800.00 sólo corresponderá a maquinaria el equivalente a:

$$\frac{1'800.000 \times 80}{270} = 533.334 \text{ \$/año.}$$

Este valor, se prorrateará en forma similar a la de los costos indirectos, o sea:

$$\frac{533.334 \text{ \$/año}}{17.200} = 31 \text{ \$/ho.}$$

que se imputará por concepto de costos generales a cada una de las máquinas auto-propulsadas.

## 3. COSTOS ADMINISTRATIVOS.

Se computan y prorratean en forma similar a la de costos generales. Asumamos que el monto en \$/hora es de 32.00 \$/hora para cada una de las máquinas autopropulsadas.

Al sumar los literales anteriores se obtendrá el costo/hora para el tractor en cuestión, o sea:

Amortización/hora:	647.70
Mantenimiento/hora:	340.00
Combustible/hora:	282.00
Lubricante/hora:	56.40

Tractorista/hora:	261.00
Auxiliares/hora:*	58.14
Generales/hora:*	31.00
Administrativos/hora:	32.00
	-----
Costos totales/hora:	\$ 1.708.24

\* Este valor es sólo aproximado por los datos asumidos en costos generales, administrativos y auxiliares.

**TABLA 2**

Promedios de la vida económicamente útil en años u horas de la maquinaria y equipo que se especifica y del monto que alcanzan los costos de mantenimiento y conservación durante dicho período, estimado como un porcentaje de su valor original. Las variaciones en horas y porcentaje son debidas a diferentes condiciones de tipo de trabajo y calidad de mantenimiento.

DESCRIPCION	AÑOS	HORAS	%
<b>BOMBAS</b>			
Sin motor			
Centrífugas, hasta de 25.4 cm. de diámetro . . . .	8	10.000	125
De diafragma, de operación manual. . . . .	8	12.000	160
De cilindro de vapor, horizontales o verticales. . .	8	10.000	85
Hasta de 18 cm. de diámetro, de succión			
De potencia para boquillas, autocebantes, hasta para 47 l.p.s. y 7 kg/cm <sup>2</sup> de presión . . . . .	8	10.000	160
De pistón (reciprocante) para baja y alta presión y hasta para 10 l.p.s. . . . .	8	10.000	100
Para gasolina. . . . .	5	7.200	90
Con motor			
Centrífugas, hasta de 10 cm. de diámetro. . . . .	6	7.200	120
Estacionarias, eléctricas o de vapor, hasta de 25.4 cm. de diámetro . . . . .	6	7.200	90
Portátil, de gasolina, hasta de 25.4 cm. de diámetro . . . . .	5	7.200	90
Portátil, motor eléctrico, hasta de 20 cm. de diámetro . . . . .	6	8.500	90
De diafragma, portátil, de gasolina, sencillo o doble, hasta de 10 cm. de diámetro . . . . .	5	7.200	100
Portátil, eléctrico, sencillo o doble, hasta de 10 cm. de diámetro . . . . .	6	8.500	90
De émbolo buzo, portátil, de gasolina, sencillo o doble, hasta de 10 cm. de diámetro . . . . .	5	7.200	100

DESCRIPCION	AÑOS	HORAS	%
De alta presión: para carreteras, de gasolina, hasta 8 l.p.s . . . . .	4	5.800	80
Portátil, motor eléctrico, hasta de 10 cm. de diámetro . . . . .	6	8.500	90
Reciprocantes: portátil, de gasolina, hasta para 5 l.p.s. . . . .	5	7.200	100
Portátil, motor eléctrico, hasta para 5 l.p.s. . . . .	6	8.500	90
De alta y baja presión, eléctrica, hasta para 8 l.p.s. . . . .	6	7.200	70
Cuerpo de tazones, tipo turbina, para pozo profundo . . . . .	8	16.000	—
<b>CABLES</b>			
Con alma de acero			
De 12.7 mm. de diámetro . . . . .	2	3.900	40
De 25.4 mm. de diámetro . . . . .	2.5	4.400	50
De 50.8 mm. de diámetro . . . . .	3	4.900	45
De 69.8 mm. de diámetro . . . . .	4	5.800	60
Con alma de manila			
De 12.7 mm. de diámetro . . . . .	1.7	3.200	45
De 19.0 mm. de diámetro . . . . .	2	3.400	40
De 38.1 mm. de diámetro . . . . .	2.5	3.600	50
<b>CALDERAS</b>			
Tipo locomotora, hasta 175 H.P. y 10.5 kg/cm <sup>2</sup> . . . . .	10	14.400	200
Tipo vertical, hasta de 90 H.P. y 10.5 Kg/cm <sup>2</sup> . . . . .	7	10.300	140
<b>CAMIONES</b>			
Con Motor Diesel			
De estacas, para 2 toneladas. . . . .	4	8.700	50
De estacas, para 5 toneladas. . . . .	5	9.600	60
De estacas, para 10 toneladas. . . . .	7	12.800	80
De volteo, para 2 toneladas. . . . .	4	8.700	60
De estacas, para 5 toneladas. . . . .	5	9.600	75
De estacas, para 9.04 m <sup>3</sup> . . . . .	5	9.600	60
De estacas, para 13,55 m <sup>3</sup> . . . . .	7	12.800	80
Con Motor de Gasolina			
De estacas, para 0.5 toneladas . . . . .	2	4.800	30
De estacas, para 0.75 toneladas . . . . .	2.5	6.000	40
De estacas, para 1.00 tonelada . . . . .	3	6.500	45
De estacas, para 2.00 toneladas . . . . .	4	8.700	50
De estacas, para 5.00 toneladas . . . . .	5	9.600	60
Con motor de gas, de volteo, con caja para 9,04 m <sup>3</sup> . . . . .	5	9.600	60
Pick-up con motor a gasolina			

DESCRIPCION	AÑOS	HORAS	o/o
Para 0.50 toneladas . . . . .	2	4.800	30
Para 0.75 toneladas . . . . .	2.5	6.000	40
Para 1.00 tonelada . . . . .	3	6.500	45
Tipo tractor, con trailer de 7.32 m. de alto y 10 ton. de capacidad . . . . .	5	8.400	75
<b>CARGADORES</b>			
Para la construcción			
De cucharón, hasta para 6.00 m <sup>3</sup> /min . . . . .	5	9.600	75
Para troncos . . . . .	4	9.600	60
De bote o cucharón, para cantera, hasta para 3.00 m <sup>3</sup> . . . . .	5	7.200	70
<b>CARRETILLAS</b>			
Con rueda de acero o hule y caja de 014 m <sup>3</sup> . . . . .	2	3.900	30
<b>CONSTRUCCIONES PORTATILES</b>			
Casetas sobre bastidores para herramienta, polvorines, etc. . . . .	5	9.600	75
<b>CUCHARONES</b>			
De almeja, excavador, hasta para 3 m <sup>3</sup> . . . . .	4	6.600	90
De gajos, hasta para 3 m <sup>3</sup> . . . . .	5	7.200	100
Para maniobras, hasta para 3 m <sup>3</sup> . . . . .	6	7.800	75
De cable de arrastre con grúa manual, hasta para 1.86 m <sup>3</sup> . . . . .	5	6.800	65
Excavador, funicular, hasta 7.50 m <sup>3</sup> . . . . .	5	6.800	65
Excavador, de torre, hasta 11.30 m <sup>3</sup> . . . . .	5	7.200	75
Para concreto, de descarga inferior para 3 m <sup>3</sup> . . . . .	5	7.200	75
<b>EQUIPO AGRICOLA</b>			
Arados para tractor			
De reja, de 70 a 150 kg. . . . .	4	5.800	45
De reja, mayores . . . . .	8	4.000	80
De discos . . . . .	4	5.800	80
Para subsuelo, de 130 kg. . . . .	6	8.500	120
Azadones rotatorios . . . . .	12	3.500	20
Bordeadoras de discos . . . . .	18	2.200	20
Cargadoras de estiércol . . . . .	10	4.000	25
Cargadoras de heno . . . . .	8	4.200	25
Cortadores estacionarios de forraje . . . . .	10	4.100	30
Cortadores rotatorios . . . . .	10	3.200	35
Cosechadoras de forraje . . . . .	10	4.000	60
Cultivadoras para tractor. . . . .	15	4.400	40
Desenraizadoras de dientes . . . . .	6	5.200	30
Elevadores portátiles . . . . .	12	3.000	20

DESCRIPCION	AÑOS	HORAS	%
Empacadoras automáticas, de alambre . . . . .	10	5.000	40
Esparcidoras de estiércol . . . . .	15	5.200	25
Guadañadoras . . . . .	10	4.300	75
Molinos . . . . .	12	4.600	25
Niveladoras . . . . .	15	4.200	20
Cosechadora de maíz . . . . .	10	3.600	30
Cosechadora de algodón . . . . .	9	4.300	55
Pulverizadoras del suelo . . . . .	13	4.200	15
Rastras de discos, para tractor . . . . .	12	4.500	30
Rastras de dientes flexibles . . . . .	14	4.600	40
Rastras de picos . . . . .	15	4.500	30
Rastrillos de entrega lateral . . . . .	12	3.600	50
Rastrillos laterales . . . . .	10	2.400	25
Rastrillos para tractor . . . . .	10	3.600	25
Aspersoras de campo . . . . .	8	3.200	30
Rodillos . . . . .	18	3.800	10
Sembradoras al voleo . . . . .	15	3.100	30
Sembradoras de cajón . . . . .	12	3.600	25
Sembradoras de grano fino en hileras . . . . .	14	3.600	25
Sembradoras de maíz . . . . .	15	4.200	30
Segadora atadora . . . . .	5	3.800	40
Trilladora estacionaria . . . . .	8	6.400	30
Trilladora combinada . . . . .	7	5.200	40
Tractor agrícola común . . . . .	10	10.000	100

#### GENERADORES ELECTRICOS

De corriente alterna o directa, hasta para 10 KW

Con motor eléctrico . . . . .	6	18.000	70
Con motor diesel o de gasolina . . . . .	4	12.000	60

De corriente alterna

Con motor de gasolina, portátil, hasta para 10 KW . . . . .	4	9.600	60
Con motor diesel o de gasolina, hasta para 150 KW . . . . .	4	24.000	90
Con motor diesel o de gasolina, hasta para 500 KW . . . . .	6	28.000	100

#### MOTORES

De combustión interna

De 10 a 25 H.P. Diesel con clutch . . . . .	7	11.200	100
De 30 a 160 H.P. . . . .	8	14.000	100
De 165 a 500 H.P. . . . .	10	16.800	120

Gasolina

Un cilindro y hasta 6 H.P. . . . .	4	8.000	65
------------------------------------	---	-------	----

DESCRIPCION	AÑOS	HORAS	%
2, 4 y 6 cilindros, hasta 11 H.P. . . . . .	5	8.400	75
De 11 a 15 H.P. . . . . .	6	9.900	90
De 16 a 24 H.P. . . . . .	7	11.200	100
De 25 a 34 H.P. . . . . .	7	12.000	105
De 35 a 40 H.P. . . . . .	8	13.000	115
De 41 a 200 H.P. . . . . .	9	14.000	100
Gas butano. . . . . .	8	13.000	115
Gas natural. . . . . .	10	16.800	95
Kerosene y destilados. . . . . .	9	14.000	100
De vapor reciprocante y vertical, hasta para 20 H.P. . . . . .	10	12.000	90
Eléctricos			
De jaula de ardilla			
De 5 a 25 H.P. . . . . .	10	16.800	100
De 35 a 250 H.P. . . . . .	10	14.400	100
De inducido devanado, velocidad variable o constante			
Hasta de 40 H.P. . . . . .	10	26.800	100
Hasta de 50 a 250 H.P. . . . . .	10	40.000	100
Hidráulicos. . . . . .	6		
De viento. . . . . .	5		

## NIVELADORAS

Autopropulsadas: con motor diesel, o gasolina sobre ruedas de hebe de simple acción, en tandem o con potencia en todas las ruedas, hasta para 20 toneladas. . . . . .	5	9.600	75
Conformadora de taludes . . . . . .	3	6.500	45
Configuradoras, de todos los tamaños . . . . . .	4	5.800	80
Elevadora, cargadora, con banda de potencia de 1.22 metros; transmisión de engranes, control manual y 1.18 metros en la banda; control mecánico en la toma de fuerza y banda de 1.32 metros; control manual en la toma de fuerza y banda de 1:00 metro . . . . . .	5	8.400	100
Escarificador, de 20 a 52 discos . . . . . .	4	6.800	80
Motoconformadora, hasta para 7.60 metros de ancho de corte . . . . . .	4	5.800	80
Rastra de múltiples cuchillas, control manual o mecánico . . . . . .	4	6.800	60

DESCRIPCION	AÑOS	HORAS	o/o
Remolcadas			
De operación mecánica, hasta para 3.70 de ancho. . . . .	5	9.600	75
De operación manual, hasta para 3.00 metros de ancho . . . . .	4	7.700	90
<b>TRACTORES</b>			
De oruga con motor diesel.			
De 20 a 52 H.P. en la barra de tiro . . . . .	8-10	10-12.000	60-120
De 53 a 135 H.P. en la barra de tiro . . . . .	8-10	10-12.000	75-120
De oruga con motor de gasolina			
De 20 a 41 H.P. en la barra de tiro . . . . .	8-10	10-12.000	50-100
De 42 a 66 H.P. en la barra de tiro . . . . .	8-10	10-12.000	60-120
De 67 a 105 H.P. en la barra de tiro . . . . .	8-10	10-12.000	75-120
Con 4 ruedas de caucho y motor diesel			
De 38 a 47 H.P. en la volante. . . . .	8-10	10-12.000	50-120
De 48 a 60 H.P. en la volante. . . . .	8-10	10-12.000	60-120
De 93 a 300 H.P. en la volante . . . . .	8-10	10-12.000	75-120
Con 4 ruedas de caucho y motor de Gasolina			
De 10 a 12 B.H.P. . . . .	2-5	6-8.000	30-100
De 17 a 24 B.H.P. . . . .	2-5	6-8.000	40-100
De 25 a 45 B.H.P. . . . .	3-7	6-8.000	50-120
De 46 a 75 B.H.P. . . . .	4-7	8-10.000	60-120
Con 2 ruedas y motor diesel			
De 6 a 24 B.H.P. . . . .	5-6	8-10.000	75-150
Pequeños			
Con motor de gasolina de 2-5 B.H.P. . . . .	2-3	6-8.000	30-80

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BERGE, O.I. ANOG, C. Pulver, cost of farm machinery. Wis Ag. Ext. Circ. 589-16 (60).
2. BACKER, Morton y Jacobsen, L. Contabilidad de costos. Enfoque Administrativo y de Gerencia. Edición 1a. Ed. Nac. Graw Hill. Bogotá, 1970. 734 p.
3. CASAS DE ROSAS, I. Cómo determinar los costos de Maquinaria agrícola. Rev. Agricultura de las Américas. 19 (7): 130 - 1970.
4. CHRISTIANSEN, Per, ANAYA, H. Aprovechamiento Forestal en el transporte menor. Proyecto UNDOSF. FAO. Col. Tomo III. 1972.
5. ESQUIVEL, C.S. Análisis de los costos de maquinaria agrícola en el Valle del Cauca. Rev. Agrícola y Ganadera. 12: (257). pp. 26-27. 1965.
6. FRANK, G. Rodolfo. Costos y administración de maquinaria agrícola. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. Primera Edición. 1977. 325 p.
7. LONNEMARK, H. Empleo multipredial de la maquinaria agrícola. Cuadernos de Fomento Agropecuario. No. 85. FAO. 1967.
8. OIL COMPANY INTERNATIONAL. La maquinaria y sus costos. Rev. Agricultura de las Américas. Año 22, No. 7, Julio 1973. 78 p.
9. PADILLA, R. Valoración y estimación de costos de maquinaria. Rev. Ingeniería Hidráulica. Méjico. 20 (1): 33-78. 1966.