



INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA

(ENTIDAD FEDERATIVA NACIONAL)

FILIADO: **IVSC**-International Valuation Standards Committee

UPAV-Unión Panamericana de Asociaciones de Valuación

NUEVOS CONCEPTOS DE DEPRECIACIONES PARA MÁQUINAS Y EQUIPOS

Coordinación:

Osório Accioly Gatto

Elaboración:

Marcos Augusto da Silva

Colaboración:

Rosana Akemi Murakami

Agnaldo Calvi Benvenho

Carlos Eduardo Cardoso

Mário Lucas Gonçalves Esteves

Frederico Correia Lima Coelho

Revisión:

Octavio Galvão Neto

Traducción para Castellano:

All task

Revisión de la traducción:

Martin Salvati

Blas Pessolani

Germán Noguera Camacho



1 – PRESENTACIÓN

IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia, Entidade Federativa Nacional, institución sin fines lucrativos, congrega entidades actuantes en las áreas de Ingeniería de Valuaciones y Pericias de Ingeniería en diversas Unidades de la Federación. Dentro de sus objetivos se destacan acciones que buscan el perfeccionamiento, la divulgación y la transmisión del conocimiento técnico.

IBAPE participa en importantes entidades internacionales dedicadas a la actividad valuatoria, como la UPAV¹ – Unión Panamericana de Asociaciones de Evaluación e IVSC² Consejo Internacional de Normas de Valuación, organismos orientados a la difusión del conocimiento técnico y normalización en los ámbitos continental y global.

El presente Estudio fue elaborado con el propósito de colocar a disposición del ingeniero valuador herramientas de trabajo que reconozcan la realidad del mercado en cuanto a la depreciación de bienes móviles y que conceptualmente estén alineadas con el Estudio de Vidas Útiles de Maquinaria y Equipo publicado por IBAPE-SP.

El Estudio fue desarrollado por los ingenieros Marcos Augusto da Silva y Osório A. Gatto, post graduados en Valuaciones y Peritajes de Ingeniería y afiliados a IBAPE-SP. El trabajo tuvo la colaboración de Agnaldo Calvi Benvenho, Carlos Eduardo Cardoso, Mário Lucas Gonçalves Esteves, Frederico Correia Lima Coelho y Rosana Akemi Murakami; y la revisión estuvo a cargo de Octavio Galvão Neto.

Todos los estudios fueron elaborados observándose los comportamientos de las máquinas y equipos usados y en venta, lo que propició la generación de una curva de depreciación que mide los valores de reposición de mercado para equipos en buen estado de conservación, ya que el equipo al ser puesto a venta usualmente recibe un mantenimiento o pequeña reforma.

¹ Unión Panamericana de Asociaciones de Valuación.

² International Valuation Standards Council.



2 – OBJETIVO

El presente trabajo tiene como objetivo principal presentar un concepto de depreciación que esté correlacionado al Estudio de Vidas Útiles de Maquinaria y Equipo, publicado por IBAPE-SP en septiembre/2007 en el Libro Ingeniería de Evaluaciones – Editora PINI, y que se constituya en una herramienta de trabajo actualizada que represente mejor la realidad del mercado.

Llena un importante vacío en razón de la ausencia de referencias actualizadas en cuanto a la clasificación de vidas útiles de máquinas y equipos contemporáneos a la publicación. Las vidas útiles contempladas en este estudio son representadas en años y son válidas para condiciones normales de uso y mantenimiento.

Para el desarrollo de este nuevo concepto de depreciación la metodología utilizada fue la de inferir curvas de depreciación modeladas a través de datos de mercado (bienes nuevos y usados), a partir de un muestreo de 850 máquinas y equipos, recogidos en un período de 3 meses, condición que buscó alejar la influencia de variaciones de precios en el tiempo.

Uno de los grandes méritos de este enfoque está exactamente en el hecho de apoyarse en hallazgos reales, ya que las curvas de depreciaciones existentes son teóricas y basadas en modelos matemáticos. Se destaca también que no es objetivo de los autores criticar otros modelos, sino más bien ofrecer una nueva alternativa.

“Nuevos conceptos de depreciación de maquinaria y equipos” fue presentado en COBREAP de 2009 en Sao Paulo y en el Encuentro Panamericano de Valuadores Industriales 2010, en Bogotá, habiendo sido recomendado como modelo para utilización en las valuaciones.



3 – RESEÑA DE LAS DEPRECIACIONES

A continuación presentamos una reseña sobre las depreciaciones comúnmente utilizadas en las valuaciones de máquinas, equipos y otros bienes muebles.

Curvas de Depreciación más utilizadas:

- **Línea Recta**
- **Ross-Heidecke**
- **Cole**
- **Valor Decreciente**
- **Índice de Criticidad**
- **Curvas de Iowa, R_2 , R_3 , L_0 , L_2**
- **Caires**

Dentro de estas, se destacan:

Método de la Línea Recta

$$\frac{D}{X} = \frac{Vd}{n}$$

Donde:

D = depreciación en la fecha de la valuación

Vd = valor depreciable

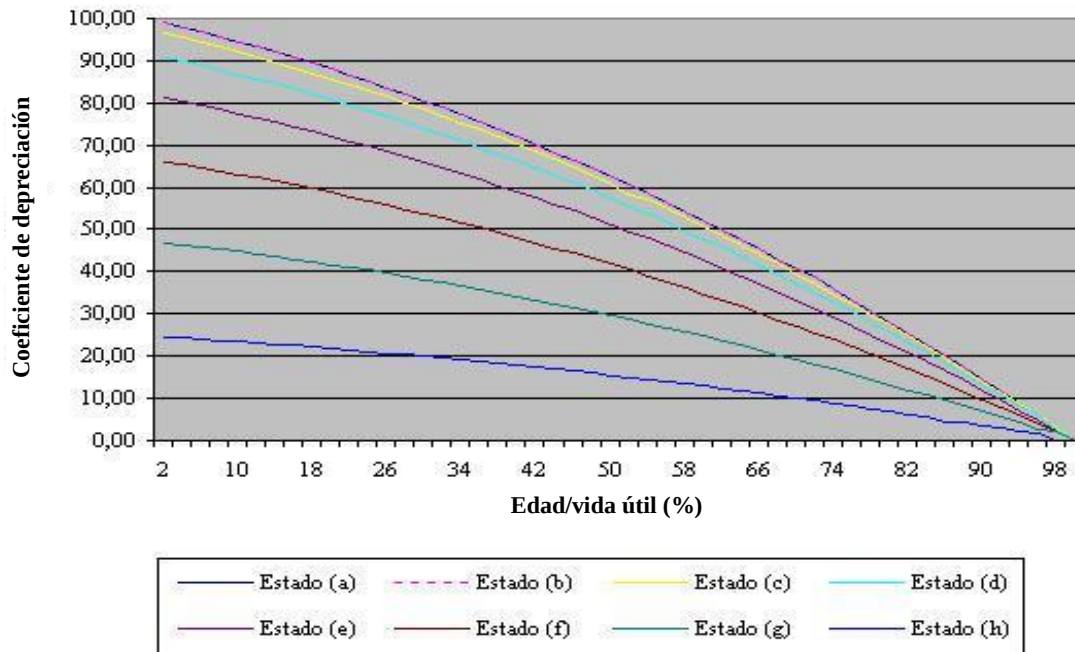
n = vida útil

x = edad del bien

El concepto de la línea recta, que por definición es lineal, no pondera el estado de conservación, requiere el ajuste del valor residual, y permite, además, que sea ajustado el valor de la depreciación inicial.



Método Ross-Heidecke



La Curva de Ross, ajustada a partir de la parábola de Kuentzle, pondera los estados de conservación de Heideck.

Como se observa en su curva ilustrativa, no está contemplado el valor residual al final de la vida útil, que debe ser aplicado según lo demostrado en el Estudio Valores de Venta de IBAPE- SP.

La curva de Ross-Heideck es de uso corriente en la valuación de mejoras civiles, y usualmente no se considera para valuación de maquinaria y equipo.



Método de Cole

También conocido como método de la serie³, establece la depreciación empírica en cada período como si fuera igual al producto de la depreciación total por los elementos de la serie (siendo N el número de períodos, generalmente anual):

$$\frac{N}{1+2+3+\dots+N}, \frac{N-1}{1+2+3+\dots+N}, \frac{N-2}{1+2+3+\dots+N}, \dots, \frac{1}{1+2+3+\dots+N}$$

La base fija es igual al valor de la depreciación total $D_t = V_n - V_r$

El valor de cada depreciación periódica es obtenido multiplicándose cada elemento de la serie por la depreciación total (Dt).

Depreciación en el período:

$$D_p = \frac{2(V_o - V_r)}{n(n+1)}$$

Donde:

D_p = factor o cuota de depreciación anual

V_o = valor de adquisición nuevo

V_r = valor residual (variando del 5% al 20% aproximadamente de V_o)

n = vida útil en años

Depreciación acumulada:

$$D_a = \frac{x(2n - x)D_p}{2}$$

D_a = depreciación acumulada en el período

x = edad actual

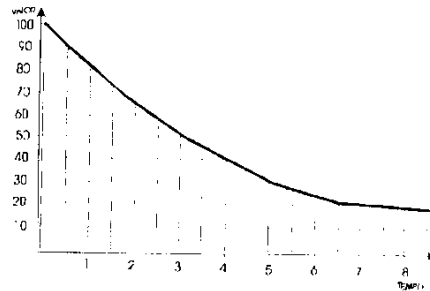
Valor del bien en el estado (V) es dado por la diferencia entre el valor nuevo (V_n) por el valor depreciado acumulado (D_a):

$$V_x = V_o - D_a$$

³ También conocido como Método de suma de dígitos creciente o decreciente



Se verifica que en este método la depreciación en los primeros períodos es mayor que la de los últimos, reflejando la realidad práctica.



Índice de Criticidad

El **Índice de Criticidad** representa “el porcentaje que debe ser aplicado en mantenimiento, para permitir el funcionamiento de una instalación con **ÍNDICES DE DISPONIBILIDAD COMPATIBLES CON LA EMPRESA**”.

La Depreciación física será calculada con los valores de criticidad (corregida o no) por medio del modelo:

$$V_{dep} = \frac{V_{novo}}{\left[1 + \frac{C}{100}\right]^n}$$

Donde:

n = es el número de años de operación

C = es la criticidad máxima del período, según la tabla

Variables	Índice de Criticidad (*)
Complejidad Tecnológica	0 hasta 2
Importancia del equipo	0 hasta 3
Equipo nacional o importado (sin SAV)	0 hasta 1
Tasa de fallas	0 hasta 2
Tiempo de operación/jornada de trabajo	0 hasta 2
Valor de la inversión	0 hasta 2
	Σ

(*) Los valores de los Índices de Criticidad podrán ser corregidos en función de datos disponibles del mantenimiento realizado



Hélio de Caires

El criterio de depreciación usado en el trabajo concebido por Hélio Roberto Caires, muy utilizado, considera que la depreciación es una función que depende de la edad (t), mantenimiento recibido (μ), régimen de trabajo (τ) y vida útil esperada (η), de acuerdo con la fórmula:

$$D(t, \mu, \tau, \eta) = \frac{A}{1 + B e^{\phi(\mu, \tau) * C * (t/\eta)}}$$

Donde:

$$A = 1,347961431$$

$$B = A - 1$$

$$C = 3,579761431$$

$$e = 2,7182$$

$$\phi(\mu, \tau) = 0,853081710 e^{0,067348748 \tau - 0,041679277 \mu - 0,001022860 \tau \mu}$$

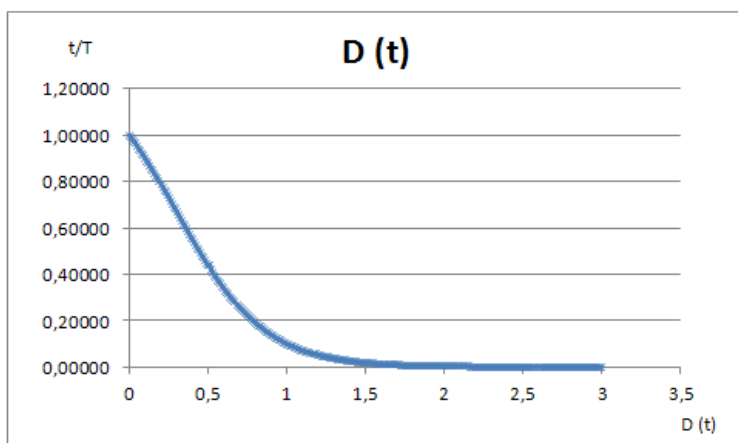
“ τ ” Factor de trabajo: tiene la función de considerar las condiciones de carga de trabajo del equipo tales como: régimen continuo, intermitente, constantes accionamientos y paradas, rotación alta y/o baja, sub o súper utilización con relación a las condiciones de proyecto, temperaturas y ambiente corrosivo, etc.). Este ítem es puntuado de acuerdo con la siguiente tabla:

Factor de Trabajo (τ)	
Nulo	0
Liviano	5
Normal	10
Pesado	15
Extremo	20

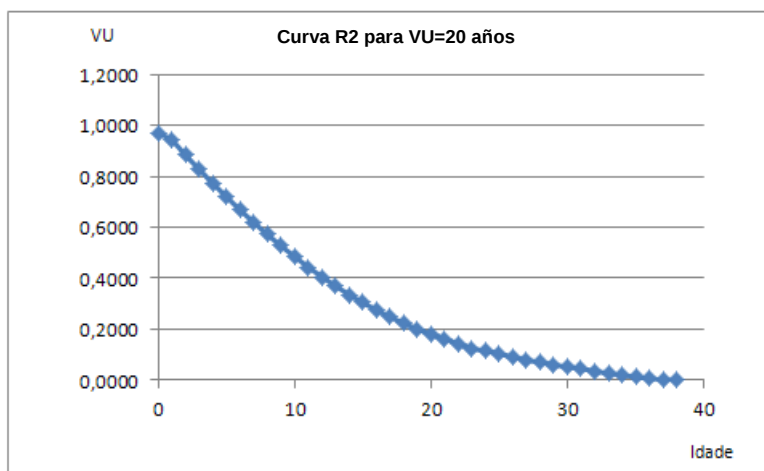


“ μ ” Factor de Mantenimiento Recibido: tiene en cuenta el régimen de mantenimiento aplicado a los equipos tales como: sin mantenimiento, con mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y predictivo, con equipo propio, tercerizado o externo. El factor de prácticas de mantenimiento es puntuado de acuerdo con la siguiente tabla:

Mantenimiento recibido (μ)	
Inexistente	0
Deficiente	5
Normal	10
Rigurosa	15
Perfecta	20



Curvas de Iwoa - R3, R2, L0, L2





INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA

(ENTIDADE FEDERATIVA NACIONAL)

FILIADO: IVSC-International Valuation Standards Committee

UPAV-Unión Panamericana de Asociaciones de Valuación

A partir de la experiencia acumulada por el desarrollo de inúmeros trabajos en el área de valuaciones patrimoniales, Mercatto Assessoria e Avaliações adoptó la **Curva L₀** para el desarrollo de sus trabajos, realizando un ajuste para permitir una depreciación inicial, que es claramente observada en el mercado, y la utiliza con buenos resultados hace más de 10 años; reproducidas aquí como ejemplo, las curvas de depreciación para 10 y 25 años.

Curva – Vida Útil 10 Años

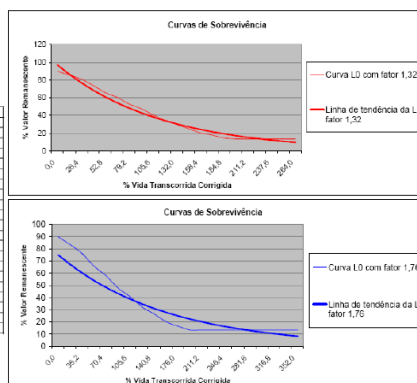
Cálculo das depreciações de Máquinas e Equipamentos - Curva L₀

10 anos

Idade	IVUP 1,32	IVUP 1,76	Fator 1,32	Fator 1,76	F. Depr. 1,32	F. Depr. 1,76
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
1	0,132	0,176	0,132	0,176	0,868	0,824
2	0,264	0,352	0,264	0,352	0,736	0,648
3	0,396	0,528	0,396	0,528	0,604	0,464
4	0,528	0,704	0,528	0,704	0,472	0,280
5	0,660	0,880	0,660	0,880	0,340	0,096
6	0,792	1,056	0,792	1,056	0,208	0,000
7	0,924	1,232	0,924	1,232	0,076	0,000
8	1,056	1,408	1,056	1,408	0,000	0,000
9	1,188	1,584	1,188	1,584	0,000	0,000
10	1,320	1,760	1,320	1,760	0,000	0,000
11	1,452	1,936	1,452	1,936	0,000	0,000
12	1,584	2,112	1,584	2,112	0,000	0,000
13	1,716	2,288	1,716	2,288	0,000	0,000
14	1,848	2,464	1,848	2,464	0,000	0,000
15	1,980	2,640	1,980	2,640	0,000	0,000
16	2,112	2,816	2,112	2,816	0,000	0,000
17	2,244	2,992	2,244	2,992	0,000	0,000
18	2,376	3,168	2,376	3,168	0,000	0,000
19	2,508	3,344	2,508	3,344	0,000	0,000
20	2,640	3,520	2,640	3,520	0,000	0,000

Vu = 10 anos
F = 1,32 a 1,76
F = 0,05

Fator 1,32	Fator 1,76
0,000	0,000
0,132	0,176
0,264	0,352
0,396	0,528
0,528	0,704
0,660	0,880
0,792	1,056
0,924	1,232
1,056	1,408
1,188	1,584
1,320	1,760
1,452	1,936
1,584	2,112
1,716	2,288
1,848	2,464
1,980	2,640
2,112	2,816
2,244	2,992
2,376	3,168
2,508	3,344
2,640	3,520



Vida Útil – 25 años

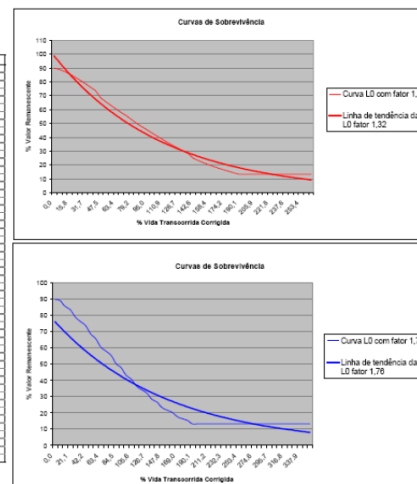
Cálculo das depreciações de Máquinas e Equipamentos - Curva L₀

25 anos

Idade	IVUP 1,32	IVUP 1,76	Fator 1,32	Fator 1,76	F. Depr. 1,32	F. Depr. 1,76
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
1	0,039	0,052	0,039	0,052	0,961	0,948
2	0,078	0,104	0,078	0,104	0,922	0,896
3	0,117	0,156	0,117	0,156	0,883	0,850
4	0,156	0,208	0,156	0,208	0,844	0,811
5	0,195	0,260	0,195	0,260	0,805	0,772
6	0,234	0,312	0,234	0,312	0,766	0,733
7	0,273	0,364	0,273	0,364	0,727	0,694
8	0,312	0,416	0,312	0,416	0,688	0,655
9	0,351	0,468	0,351	0,468	0,649	0,616
10	0,390	0,520	0,390	0,520	0,610	0,577
11	0,429	0,572	0,429	0,572	0,571	0,538
12	0,468	0,624	0,468	0,624	0,532	0,499
13	0,507	0,676	0,507	0,676	0,493	0,460
14	0,546	0,728	0,546	0,728	0,454	0,421
15	0,585	0,780	0,585	0,780	0,415	0,382
16	0,624	0,832	0,624	0,832	0,376	0,343
17	0,663	0,884	0,663	0,884	0,337	0,304
18	0,702	0,936	0,702	0,936	0,298	0,265
19	0,741	0,988	0,741	0,988	0,259	0,226
20	0,780	1,040	0,780	1,040	0,220	0,187
21	0,819	1,092	0,819	1,092	0,181	0,148
22	0,858	1,144	0,858	1,144	0,142	0,109
23	0,897	1,196	0,897	1,196	0,103	0,070
24	0,936	1,248	0,936	1,248	0,064	0,031
25	0,975	1,300	0,975	1,300	0,025	0,000
26	1,014	1,352	1,014	1,352	0,000	0,000
27	1,053	1,404	1,053	1,404	0,000	0,000
28	1,092	1,456	1,092	1,456	0,000	0,000
29	1,131	1,508	1,131	1,508	0,000	0,000
30	1,170	1,560	1,170	1,560	0,000	0,000
31	1,209	1,612	1,209	1,612	0,000	0,000
32	1,248	1,664	1,248	1,664	0,000	0,000
33	1,287	1,716	1,287	1,716	0,000	0,000
34	1,326	1,768	1,326	1,768	0,000	0,000
35	1,365	1,820	1,365	1,820	0,000	0,000
36	1,404	1,872	1,404	1,872	0,000	0,000
37	1,443	1,924	1,443	1,924	0,000	0,000
38	1,482	1,976	1,482	1,976	0,000	0,000
39	1,521	2,028	1,521	2,028	0,000	0,000
40	1,560	2,080	1,560	2,080	0,000	0,000
41	1,599	2,132	1,599	2,132	0,000	0,000
42	1,638	2,184	1,638	2,184	0,000	0,000
43	1,677	2,236	1,677	2,236	0,000	0,000
44	1,716	2,288	1,716	2,288	0,000	0,000
45	1,755	2,340	1,755	2,340	0,000	0,000
46	1,794	2,392	1,794	2,392	0,000	0,000
47	1,833	2,444	1,833	2,444	0,000	0,000
48	1,872	2,496	1,872	2,496	0,000	0,000
49	1,911	2,548	1,911	2,548	0,000	0,000
50	1,950	2,600	1,950	2,600	0,000	0,000

Vu = 25 anos
F = 1,32 a 1,76
F = 0,05

Fator 1,32	Fator 1,76
0,000	0,000
0,039	0,052
0,078	0,104
0,117	0,156
0,156	0,208
0,195	0,260
0,234	0,312
0,273	0,364
0,312	0,416
0,351	0,468
0,390	0,520
0,429	0,572
0,468	0,624
0,507	0,676
0,546	0,728
0,585	0,780
0,624	0,832
0,663	0,884
0,702	0,936
0,741	0,988
0,780	1,040
0,819	1,092
0,858	1,144
0,897	1,196
0,936	1,248
0,975	1,300
1,014	1,352
1,053	1,404
1,092	1,456
1,131	1,508
1,170	1,560
1,209	1,612
1,248	1,664
1,287	1,716
1,326	1,768
1,365	1,820
1,404	1,872
1,443	1,924
1,482	1,976
1,521	2,028
1,560	2,080
1,599	2,132
1,638	2,184
1,677	2,236
1,716	2,288
1,755	2,340
1,794	2,392
1,833	2,444
1,872	2,496
1,911	2,548
1,950	2,600





4 – DEPRECIACIÓN PROPUESTA

Desarrollo

La idea de elaborar un Nuevo Concepto de Depreciaciones tuvo como origen y base las siguientes consideraciones:

- Vincular los modelos de depreciación al Estudio de Vidas Útiles actualizado, validado y publicado (IBAPE – SP);
- Verificar el porcentaje de pérdida de valor con relación al valor del mismo bien en la condición de nuevo, a partir de las vidas útiles y de los equipos cotizados en el mercado de usados.

Se realizaron investigaciones abarcando muestras del mercado de maquinaria y equipos, nuevos y usados, totalizando 850 bienes, pertenecientes a los siguientes tipos:

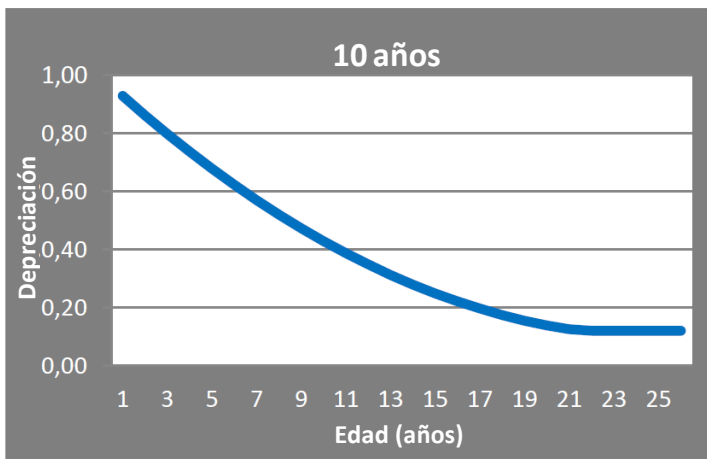
- Maquinaria y Equipos Agrícolas
- Máquinas para Mecanizado
- Equipos de Movimiento y Transporte
- Inyectoras Plásticas
- Impresoras Gráficas
- Vehículos

Los bienes en oferta, que constituyeron la muestra del trabajo, en su mayoría presentaban buen estado de conservación y fueron agrupados en sus respectivas vidas útiles (10, 15, 20 años), y luego se analizó la relación entre los valores de los bienes nuevos y usados en venta, generando los siguientes modelos:



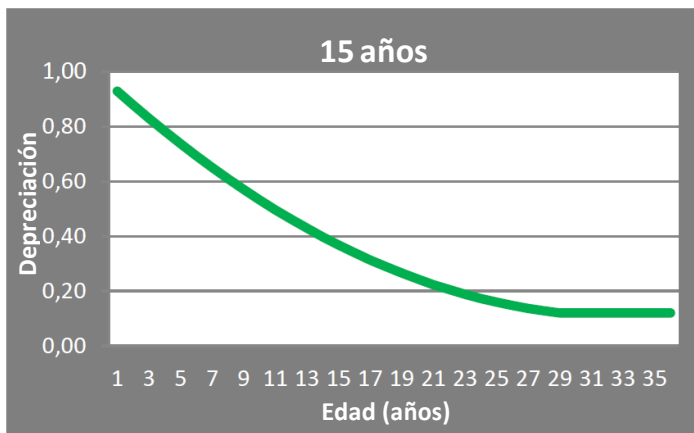
Curva – Vida Útil 10 Años

Idade (anos)	Deprec.
0	0,93
1	0,86
2	0,80
3	0,74
4	0,68
5	0,62
6	0,57
7	0,52
8	0,47
9	0,43
10	0,39
11	0,35
12	0,31
13	0,28
14	0,25
15	0,22
16	0,20
17	0,17
18	0,16
19	0,14
20	0,13
21	0,12
22	0,12
23	0,12
24	0,12
25	0,12



Curva – Vida Útil 15 Años

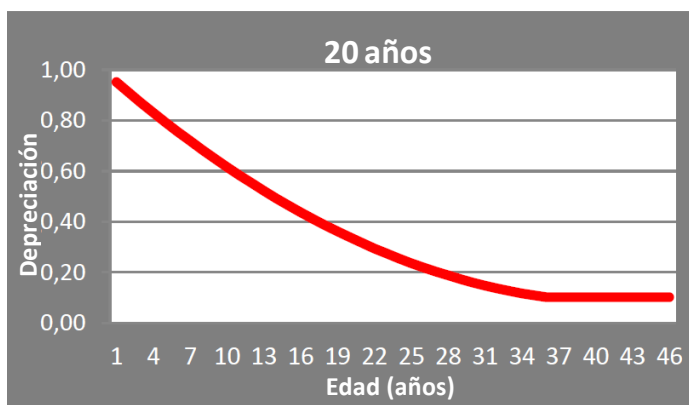
Idade (anos)	Deprec.
0	0,93
1	0,88
2	0,83
3	0,78
4	0,74
5	0,69
6	0,65
7	0,61
8	0,57
9	0,53
10	0,50
11	0,46
12	0,43
13	0,40
14	0,37
15	0,34
16	0,31
17	0,29
18	0,27
19	0,24
20	0,22
21	0,20
22	0,19
23	0,17
24	0,16
25	0,15
26	0,14
27	0,13
28	0,12
29	0,12
30	0,12
31	0,12
32	0,12
33	0,12
34	0,12
35	0,12





Curva – Vida Útil 20 Años

Idade (anos)	Deprec.
0	0,95
1	0,91
2	0,87
3	0,83
4	0,79
5	0,76
6	0,72
7	0,68
8	0,65
9	0,62
10	0,58
11	0,55
12	0,52
13	0,49
14	0,47
15	0,44
16	0,41
17	0,39
18	0,36
19	0,34
20	0,32
21	0,29
22	0,27
23	0,26
24	0,24
25	0,22
26	0,20
27	0,19
28	0,17
29	0,16
30	0,15
31	0,14
32	0,13
33	0,12
34	0,11
35	0,10
36	0,10
37	0,10
38	0,10
39	0,10
40	0,10
41	0,10
42	0,10
43	0,10
44	0,10
45	0,10

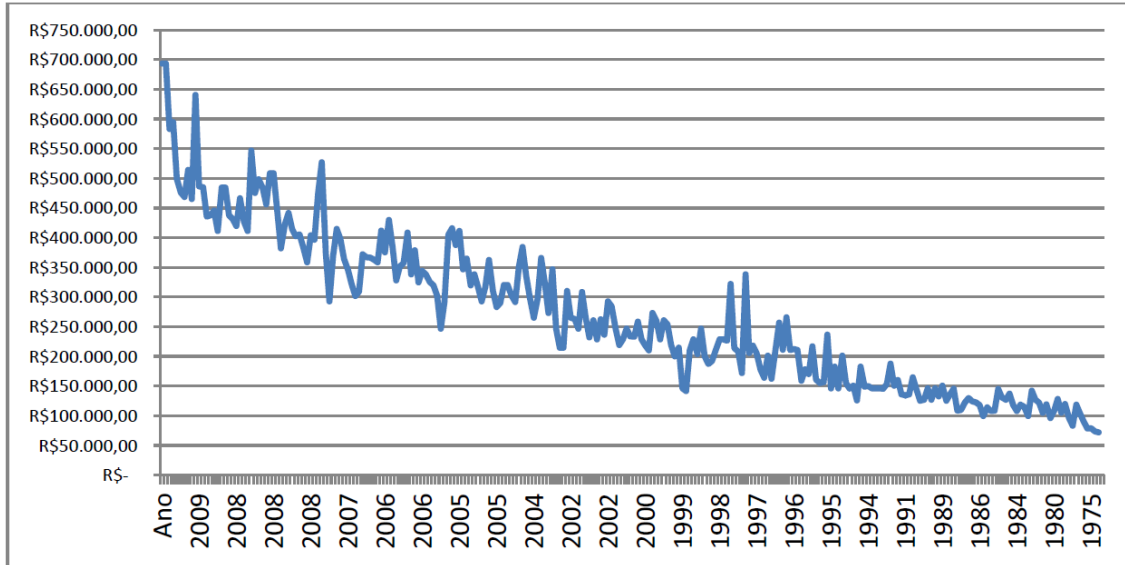


Estas curvas fueron consolidadas en un modelo que relaciona la edad transcurrida en función de la vida útil del bien (i/v). De esta forma, pueden ser usadas para cualquier vida útil prevista sin necesidad de extrapolación.

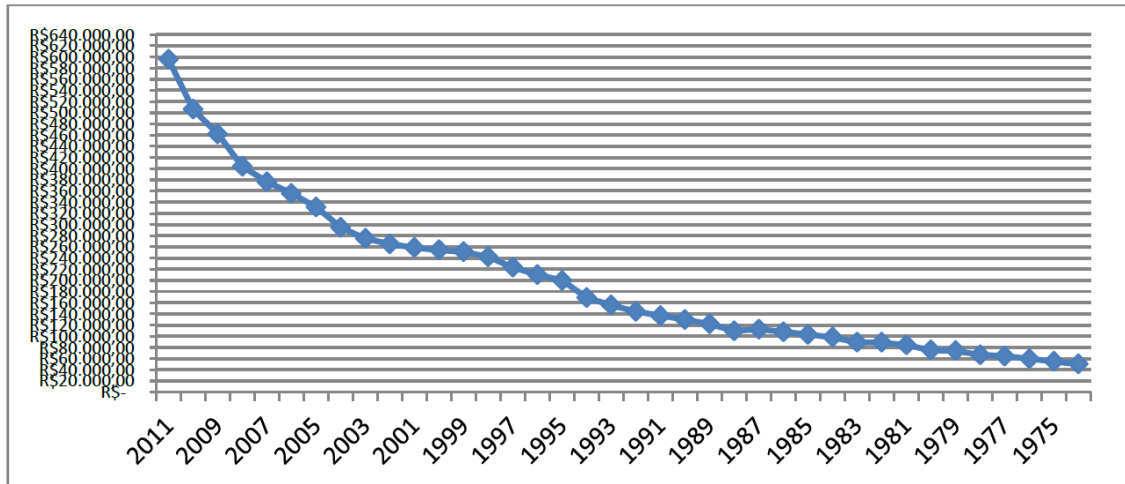
Como comparación y validación del modelo propuesto, se presenta a continuación el trabajo desarrollado por el Ingeniero Mário Lucas Gonçalves Esteves (Ingeniero Mecánico por la Pontificia Universidad Católica de Minas Gerais), denominado DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL TOTAL Y VALOR RESIDUAL DE UN BIEN UTILIZANDO LA REGRESIÓN LINEAL.



A partir de una amplia investigación contemplando una muestra de 304 (trescientos cuatro) máquinas motoniveladoras Caterpillar modelo 140 fue obtenida la siguiente curva.



Tras la regresión, adoptándose el modelo más adherente, la curva resultante fue la siguiente:



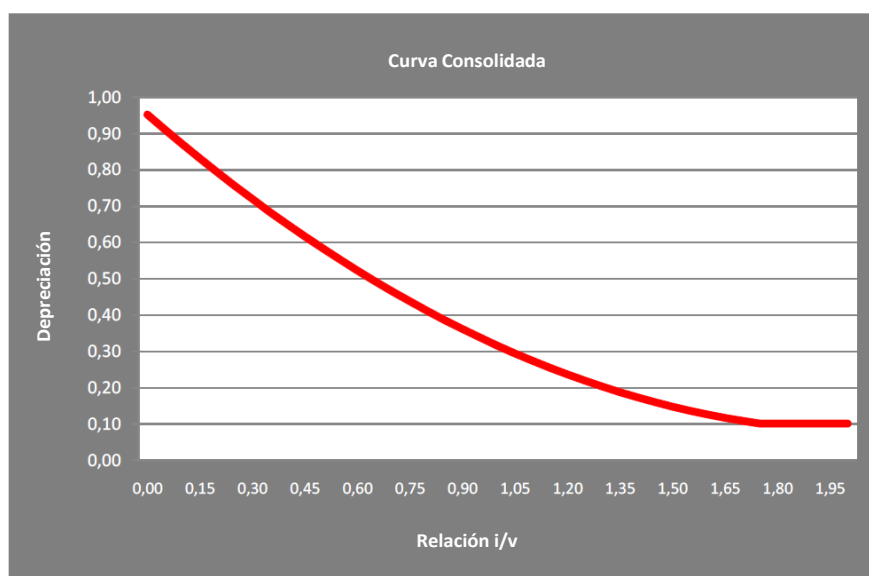
En este trabajo se calcula que para una vida útil de 20 años el Valor Residual es de cerca del 20%. Si se considera una vida útil de 15 años, el resultado será del 30%. La forma de la depreciación inicial más acentuada y los valores residuales apuntados se muestran consistentes con el presente Estudio.



5 – CONCLUSIONES

Se presenta a continuación la curva consolidada (relación edad transcurrida / vida útil), que ahora es propuesta para uso en casos de equipos **en buen estado de conservación** o sometidos a pequeñas reformas;

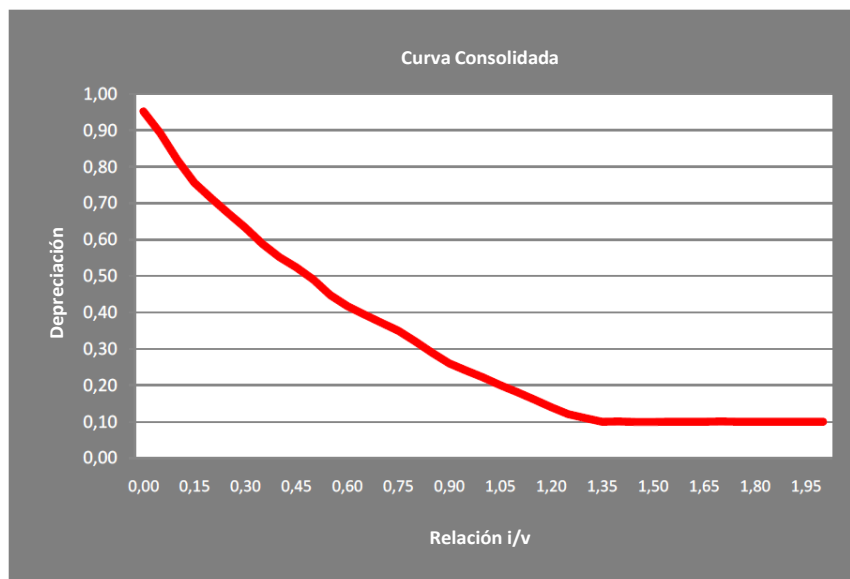
i/v	Depreciación Buen Estado
0,00	0,95
0,05	0,91
0,10	0,87
0,15	0,83
0,20	0,79
0,25	0,76
0,30	0,72
0,35	0,68
0,40	0,65
0,45	0,62
0,50	0,58
0,55	0,55
0,60	0,52
0,65	0,49
0,70	0,47
0,75	0,44
0,80	0,41
0,85	0,39
0,90	0,36
0,95	0,34
1,00	0,32
1,05	0,29
1,10	0,27
1,15	0,26
1,20	0,24
1,25	0,22
1,30	0,20
1,35	0,19
1,40	0,17
1,45	0,16
1,50	0,15
1,55	0,14
1,60	0,13
1,65	0,12
1,70	0,11
1,75	0,10
1,80	0,10
1,85	0,10
1,90	0,10
1,95	0,10
2,00	0,10





Además, a partir de los estudios realizados, para máquinas y equipos **en estado de conservación regular**, se sugiere la consideración de la curva abajo reproducida:

i/v	Depreciación Estado Regular
0,00	0,95
0,05	0,89
0,10	0,82
0,15	0,76
0,20	0,71
0,25	0,67
0,30	0,63
0,35	0,59
0,40	0,55
0,45	0,52
0,50	0,49
0,55	0,45
0,60	0,42
0,65	0,39
0,70	0,37
0,75	0,35
0,80	0,32
0,85	0,29
0,90	0,26
0,95	0,24
1,00	0,22
1,05	0,20
1,10	0,18
1,15	0,16
1,20	0,14
1,25	0,12
1,30	0,11
1,35	0,10
1,40	0,10
1,45	0,10
1,50	0,10
1,55	0,10
1,60	0,10
1,65	0,10
1,70	0,10
1,75	0,10
1,80	0,10
1,85	0,10
1,90	0,10
1,95	0,10
2,00	0,10





Observaciones finales

- Los modelos presentados representan curvas de depreciación que se aproximan de los modelos de Caires, siempre que los estados de conservación y uso sean ponderados;
- Contemplan el concepto de supervivencia de las curvas de Iowa;
- Ya consideran los valores residuales y depreciación inicial;
- Valen solamente para equipos en uso, con estados de conservación entre bueno y regular;
- No son recomendados para bienes a los que se hayan realizado intervenciones de renovación o modernización ("retrofit");
- No son recomendados para bienes expuestos a ambientes agresivos;
- No son recomendables para situaciones en las que el bien se encuentre en estado de conservación/uso considerado malo o con mantenimientos precarios. En estos casos debe ser considerada una significativa reducción de la relación i/v y adoptados otros modelos que presenten curvas que deprecien de forma más acelerada.