

U
N
E
X
P
O

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO DE PUERTO ORDAZ
DIRECCIÓN DE POSTGRADO, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
COORDINACIÓN DE POSTGRADO
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
ASIGNATURA: **INGENIERÍA ECONÓMICA**

PROBLEMARIO DE **INGENIERÍA ECONÓMICA**

Elaborado por:

ING. RAFAEL JOSÉ BRAVO SALAZAR
ING. RAYMUNDO PILDAÍN
ING. CIRIS PALACIOS
ING. JUAN MANUEL LOZADA S., MSc.

Profesor: MSc. Ing. Andrés Blanco

PUERTO ORDAZ, OCTUBRE DE 2005

TEMA 5. ANÁLISIS DE VALOR PRESENTE

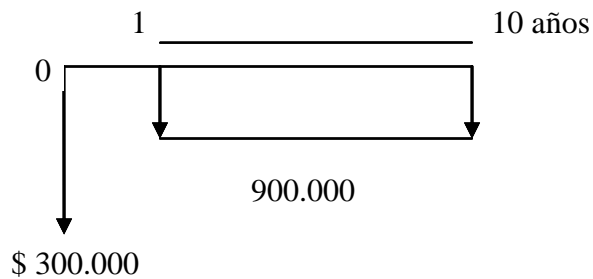
PROBLEMA 1.- (5.8) - Una empresa de servicios de electricidad considera dos alternativas para satisfacer las normas del estado, relacionadas con el control de la contaminación en una de sus estaciones generadoras. Dicha estación particular se localiza en la periferia de una ciudad principal de Estados Unidos y a poca distancia de una gran urbe en un país vecino. La estación normalmente produce exceso de VOC y óxidos de nitrógeno. Se han propuesto dos planes para satisfacer los mecanismos reguladores. El plan A consiste en remplazar los quemadores y sustituir el combustible por gas natural. El costo de la opción será de \$300.000 iniciales y \$900.000 adicionales por año en costo de combustible. El plan B implica ir a la ciudad extranjera y tender ductos de gas a varios de los lugares de construcción de ladrillos del patio trasero, que ahora emplean madera, llantas y otros materiales combustibles de desecho para hornear los ladrillos. La idea detrás del plan B consiste en que la reducción de la contaminación por partículas, responsable del smog en la ciudad cercana, sería de mayor beneficio para los ciudadanos de Estados Unidos mediante el plan A. el costo inicial del plan B será de \$1.2 millones por la instalación de los ductos. Además la firma de electricidad subsidiaría el costo del gas para los fabricantes de ladrillos con una suma de hasta \$200000 anuales. La toma extra de muestras relacionadas con este plan tendrá un costo adicional de \$150.000 anuales. En el caso de un periodo de proyecto de 10 años sin valor de salvamento para ninguno de los planes. ¿Cuál debería elegirse sobre la base de un análisis de valor presente a una tasa de interés de 12 % anual?

DATOS:

COSTOS	PLAN A	PLAN B
II \$	300.000	1,2 X 10 ⁶
COP (\$/ AÑO)	900.000	150.000
SUBSIDIO		200.000
N (AÑO)	10	10
INTERES	12% ANUAL	

SOLUCIÓN:

PLAN A



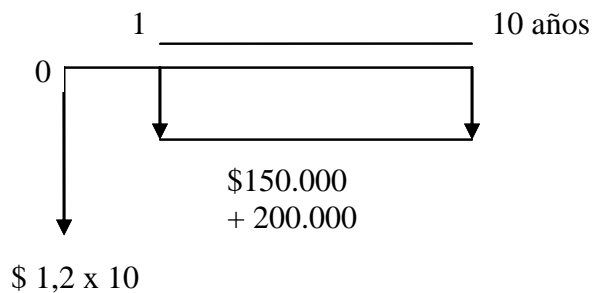
$$V_p(t=0)_A = -900.000 (P/A, 12\%, 10) - 300.000$$

$$V_p(t=0)_A = -900.000 \times 5,6502 - 300.000$$

$$V_p(t=0)_A = -5.085.180 - 300.000 = -5.385.180$$

$V_p(t=0)_A = -\$ 5.385.180$

PLAN B



$$V_p(t=0)_B = -1,2 \times 10^6 - 350.000 (P/A, 12\%, 10)$$

$$V_p(t=0)_B = -1,2 \times 10^6 - 350.000 \times 5,6502 = -3.177.570$$

$V_p(t=0)_B = -\$ 3.177.570$

Comparando:

$$V_p(A)_{t=0} > V_p(B)_{t=0}$$

$$-\$ 5.385.180 > -\$ 3.177.570$$

La alternativa seleccionada es la del plan B, la cual representa menor costo para el inversionista.

PROBLEMA 2.- (5.11) - el dimensionamiento exacto del flujo de aire requiere un tubo recto sin obstrucción con un mínimo de 10 diámetros corriente arriba y un mínimo de 5 diámetros corriente abajo del dispositivo de medición. En una aplicación particular, las restricciones físicas comprometen el diseño del tubo; por lo tanto, el ingeniero contempla instalar un calador en el codo, sabiendo que la medida de flujo será menos exacta, aunque suficientemente buena para el proceso de control. Este era el plan A que sería aceptable por sólo dos años, después de los cuales se requerirá una medida de flujo de aire más exacta. Este plan tendría un costo inicial de \$25.000 con un costo de mantenimiento anual estimado de \$4.000. el plan B incluye la instalación de un tubo sumergible de flujo de aire. El calador de acero inoxidable se instalaría en un tubo de desagüe, con un transmisor ubicado en un área cerrada a prueba de agua sobre el riel de mano. El costo de este sistema será de \$88.000, pero debido a su exactitud no tendrá que volverse a colocar por al menos seis años. El costo de mantenimiento se estima que será de \$1.400 anuales. Ninguno de los dos sistemas tendrá un valor de salvamento. A una tasa de interés de 15 % anual. ¿Cuál de los dos se elegirá con base en la comparación del valor presente.

DATOS:

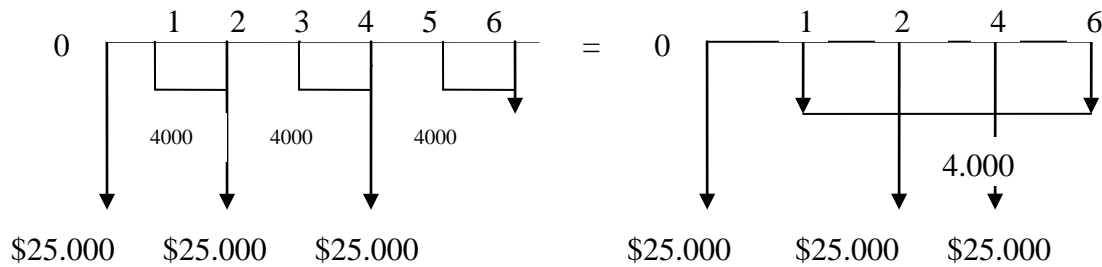
COSTOS	PLAN A	PLAN B
II \$	25.000	88.000
COP (\$/ AÑO)	4.000	1.400
N (AÑO)	2	6
INTERES	15% ANUAL	

SOLUCIÓN:

$$\begin{array}{c|c|c}
 \text{MCM} & \begin{array}{c} 2 \\ 1 \end{array} & \begin{array}{c} 2 \\ 6 \\ 3 \\ 1 \end{array} \\
 & & \begin{array}{c} 2 \\ 3 \end{array}
 \end{array} \rightarrow \text{MC.M} = 2 \times 3 = 6$$

PLAN A

$V_p(A)(t=0)$



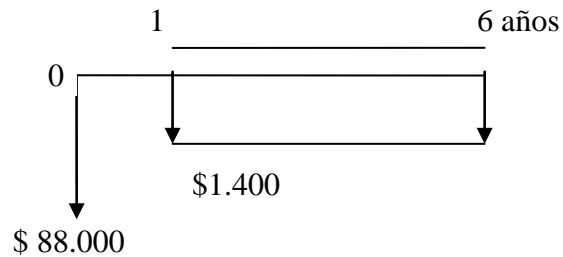
$$V_p(A)(t=0) = - 25.000 \cdot [1 + (P/F, 15\%, 2) + (P/F, 15\%, 4)] - 4.000 + (P/A, 15\%, 6)$$

$$V_p(A)(t=0) = - 25.000 (1 + 0,7561 + 0,5718) - 4000 (3,7845)$$

$$V_p(A)(t=0) = - 58.197,5 - 15.138 = - \$73.335,5$$

$$\underline{V_p(A)(t=0) = - \$73.335,5}$$

PLAN B



$$V_p(B)(t=0) = - 88.000 - 1.400 (P/F, 15\%, 6)$$

$$V_p(B)(t=0) = - 88.000 - 1.400 \times 3,7845$$

$$\underline{V_p(B)(t=0) = \$ - 93.298,3}$$

Comparando:

$$V_p(B) \ t = 0 > V_p(A) \ t = 0$$

$$\underline{\$ - 93.298,3 > \$ - 73.335,5}$$

Se selecciona el Plan A, debido a que presenta menos costo para el inversionista.

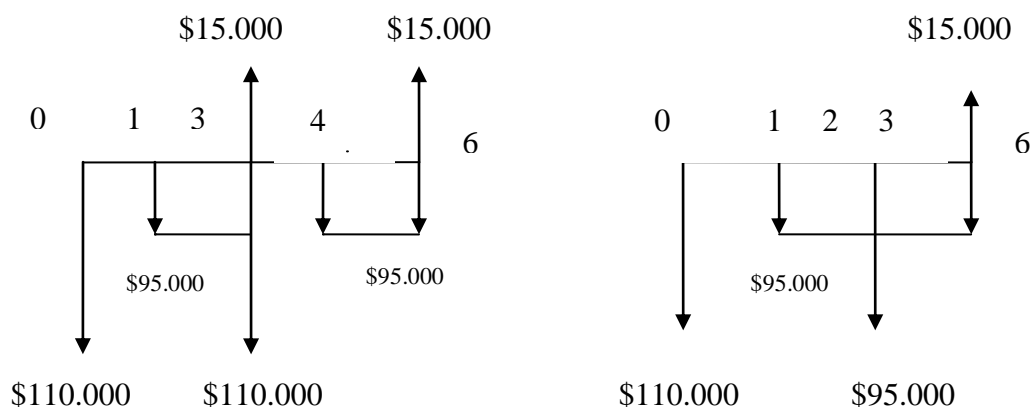
PROBLEMA 3.- (5.14) - Un ingeniero ambiental analiza tres métodos para desechar residuos químicos no peligrosos; aplicación en tierra, incineración por cama de fluido y un contrato privado de desechos. Los detalles de cada método aparecen a continuación. Determine cuál de ellos tiene el menor costo sobre la base de la comparación del valor presente, a una tasa de 15% anual.

	Aplicación en tierra	Incineración	Contrato
Costo Inicial \$	- 110.000	- 800.000	0
Costo anual, \$ / año	- 95.000	- 60.000	- 190.000
Valor de salvamento \$	15.000	250.000	0
Vida, años	3	6	2
Interés	15% Anual		

SOLUCIÓN:

$$\text{MCM} \quad \begin{array}{c|c} 2 & 2 \\ 1 & \end{array} \quad \begin{array}{c|c} 6 & 6 \\ 3 & \\ 1 & \end{array} \quad \begin{array}{c|c} 2 & 2 \\ 3 & \end{array} \rightarrow \text{M.C.M} = 2 \times 3 = 6$$

Aplicación en tierra

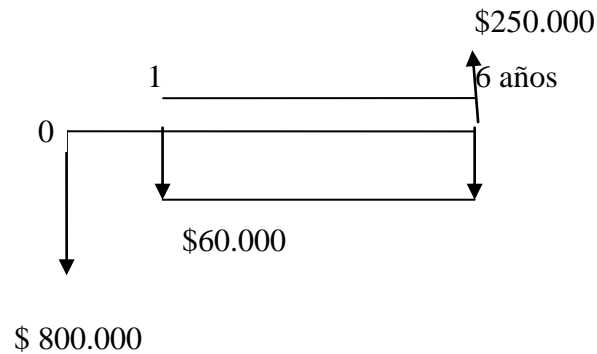


$$V_p(T)(t=0) = -110.000 - 95.000 (P/A, 15\%, 6) - 95.000 (P/F, 15\%, 3) + 15.000(P/F, 15\%, 6)$$

$$V_p(T)(t=0) = -110.000 - 95.000 \times 3,7845 - 95.000 \times 0,6575 + 15.000 \times 0,4323 = - 525.505,5$$

$V_p(T)(t=0) = \$- 525.505,5$

$V_p(I)(t=0)$

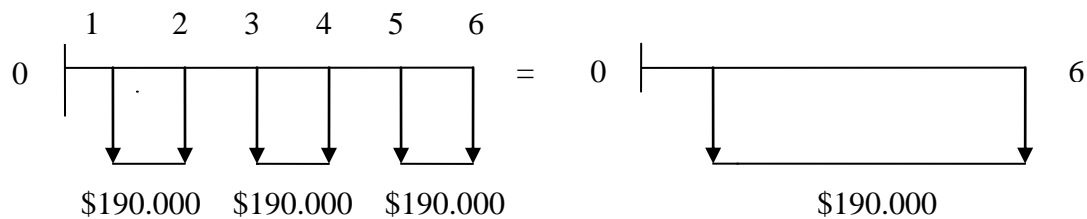


$$V_p(I)(t=0) = - 800.000 - 60.000 (P/A, 15\%, 6) + 250.000 (P/F, 15\%, 6)$$

$$V_p(I)(t=0) = - 800.000 - 60.000 \times 3,7845 + 250.000 (P/F, 15\%, 6) \times 0,4323$$

$$V_p(I)(t=0) = \$ - 918.995$$

$V_p(C)(t=0)$



$$V_p(C)(t=0) = - 190.000 (P/A, 15\%, 6)$$

$$V_p(C)(t=0) = - 190.000 \times 3,7845 = - 719.055$$

$$\underline{V_p(C)(t=0) = \$ - 719.055}$$

Comparando:

$$V_p(T)(t=0) < V_p(C)(t=0) < V_p(I)(t=0)$$

$$\underline{\$ - 525.505,5 < \$ - 719.055 < \$ - 918.995}$$

La opción a elegir es la T, debido a que es la más rentable para el inversionista, porque tiene el menor costo.

PROBLEMA 4.(5.29) - Un fabricante de marcos para ventanas busca formas de incrementar sus ingresos instalando ventanas corredizas de triple aislamiento, que venderá principalmente en los estados del norte de Estados Unidos. La alternativa A consiste en intensificar la publicidad por radio y televisión. Se espera que un gasto de \$600.000 en este momento incremente el ingreso en \$100.000 anuales. La alternativa B requiere la misma cantidad para el reforzamiento de los procesos de manufactura de la planta, que mejorará las propiedades de retención de temperatura de los sellos alrededor de cada panel de vidrio. Los nuevos ingresos para esta alternativa empezarían lentamente con un estimado de \$15.000 anuales y un crecimiento del 20% anual, y asimismo, el producto mejorado ganó la reputación entre los constructores. La TMAR es de 6% y los periodos máximos de proyección son de 8 años para A y 16 años para B.

Aplique tanto un análisis de recuperación como uno de valor presente al 6% para elegir la alternativa más económica. Proporcione razones para cualquier diferencia en la alternativa elegida entre los dos análisis.

DATOS:

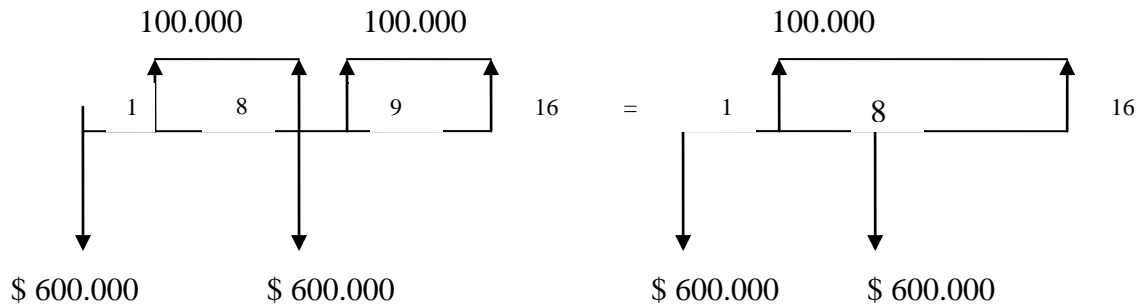
COSTOS	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B
II \$	600.000	600.000
INCREMENTA LOS INGRESOS (\$/ AÑO)	100.000	15.000
CRECIMIENTO ANUAL	-	20%
N (AÑO)	8	16
INTERES	15% ANUAL	
TMAR	6%	

SOLUCIÓN:

$$\begin{array}{cc|cc}
 \text{MCM} & 8 & 2 & 16 & 2 \\
 & 4 & 2 & 8 & 2 \\
 & 2 & 2 & 4 & 2 \\
 & 1 & & 2 & 2 \\
 & & & 1 & \\
 & & & & 2^4
 \end{array}
 \quad \rightarrow \quad \text{MC.M} = 2^4 = 16$$

ALTERNATIVA A

$V_p(A)(t=0)$



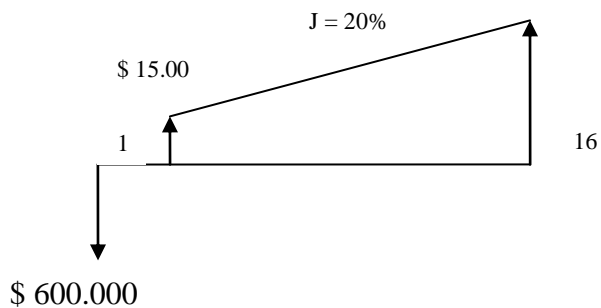
$$V_p(A)(t=0) = -600.000 [1 + (P/F, 15\%, 8)] + 100.000 (P/A, 15\%, 16)$$

$$V_p(A)(t=0) = -600.000 (1 + 0,6274) + 100.000 \times 10,1059$$

$$V_p(A)(t=0) = -976.440 + 1.010.590$$

$$\underline{V_p(A)(t=0) = \$ 34.150}$$

ALTERNATIVA B



$$V_p(B)(t=0) = -600.000 + A(j) \left[\frac{1 + j^{np}}{i - j} \right]$$

$$V_p(B)(t=0) = -600.000 + 15.000 \left[\frac{1 + 0,2^{16}}{0,06 - 0,2} \right]$$

$$V_p(B)(t=0) = -600.000 + 15.000 \left[\frac{1 - (1,13)^{16}}{-0,14} \right]$$

$$V_p(B)(t=0) = -600.000 + 15.000 [44,8421]$$

$$V_p(B)(t=0) = -600.000 + 672.632,15$$

$$\underline{V_p(B)(t=0) = \$ 72.632,16}$$

Comparando:

$$V_p(A)(t=0) < V_p(B)(t=0)$$

$$\underline{\$ 34.150 < \$ - 72.632,16}$$

Se elige la alternativa B que es la más rentable para el inversionista.

Aplicando el análisis de recuperación hacemos la ecuación $V_p(A)(t=0) = 0$

$$0 = 600.000 [1 + (P/F, 6\%, 8)] + 100.000 (P/A, 6\%, np)$$

$$0 = 600.000 - 600.000 \times 0,6274 + 100.000 (P/A, 6\%, np)$$

$$976.440 = 100.000 (P/A, 6\%, np)$$

$$9,7644 = (P/A, 6\%, np)$$

$$[10,1059 \text{ -- } 16]$$

$$9,7644 \text{ -- } np$$

$$9,7122 \text{ -- } 15$$

$$\frac{10,1059 - 9,7644}{10,1059 - 9,7122} = \frac{16 - np}{16 - 15}$$

$$0,8674 = 16 - np \Rightarrow -16 + 0,8674 = -np$$

$$\underline{np = 15,13}$$

ALTERNATIVA A \Rightarrow np = 15,13 años.

Para obtener el np de la Alternativa B, tenemos:

$$V_p(B)(t=0) = -600.000 + A(j) \left[\frac{1+j^{np}}{i-j} \right] \quad np = 15$$

$$V_p(B)(t=0) = -600.000 + 15.000 \left[\frac{1+0,2^{15}}{0,06 - 0,2} \right]$$

$$V_p(B)(t=0) = -600.000 + 15.000 \left[\frac{\frac{1,02}{1,06}^{15}}{0,14} \right]$$

$$\underline{V_p(B)(t=0) = -18.341,59}$$

$$V_p(B)(t=0) = -600.000 + A(j) \left[\frac{\frac{1+j}{1+i}^{np}}{i-j} \right] \quad np = 16$$

$$V_p(B)(t=0) = -600.000 + 15.000 \left[\frac{\frac{1+0,2}{1+0,06}^{16}}{0,06-0,2} \right]$$

$$V_p(B)(t=0) = -600.000 + 15.000 \left[\frac{\frac{1,02}{1,06}^{16}}{0,14} \right]$$

$$\underline{V_p(B)(t=0) = 72.632,16}$$

Interpolando se tiene:

$$\begin{array}{l} 16 \text{ ----- } 72.632,16 \\ np \text{ ----- } 0 \\ 15 \text{ ----- } -18.341,59 \end{array}$$

$$\frac{16 - np}{16 - 15} = \frac{72.632,16 - 0}{72.632,16 + 18.341,59}$$

$$16 - np = 0,7983 \Rightarrow np = 16 - 0,7983 = 15,2$$

ALTERNATIVA B \Rightarrow np = 15,2 años.

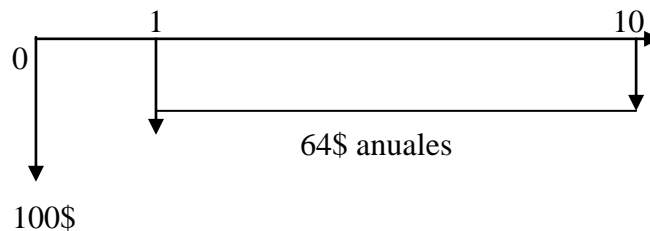
TEMA 6. ANÁLISIS DEL VALOR ANUAL

PROBLEMA 5. (6.5) – El departamento de Energía propone nuevas reglas que indican un 20% de incremento en la eficiencia de las lavadoras de ropa para 2004 y un 35% de incremento para 2007. Se espera que el 20% de incremento añada \$100 al precio actual de una lavadora, mientras que el 35% de incremento agregara \$240 al precio actual. Si el costo en energía de la lavadora de ropa es de \$80 anuales. ¿Cual de los dos modelos propuestos es más económico sobre la base de un análisis del valor anual, a una tasa de interés de 10% anual? Suponga una vida de 10 años para las lavadoras de 2004 y una vida de 15 años para los modelos de 2007.

DATOS	LAVADORA 2004	LAVADORA 2007
Inversión Inicial (\$)	100	240
Costo operativo actual (\$)	80\$/año – 16\$/año = 64\$/año	80\$/año – 28\$/año = 52\$/año
Incremento de Eficiencia (%)	20%	35%
n (años)	10	15
i(%)	10	10

D.F.C Lavadora 20%

II, COP, N.

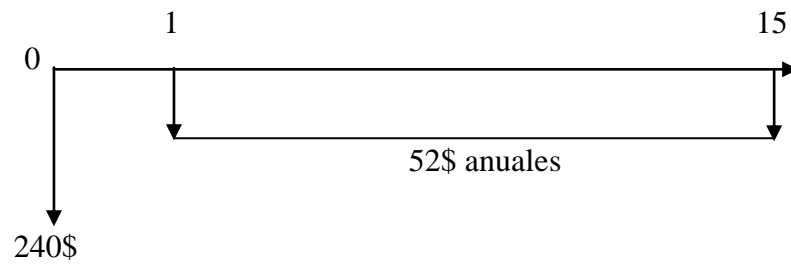


$$VA_{20\%}(t_{1 \rightarrow 10}) = - 100\$(A/P, 10\%, 10) - 64\$/\text{anuales} = - 100\$(0,16275) - 64\$/\text{anuales}$$

$$VA_{20\%}(t_{1 \rightarrow 10}) = - 80\$/\text{anuales}$$

D.F.C Lavadora 35%

I I, COP, N.



$$VA_{35\%}(t_1 \rightarrow 15) = -240 (A/P, 10\%, 15) - 52\$ \text{ anuales} = -240(0,13147) - 52\$/\text{anuales}$$

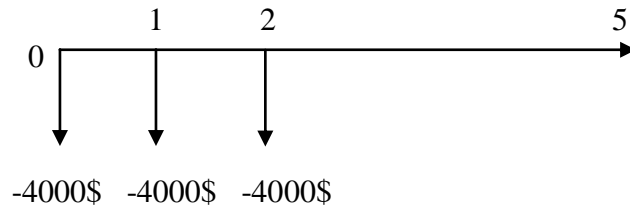
$$VA_{35\%}(t_1 \rightarrow 15) = -83,55\$/\text{anuales}.$$

Comparando los dos valores se puede concluir que las lavadoras con el 20% de incremento son más económicas.-

PROBLEMA 6. (6.8) – Un nuevo paquete de software creado por Navarro Associates se puede utilizar para analizar y diseñar torres estabilizadas de tres lados y torres autosoportadas de tres y cuatro lados. Una licencia para un solo usuario tendrá un costo de \$400 anuales. Una licencia para un servidor tiene un costo único de \$10000. una compañía constructora de ingeniería estructural quiere tomar una decisión entre dos alternativas. La primera consiste en comprar ahora una licencia de construcción para un solo usuario, otra dentro de un año y otra dentro de 2 años; la segunda alternativa se refiere a la adquisición ahora de una licencia para servidor. Determine la estrategia que debería adoptarse a una tasa de interés de 12% anual, para un periodo de plantación de 5 años.

R, 6,8) Un usuario

Costo anual 4.000\$ anuales



$$VP = -4000 - 4000 (P/A, 12\%, 2) \rightarrow VP = -4000 - 4000(1,6901) = -10760,4\$$$

$$VA = -10760,4 (A/P, 12\%, 5)$$

Un usuario.

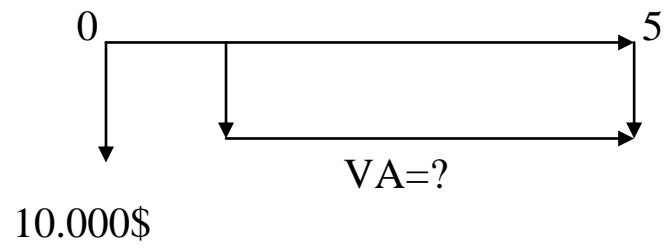
$$VA = -10760,4 (0,27741) = 2985,04 \$/\text{anuales}.$$

$$VA = 2985,04\$ \text{ ANUALES}.$$

UN SERVIDOR.

$$II = 10.000\$$$

$$i = 12\% \text{ anuales}.$$



$$VA = - 10.000 (A/P, 12\%, 5)$$

$$VA = - 10.000 (0,2774) = 2774\$ \text{ anuales}$$

Licencia

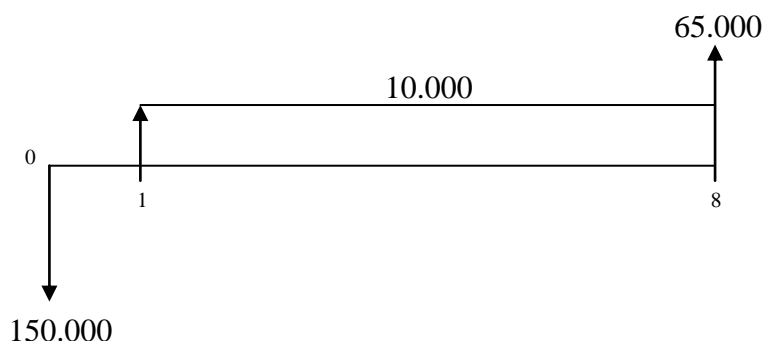
Se debe comprar la licencia que es la que tiene menos costo anual.

$VA_{\text{licencia}} < VA_{\text{un usuario.}}$

PROBLEMA 7. (6.11) – Una pequeña empresa extractora de carbón quiere decidir si debería comprar o arrendar una nueva draga de cucharón. Si se compra, el “cucharón” tendrá un costo de \$150.000, y se espera que tenga un valor de salvamento de \$65.000 en 8 años. Por otra parte, la compañía puede arrendar una draga de cucharón por \$30.000 anuales, pero el pago del arrendamiento tendrá que hacerse al principio de cada año. Si el “cucharón” se compra, se rentará a otras empresas extractoras siempre que sea posible, una actividad que se espera genere rendimientos de \$10.000 anuales. Si la tasa mínima atractiva de rendimiento de la compañía es de 20% anual, sobre la base de un análisis de valor anual, ¿debería comprarse o arrendarse la draga?

DATOS	COMPRAR	ARRENDAR
Inversión Inicial (\$)	150.000	
Valor de Salvamento (\$)	65.000	
n (años)	8	8
Arriendo (\$/año)		30.000
Rendimiento (\$/año)	10.000	
i(%)	20	20

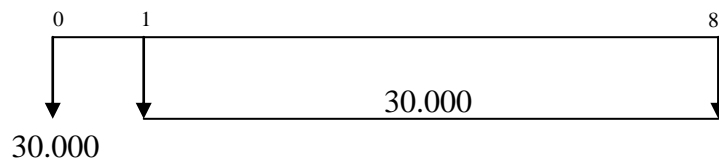
Caso 1. Opción Comprar. El Flujo de caja es:



El valor anual correspondiente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\begin{aligned}
 VA(t_1 \rightarrow 8) &= -150.000 (A/P, 20\%, 8) + 10.000 + 65.000(A/F, 20\%, 8) \\
 &= -150.000(0.26061) + 10.000 - 65.000(0.06061) \rightarrow \mathbf{VA(t_1 \rightarrow 8) = -25.151,85 \text{ \$/año}}
 \end{aligned}$$

Caso 2. Opción Arrendar. Según los datos, el flujo de caja es:



Para este caso el valor anual equivalente sería:

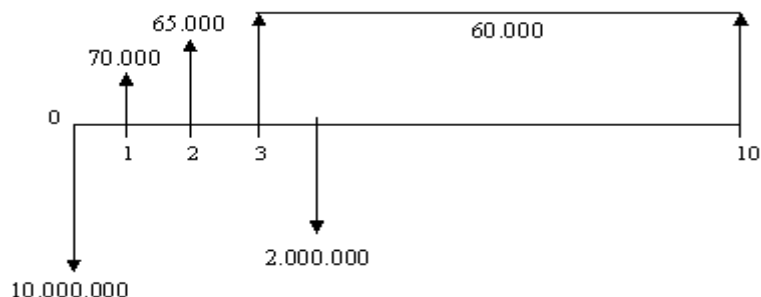
$$VA(t_{1 \rightarrow 8}) = [-30.000 - 30.000(P/A, 20\%, 7)](A/P, 20\%, 8) \rightarrow VA(t_{1 \rightarrow 8}) = \mathbf{-36.000 \text{ \$/año}}$$

Comparando los dos resultados, se observa que el caso 1 presenta el menor valor anual de ambas alternativas, por lo que es más adecuada **COMPRAR LA DRAGA**

PROBLEMA 8. (6.14) – Una ciudad que intenta atraer a un equipo de la liga menor de hockey tiene en mente dos opciones de arena de hielo. La primera opción implicaría la remodelación de una arena que actualmente se utiliza para rodeos, exhibición de automóviles y eventos religiosos. Esta arena cuenta con una capacidad de 5.000 asientos sin palcos de gran capacidad ni otro tipo de servicios que generan altos ingresos. El costo de la remodelación será de \$10 millones ahora y de \$ 2 en 4 años. El equipo de hockey absorberá los gastos anuales de mantenimiento y operación, y por lo tanto, no se incluirán en el análisis. La ciudad participará de los ingresos de concesión del local, que se espera sean de \$70.000 el primer año, de \$65.000 el segundo año y de \$60.000 anuales hasta el décimo año, después de lo cual habrá que remodelar el edificio nuevamente. Por otra parte, la ciudad puede intentar hacer una emisión de bonos para la construcción de una nueva arena con 10.000 asientos. La ciudad ya cuenta con el terreno, y el edificio costará \$40 millones. La participación que la ciudad tendrá de las concesiones, alquiler de palcos y cuota de estacionamiento será de \$190.000 anuales durante la vida de 40 años de la arena, ¿Cuál es la alternativa más atractiva sobre la base de un análisis de valor anual, a una tasa de interés de 10% anual?

DATOS	REMODELAR	CONSTRUIR NUEVO
Inversión Inicial (\$)	10.000.000	40.000.000
Gasto en 4 años (\$)	2.000.000	
Ingreso/concesión 1er año	70.000	190.000 durante 40 años
Ingreso/concesión 2do año	65.000	
Hasta el 10mo año	60.000	
i(%)	10	10

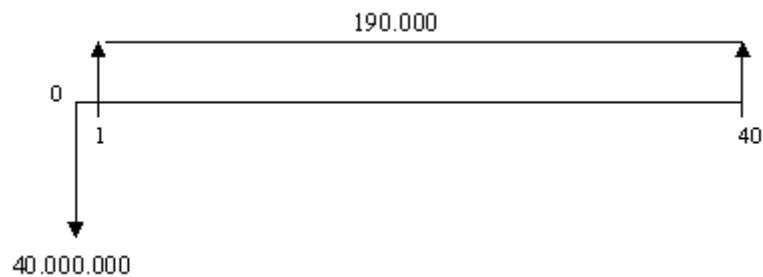
Caso 1. Opción Remodelar. El Flujo de caja es:



$$\begin{aligned}
 VA(t_{1 \rightarrow 10}) = & -100000000(A/P, 10\%, 10) + 70000(P/F, 10\%, 1)(A/P, 10\%, 10) + \\
 & + 65000(P/F, 10\%, 2)(A/P, 10\%, 10) + 60000(P/A, 10\%, 8)(P/F, 10\%, 2)(A/P, 10\%, 10) \\
 & - 2000000(P/F, 10\%, 4)(A/P, 10\%, 10)
 \end{aligned}$$

$$\rightarrow VA(t_{1 \rightarrow 10}) = -1.787.665,77 \text{ \$/año}$$

Caso 2. Opción Construir nuevo. El Flujo de caja es:



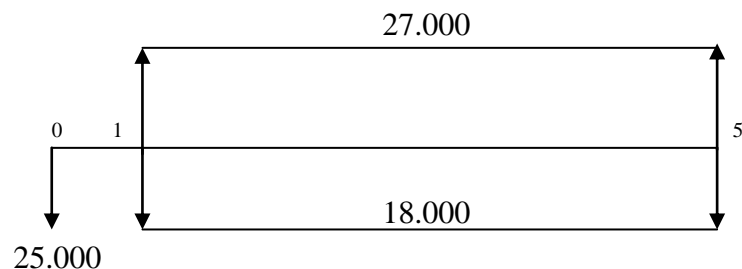
$$VA(t_{1 \rightarrow 40}) = -400000000(A/P, 10\%, 40) + 190000 \rightarrow VA(t_{1 \rightarrow 40}) = -3.900.400 \text{ \$/año}$$

Comparando los dos resultados, se observa que el caso 1 presenta el menor valor anual de ambas alternativas, por lo que es más adecuada **REMODELAR LA ARENA EXISTENTE.**

TEMA 7. ANÁLISIS DE TASA DE RENDIMIENTO

PROBLEMA 9. (7.5) Swagelok Enterprises es un fabricante de aparatos y válvulas en miniatura. Durante un período de 5 años, los costos asociados con una línea de productos fueron como sigue: costo inicial de \$25.000 y costos anuales de \$18.000. El ingreso anual fue de \$27.000. ¿Qué tasa de rendimiento obtuvo la compañía con este producto?

DATOS	
Inversión Inicial (\$)	25.000
n (años)	5
Costo/año (\$/año)	18.000
Ingreso/año (\$/año)	27.000
i(%)	???



$$VP(t = 0) = -25.000 + (27.000 - 18.000)(P/A, i^*, 5) = 0$$

$$VP(t = 0) = -25.000 + 9000 (P/A, i^*, 5) = 0$$

Dando valores a “i” para lograr obtener que la expresión anterior se aproxime a cero:

i%	VAN(t = 0)
1.5	11000
3	16217
20	1915,40
22	772,40
24	-291,40

Interpolando entre los valores de $i\%$ 22 y 24 para un valor de referencia de $VAN(t = 0) = 0$, se tiene:

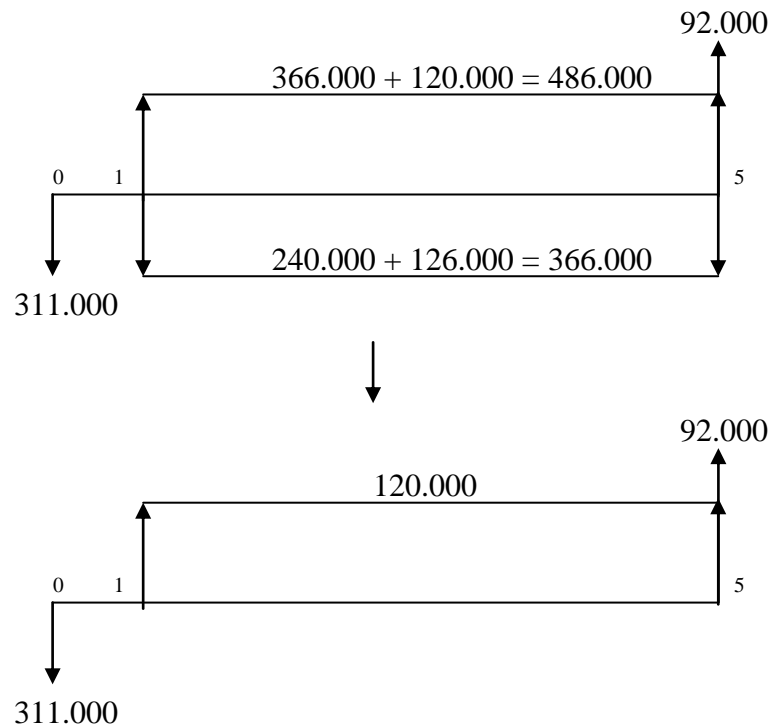
$$i^* = 23.45 \%$$

PROBLEMA 10. (7.8) – Una ingeniería mecánica con espíritu empresarial inició un negocio de trituración de llantas para tomar ventaja de una ley estatal que castiga el desecho de todas las llantas en los rellenos sanitarios. El costo del triturador fue de \$220.000. Ella gastó \$15.000 para obtener una planta de 460 Volts para el sitio y otros \$76.000 en la preparación del lugar. Mediante contratos con los vendedores de llantas, ella pagó \$2 por llanta y manejó un promedio de \$120.000 llantas por año durante 5 años. Los costos de operación anuales por manos de obra, energía, reparaciones, etcétera, ascendieron a \$1.05 por llanta. Ella también vendió parte de los desechos de llantas a los instaladores de fosas sépticas para usarlas en los campos de drenado. Esta empresa ganó \$12.000 netos anuales. Luego de 5 años, ella vendió el equipo en \$92.000. ¿Qué tasa de rendimiento anual obtuvo ella en su negocio?

DATOS	
Inversión Inicial (\$)	$220.000 + 15.000 + 76.000 = 311.000$
n (años)	5
Costo/año (\$/año)	$2\$/llanta \times 120.000 = 240.000$
Costo operación (\$/año)	$1.05\$/llanta \times 120.000 = 126.000$
Ganancia neta (\$/año)	120.000
Valor de Salvamento	92.000
i(%)	???

Entendiendo como ganancia neta la diferencia entre los ingresos y egresos, se plantea el diagrama de flujo monetario neto del problema:

Originalmente el problema establecía que la ganancia neta era de \$12.000, no obstante, al utilizar este valor, la tasa de rendimiento era muy pequeño. Leyendo detalladamente el enunciado se plantea una ganancia por vender desechos de llantas a instaladores de fosas sépticas, pero no se dato alguno de movimiento de dinero. Por tanto, con la finalidad de obtener un resultado favorable, se asumirá que la ganancia neta anual es de \$120.000.



Planteando la expresión de valor presente, se tiene:

$$VP(t = 0) = -311.000 + 120.000 (P/A, i^*, 5) + 92.000 (P/F, i^*, 5) = 0$$

Dando valores de i a la expresión anterior con la finalidad de lograr cumplir la igualdad:

Para $i = 30\%$

$$VP(t = 0) = -311.000 + 120.000 (2.4356) + 92.000 (0.2693) = 6047.6$$

Para $i = 35\%$

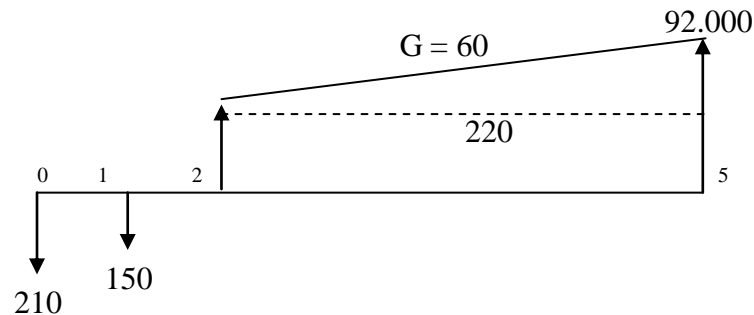
$$VP(t = 0) = -311.000 + 120.000 (2.22) + 92.000 (0.223) = -24084$$

Interpolando entre los dos resultados se obtiene que: $i^* = 31\%$

PROBLEMA 11. (7.11) – Científicos del Laboratorio de Investigación de Armamento desarrollaron un proceso de adhesión mejorando por difusión, el cual se espera mejore significativamente el rendimiento de los compuestos híbridos multifuncionales. Ingenieros de la NASA estiman que los compuestos elaborados usando el nuevo proceso reportarán ahorros en muchos proyectos de exploración espacial. Los flujos de efectivo para un proyecto se muestran a continuación. Determine la tasa de rendimiento.

Año t	Costos (\$1000)	Ahorros (\$1000)	Eq Ahorros (\$1000)
0	-210	-	-
1	-150	-	-
2	-	100 + 60t	220
3	-	100 + 60t	280
4	-	100 + 60t	340
5	-	100 + 60t	400

Estableciendo el diagrama de flujo de caja respectivo:



La expresión de valor presente será:

$$VP(t = 0) = -210 - 150 (P/F, i^*, 1) + 220 (P/A, i^*, 4) (P/F, i^*, 1) + 60 (P/G, i^*, 4) (P/F, i^*, 1) = 0$$

$$- 150 (P/F, i^*, 1) + 220 (P/A, i^*, 4) (P/F, i^*, 1) + 60 (P/G, i^*, 4) (P/F, i^*, 1) = 210$$

Dando valores a i hasta aproximarse a la igualdad de la expresión anterior, se tiene:

Para $i = 40\%$

$$- 150 (P/F, i^*, 1) + 220 (P/A, i^*, 4) (P/F, i^*, 1) + 60 (P/G, i^*, 4) (P/F, i^*, 1) = 270,00225432$$

Para $i = 50\%$

$$- 150 (P/F, i^*, 1) + 220 (P/A, i^*, 4) (P/F, i^*, 1) + 60 (P/G, i^*, 4) (P/F, i^*, 1) = 200,5793618$$

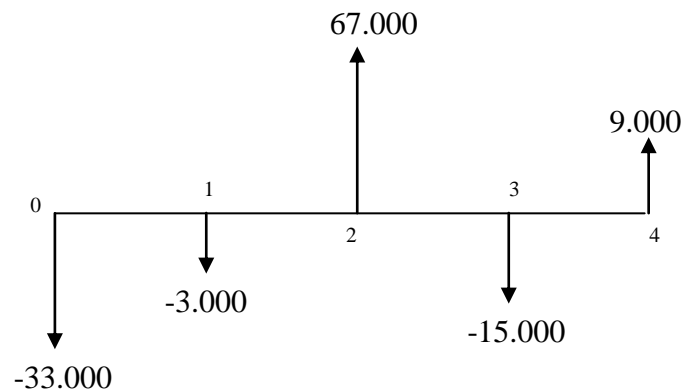
Interpolando para encontrar el valor de i para 210 con los dos resultados anteriores, se obtiene:

$$\mathbf{i = 48.64\%}$$

PROBLEMA 12. (7.23) – Arc-bot Techonologies de robots eléctricos de seis ejes servodirigidos, ha experimentado los flujos de efectivo siguientes en un departamento de embarques. A) Determine el número de posibles valores de la tasa de rendimiento. B) Encuentre todos los valores i^* entre 0 y 100%

Año	Gasto, \$	Ahorros, \$	Valor Neto, \$
0	-33.000	0	-33.000
1	-22.000	19.000	-3000
2	-30.000	97.000	67.000
3	-40.000	25.000	-15.000
4	-20.000	29.000	9.000

El diagrama de flujo neto será:



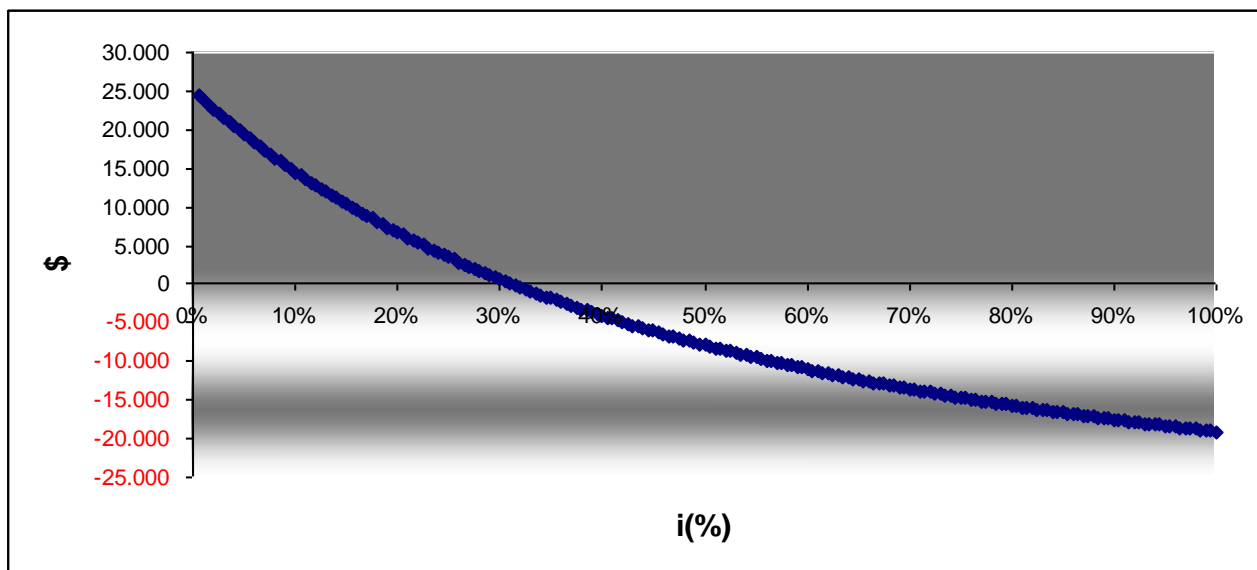
La expresión para el valor presente es:

$$VP(t=0) = -33000 - 3000 (P/F, i^*, 1) + 67000 (P/F, i^*, 2) - 15000 (P/F, i^*, 3) + 9000 (P/F, i^*, 4) = 0$$

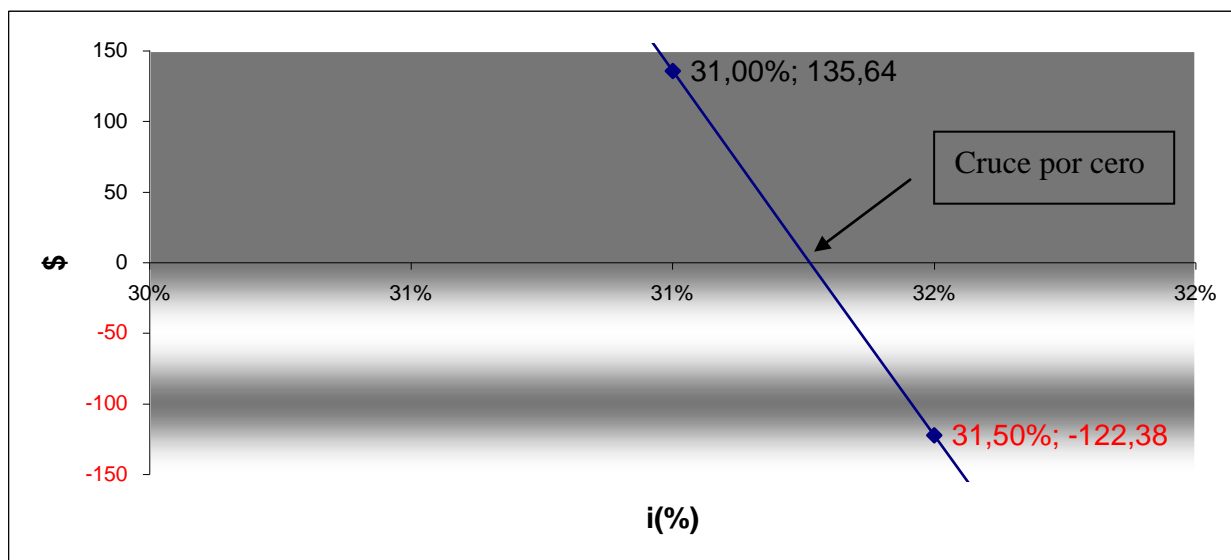
Para resolver el problema es necesario el uso de una hoja de cálculo. Planteando la fórmula $-33000 + VNA(\text{Tasa}; -3000; 67000; -15000; 9000)$, se calculan los valores de $VP(t=0)$ para tasas de interés de 0 a 100%. A continuación se presenta la tabla de valores correspondientes:

i	VP(t=0)	i	VP(t=0)	i	VP(t=0)	i	VP(t=0)
0,50%	24394,91	25,50%	3188,00	50,50%	-8059,13	75,50%	-14782,60
1,00%	23799,51	26,00%	2893,28	51,00%	-8227,66	76,00%	-14888,32
1,50%	23213,58	26,50%	2602,18	51,50%	-8394,48	76,50%	-14993,13
2,00%	22636,91	27,00%	2314,64	52,00%	-8559,64	77,00%	-15097,05
2,50%	22069,30	27,50%	2030,60	52,50%	-8723,14	77,50%	-15200,08
3,00%	21510,56	28,00%	1750,01	53,00%	-8885,02	78,00%	-15302,24
3,50%	20960,51	28,50%	1472,80	53,50%	-9045,29	78,50%	-15403,53
4,00%	20418,94	29,00%	1198,92	54,00%	-9203,98	79,00%	-15503,98
4,50%	19885,70	29,50%	928,32	54,50%	-9361,10	79,50%	-15603,57
5,00%	19360,59	30,00%	660,94	55,00%	-9516,68	80,00%	-15702,33
5,50%	18843,46	30,50%	396,73	55,50%	-9670,74	80,50%	-15800,27
6,00%	18334,13	31,00%	135,64	56,00%	-9823,29	81,00%	-15897,39
6,50%	17832,44	31,50%	-122,38	56,50%	-9974,36	81,50%	-15993,70
7,00%	17338,25	32,00%	-377,38	57,00%	-10123,97	82,00%	-16089,21
7,50%	16851,38	32,50%	-629,41	57,50%	-10272,14	82,50%	-16183,93
8,00%	16371,71	33,00%	-878,51	58,00%	-10418,87	83,00%	-16277,87
8,50%	15899,07	33,50%	-1124,72	58,50%	-10564,21	83,50%	-16371,04
9,00%	15433,34	34,00%	-1368,11	59,00%	-10708,15	84,00%	-16463,45
9,50%	14974,37	34,50%	-1608,70	59,50%	-10850,72	84,50%	-16555,10
10,00%	14522,03	35,00%	-1846,55	60,00%	-10991,94	85,00%	-16646,00
10,50%	14076,18	35,50%	-2081,69	60,50%	-11131,83	85,50%	-16736,17
11,00%	13636,71	36,00%	-2314,17	61,00%	-11270,39	86,00%	-16825,60
11,50%	13203,48	36,50%	-2544,03	61,50%	-11407,65	86,50%	-16914,32
12,00%	12776,38	37,00%	-2771,31	62,00%	-11543,63	87,00%	-17002,31
12,50%	12355,28	37,50%	-2996,04	62,50%	-11678,34	87,50%	-17089,60
13,00%	11940,08	38,00%	-3218,27	63,00%	-11811,79	88,00%	-17176,19
13,50%	11530,65	38,50%	-3438,03	63,50%	-11944,01	88,50%	-17262,09
14,00%	11126,90	39,00%	-3655,36	64,00%	-12075,00	89,00%	-17347,30
14,50%	10728,70	39,50%	-3870,30	64,50%	-12204,79	89,50%	-17431,83
15,00%	10335,97	40,00%	-4082,88	65,00%	-12333,38	90,00%	-17515,70
15,50%	9948,59	40,50%	-4293,14	65,50%	-12460,79	90,50%	-17598,90
16,00%	9566,46	41,00%	-4501,11	66,00%	-12587,05	91,00%	-17681,44
16,50%	9189,50	41,50%	-4706,83	66,50%	-12712,15	91,50%	-17763,34
17,00%	8817,60	42,00%	-4910,33	67,00%	-12836,12	92,00%	-17844,59
17,50%	8450,67	42,50%	-5111,63	67,50%	-12958,97	92,50%	-17925,21
18,00%	8088,62	43,00%	-5310,78	68,00%	-13080,71	93,00%	-18005,19
18,50%	7731,37	43,50%	-5507,81	68,50%	-13201,36	93,50%	-18084,56
19,00%	7378,82	44,00%	-5702,73	69,00%	-13320,92	94,00%	-18163,31
19,50%	7030,89	44,50%	-5895,60	69,50%	-13439,42	94,50%	-18241,45
20,00%	6687,50	45,00%	-6086,43	70,00%	-13556,87	95,00%	-18318,99
20,50%	6348,57	45,50%	-6275,25	70,50%	-13673,27	95,50%	-18395,93
21,00%	6014,02	46,00%	-6462,09	71,00%	-13788,64	96,00%	-18472,27
21,50%	5683,77	46,50%	-6646,98	71,50%	-13902,99	96,50%	-18548,04
22,00%	5357,75	47,00%	-6829,96	72,00%	-14016,34	97,00%	-18623,22
22,50%	5035,89	47,50%	-7011,03	72,50%	-14128,70	97,50%	-18697,83
23,00%	4718,10	48,00%	-7190,24	73,00%	-14240,07	98,00%	-18771,88
23,50%	4404,33	48,50%	-7367,60	73,50%	-14350,47	98,50%	-18845,36
24,00%	4094,50	49,00%	-7543,15	74,00%	-14459,91	99,00%	-18918,29
24,50%	3788,55	49,50%	-7716,90	74,50%	-14568,41	99,50%	-18990,67
25,00%	3486,40	50,00%	-7888,89	75,00%	-14675,97	100,00%	-19062,50

Graficando la tabla anterior:



Al observar la gráfica se puede notar que el sólo existe un solo valor de la tasa de rendimiento que es cuando la curva pasa por cero. Y este cruce se puede determinar gráficamente ampliando la escala de la gráfica anterior:



Interpolando entre estos dos valores, se obtiene que el valor de $i = 31.26\%$