

# **Traduciendo Energía en Costo**

**Notas de Clase**

**TEL-115**

**Universidad de El Salvador**

Notas de Clase de Ingeniería de Energía  
Energía, José Ramos López, Universidad de  
El Salvador 2007

1

## **Introducción**

El uso de análisis económico es crítico para el programa de conservación. El ingeniero debe ser capaz de traducir una propuesta en valor monetario, por ejemplo, costos contra ahorros.

Una comprensión de las estructuras de tarifas es esencial en un análisis económico. Las tarifas eléctricas son suficientemente complejas como para ameritar consideraciones muy cuidadosas. La tarifa eléctrica es particularmente importante en proyectos de control de la demanda.

Todos los equipos eléctricos tienen pérdidas. Los ahorros por reducción de pérdidas se calculan por medio de una evaluación de la reducción en el costo de la energía a lo largo de la vida del equipo.

## **Conceptos importantes en análisis económico**

---

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

5

## **Modelos económicos- sus aplicaciones y limitaciones**

---

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

6

Existen dos medios generales  
de evaluar opciones:

- análisis del punto de retorno
- costo del ciclo de vida

Tasa de Interés y tasa de Retorno

## 1.4 Interest Rate

- INTERES – manifestación del valor del dinero en el tiempo. La cantidad pagada para usar el dinero
  - Inversión
    - INTERES = VALOR AHORA – MONTO ORIGINAL
  - PRESTAMO
    - INTERES = TOTAL ADEUDADO HOY – MONTO ORIGINAL

**Pago por el uso del dinero de otra persona...Expresado como A %**

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

9

## 1.4 tasa de Interés

- TASA DE INTERES- INTERES POR UNIDAD DE TIEMPO

$$\text{TASA INTERES} = \frac{\text{TASA DE INTERES POR UNIDAD DE TIEMPO}}{\text{MONTO ORIGINAL}}$$

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

10

## 1.4 Interes – Ejemplo de préstamo

### Ejemplo 1.3

- **Usted presta \$10,000 para un año completo**
- **debe pagar \$10,700 al final de un año**
- **Monto del Interés (I) = \$10,700 - \$10,000**
- **Monto del Interés = \$700 for the year**
- **Tasa de Interes (i) =  $700/\$10,000 = 7\%/Año$**

## 1.4 Tasa de Interés - Notación

- **Para 1.3 la tasa de interés es..**
- **Expresado como un porcentaje por año**
- **Notación**
  - **I = El monto del interés es \$**
  - **i = la tasa de interés (%/período interés)**
  - **N = No. períodos de interés periods (1 para este problema)**

## 1.4 Interés – Préstamo (Ex 1.3)

- **La tasa de interés (i) es 7% por año**
- **El monto del interés es \$700 sobre un año**
- **Los \$700 representan el retorno al prestamista por este uso de sus fondos durante un año**
- **7% es la tasa de interés cargada al deudor**
- **7% es el retorno ganado por el prestamista**

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

13

## 1.4 Interés – Ejemplo 1.4

- **Presta \$20,000 por 1 año al 9% de interés por año**
- **$i = 0.09$  por año y  $N = 1$  año**
- **Paga  $\$20,000 + (0.09)(\$20,000)$  al final de 1 año**
- **Interés (I) =  $(0.09)(\$20,000) = \$1,800$**
- **Monto total pagado un año después**
  - **$\$20,000 + \$1,800 = \underline{\$21,800}$**

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

14

## 1.4 Interés – Ejemplo 1.4

- **Note the following**
- **Total Amount Due one year hence is**
  - **$(\$20,000) + 0.09(\$20,000)$**
  - **$=\$20,000(1.09) = \$21,800$**
  - **The (1.09) factor accounts for the repayment of the \$20,000 and the interest amount**
  - **This will be one of the important interest factors to be seen later**

## 1.4 Interés –Perspectiva de Inversión

- **Assuma que usted invierte \$20,000 por un año en una aventura que le dará un retorno de, 9% por año.**
- **Al final de un año, usted tendrá:**
  - **Los \$20,000 originales de regreso**
  - **Más.....**
  - **El retorno del 9% sobre \$20,000 = \$1,800**

**Decimos que ha ganado 9%/año sobre la inversión!  
Esta es su TASA DE RETORNO sobre la inversión**



## 1.5 EQUIVALENCIA ECONOMICA

- **Equivalencia Económica**

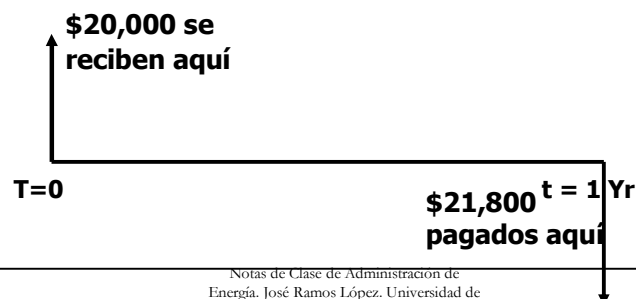
**Igualdad en términos de valor económico**

Energía. José Ramos López. Universidad de El Salvador 2007

17

## 1.5 Equivalencia Ilustrada

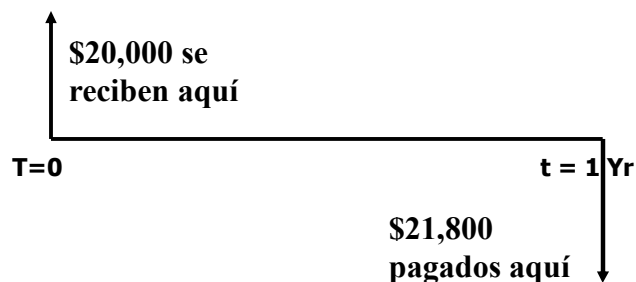
- **Regresar al Ejemplo 1.4**
- **Diagramar el préstamo [Diagrama de flujo de Efectivo (Cash Flow)]**
- **la perspectiva de la compañía se muetsra**



Notas de Clase de Administración de Energía. José Ramos López. Universidad de El Salvador 2007

18

## 1.5 Equivalencia Ilustrada



**\$20,000 ahora son economicamente equivalentes a \$21,800 dentro de un año SI la tasa de interés se establece igual a 9%/año**

## 1.5 Equivalencia Ilustrada

- **\$20,000 ahora no son iguales en magnitud a \$21,800 dentro de un año**
- **pero, \$20,000 ahora son equivalentes a \$21,800 dentro de un año si la tasa de interés es 9% por año.**

## 1.5 Equivalencia Ilustrada

• **para tener equivalencia económica usted debe especificar:**

• **Tiempos del flujo de efectivo**

**Leer Ejemplo  
1.6**

• **Una tasa de interés ( $i\%$  por período de interés)**

• **Número de períodos de interés ( $N$ )**

## 1.6 Interés Simple e Interés Compuesto

• **Dos tipos de cálculos de interés**

• **Interés Simple**

• **Interés Compuesto**

• **El interés compuesto se usa a nivel mundial**

## 1.6 Interés Simple e Interés Compuesto

- **El Interés Simple es:**

**(principal)(tasa de interés)(tiempo)**

$$\text{\$I} = (\text{P})(i)(n)$$

## 1.6 Interés Simple e Interés Compuesto

- **Ejemplo 1.7**
- **Presta \$1,000 para 3 años al 5% por año**
- **"P" = la suma principal**
- **i = tasa de interés (5%/año)**
- **N = número de años (3)**

## 1.6 Interés Simple e Interés Compuesto

- **Interés simple**
- **DEFINICION**
- **$I = P(i)(N)$**
- **Para Ex. 1.7:**
  - **$I = \$1,000(0.05)(3) = \underline{\$150.00}$**
  - **Interés Total sobre 3 Años**

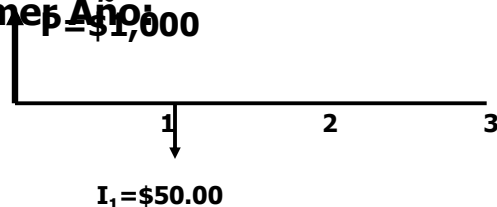
## 1.6 Interés Simple e Interés Compuesto

- **Análisis Año-por-Año: Interés Simple**
- **Año 1**
  - **$I_1 = \$1,000(0.05) = \$50.00$**
- **Año 2**
  - **$I_2 = \$1,000(0.05) = \$50.00$**
- **Año 3**
  - **$I_3 = \$1,000(0.05) = \$50.00$**

## 1.6 Interés acumulado : Año 1

- “Acumulado” significa “adeudado pero no pagado todavía”

- primer Año:



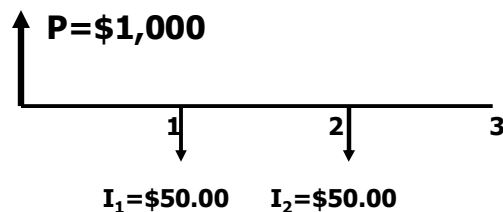
**\$50.00 de interés acumulado pero no es pagado**

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

27

## 1.6 Interés acumulado : año 2

- Año 2



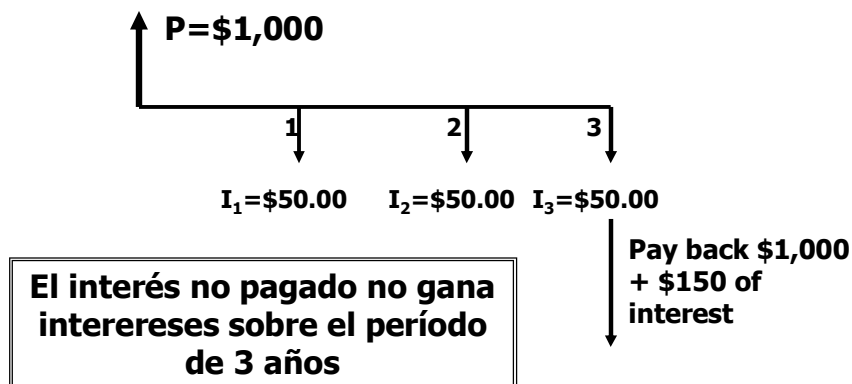
**\$50.00 de interés acumulado pero no es pagado**

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

28

## 1.6 Al final de 3 años

- **\$150 de interés se ha acumulado**



Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

29

## 1.6 Interés Compuesto

- **El interés compuesto muy diferente**
- **Compuesto significa detenerse y calcular**
- **En esta aplicación, compuesto significa calcular el interés adeudado al final del período y sumarlo al balance no pagado del préstamo**
- **De esta forma los intereses ganan intereses**

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

30

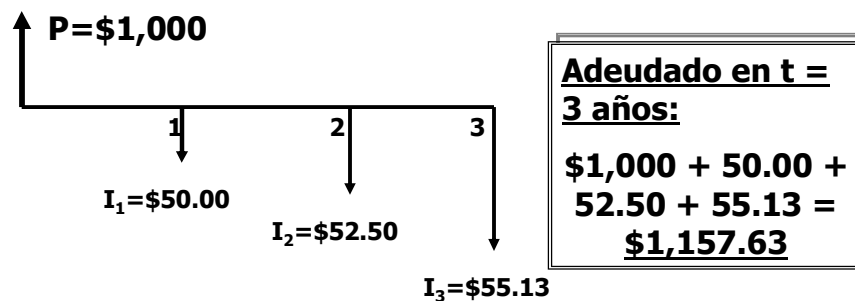
## 1.6 Interés Compuesto : Ej. 1.8

- **Asumir:**

- **P = \$1,000**
- **i = 5% por año compuesto anualmente (C.A.)**
- **N = 3 años**

## 1.6 Interés Compuesto : Cash Flow

- **Para interés compuesto, 3 años, tenemos:**





## 1.6 Interés Compuesto : Calculado

- para el ejemplo:
- $P_0 = +\$1,000$
- $I_1 = \$1,000(0.05) = \$50.00$
- Adeuda  $P_1 = \$1,000 + 50 = \$1,050$  (pero aún no paga!)
- la nueva suma principal al final de  $t = 1$ : =  $\$1,050.00$

## 1.6 Interés Compuesto : $t = 2$

- Principal y fin de año 1:  $\$1,050.00$
- $I_1 = \$1,050(0.05) = \$52.50$  (adeudado pero no pagado todavía)
- Sumado al balance corriente no pagado rinde:
  - $\$1,050 + 52.50 = \$1,102.50$
  - Nuevo balance sin pagar o Nuevo monto Principal
- Ahora, ir a año 3.....

## 1.6 Interés Compuesto : $t = 3$

- **Nueva suma Principal: \$1,102.50**
- **$I_3 = \$1102.50(0.05) = \$55.125 = \$55.13$**
- **sumado al comienzo del año, el principal rinde :**
  - **$\$1102.50 + 55.13 = \$1157.63$**
  - **este es el saldo del préstamo al final de los 3 años**
- **Notar como los montos de los intereses fueron sumados para formar una nueva suma principal con intereses calculados sobre ese nuevo monto**

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

35

## 1.6 Ejemplo 1.9

- **Se muestran cinco planes que pagarán un préstamo de \$5,000 sobre 5 años con intereses del 8% anual.**
- **Plan1. Interés Simple Interest, paga todo al final**
- **Plan 2. Interés Compuesto, paga todo al final**
- **Plan 3. Interés Simple, paga intereses al final de cada año. Paga el monto principal al final de  $N = 5$**
- **Plan 4. Interés Compuesto y parte del monto principal cada año (paga 20% del monto principal)**

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

36

## 1.6 Ejemplo 1.9: Plan 5

- **Plan 5. Pagos iguales de los intereses compuestos y reducción principal sobre 5 años con pagos al final de cada año.**

**Note:** The following tables will show the five approaches. For now, do not try to understand how all of the numbers are determined (that will come later!). Focus on the methods and how these tables illustrate economic equivalence.

## 1.6 Plan 1: @ 8% Interés Simple

- **Interés Simple : Paga todo al final sobre el préstamo de \$5,000**

(1) End of Year	(2) Interest Owed for Year	(3) Total Owed at End of Year	(4) End-of-Year Payment	(5) Total Owed after Payment
<i>Plan 1: Simple Interest, Pay All at End</i>				
0				\$5000.00
1	\$400.00	\$5400.00	—	5400.00
2	400.00	5800.00	—	5800.00
3	400.00	6200.00	—	6200.00
4	400.00	6600.00	—	6600.00
5	400.00	7000.00	<u>\$7000.00</u>	
Totals			<u>\$7000.00</u>	

## 1.6 Plan 2: Interés Compuesto @ 8%/anual

- Paga todo al final de 5 años

(1) End of Year	(2) Interest Owed for Year	(3) Total Owed at End of Year	(4) End-of-Year Payment	(5) Total Owed after Payment
0				\$5000.00
1	\$400.00	\$5400.00	—	5400.00
2	432.00	5832.00	—	5832.00
3	466.56	6298.56	—	6298.56
4	503.88	6802.44	—	6802.44
5	544.20	7346.64	\$7346.64	
Totals			\$7346.64	

Notas de Clase de Administracion de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

39

## 1.6 Plan 3: Interés Simple Pagado Anualmente

- Monto Principal Pagado al Final de cada año

(1) End of Year	(2) Interest Owed for Year	(3) Total Owed at End of Year	(4) End-of-Year Payment	(5) Total Owed after Payment
0				\$5000.00
1	400.00	5400.00	400.00	5000.00
2	400.00	5400.00	400.00	5000.00
3	400.00	5400.00	400.00	5000.00
4	400.00	5400.00	400.00	5000.00
5	400.00	5400.00	5400.00	
Totals	400.00	5400.00	\$7000.00	

Notas de Clase de Administracion de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

40

## 1.6 Plan 4: Interés Compuesto

- **20% de Monto Principal Pagado anualmente**

(1) End of Year	(2) Interest Owed for Year	(3) Total Owed at End of Year	(4) End-of-Year Payment	(5) Total Owed after Payment
0				\$5000.00
1	\$400.00	\$5400.00	\$1400.00	4000.00
2	320.00	4320.00	1320.00	3000.00
3	240.00	3240.00	1240.00	2000.00
4	160.00	2160.00	1160.00	1000.00
5	80.00	1080.00	1080.00	
Totals			\$6200.00	

Notas de Clase de Administracion de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

41

## 1.6 Plan 5: Plan de cuotas iguales

- **pagos anuales iguales (Parte Principal y Parte Intereses)**

(1) End of Year	(2) Interest Owed for Year	(3) Total Owed at End of Year	(4) End-of-Year Payment	(5) Total Owed after Payment
0				\$5000.00
1	\$400.00	\$5400.00	\$1252.28	4147.72
2	331.82	4479.54	1252.28	3227.25
3	258.18	3485.43	1252.28	2233.15
4	178.65	2411.80	1252.28	1159.52
5	92.76	1252.28	1252.28	
Totals			\$6261.41	

Notas de Clase de Administracion de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

42

## 1.7 Terminología y Símbolos

- **P** = valor o cantidad de dinero en un tiempo designado como presente o tiempo 0.
- También, P se refiere al presente como valor presente [present worth] (PW), [present value] (PV), [net present value] (NPV), [discounted cash flow] (DCF), y [capitalized cost] (CC); dollars

## 1.7 Terminología y Símbolos

- **F** = valor o cantidad de dinero en algún tiempo futuro.
- también, F es llamado valor futuro [future worth] (FW) y [future value] (FV);

## 1.7 Terminología y Símbolos

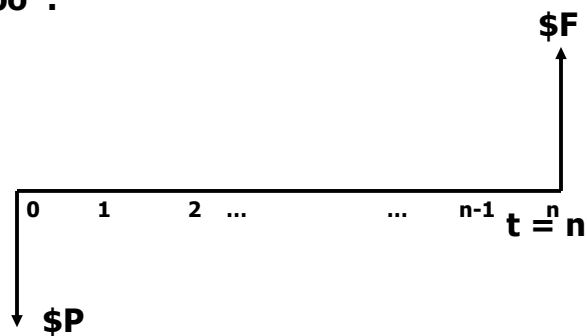
- **A** = serie de montos de dinero de fin de período, iguales, consecutivos. [Anualidad]
- También, A es llamado valor anual, [annual worth] (AW) y valor anual uniforme equivalente [equivalent uniform annual worth] (EUAW); dollars per year, dollars per month
- **N** = número de períodos de interés; años, meses, días.

## 1.7 Terminología y Símbolos

- **i** = tasa de interés de retorno por período de tiempo; porcentaje por año, porcentaje por mes.
- **t** = tiempo, establecido en períodos; años, meses, días, etc.

## 1.7 P y F

- los símbolos **P** y **F** ocurren en [un solo] tiempo :



## 1.7 P y F:

- debería quedar claro que un valor presente **P** representa una suma simple de dinero en un tiempo anterior a un valor futuro **F**

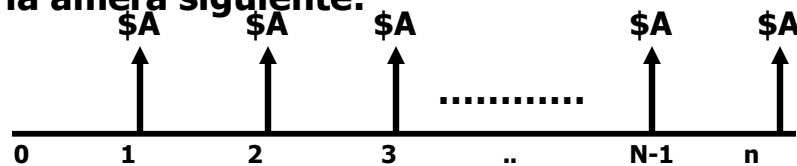


## 1.7 Montos anuales

- El símbolo **A** siempre representa un monto uniforme (i.e., el mismo monto cada período) que se extiende a través de períodos de interés consecutivos.

## 1.7 Montos anuales

- Un diagrama de flujo de efectivo para montos anuales (cuotas) puede lucir de la manera siguiente:



**A = montos (cuotas) de flujo de efectivo iguales, de fin de período**

## 1.7 Tasa Interés – $i\%$ por período

- la tasa de interés  $i$  se asume que es interés compuesto, a menos que se especifique como interés simple
- La tasa  $i$  se expresa en porcentaje por período de interés; por ejemplo, 12% por año.

## 1.7 Terminología y Símbolos

- Para muchos problemas de ingeniería económica :
  - se involucra la dimensión de tiempo
  - Por lo menos 4 de los símbolos {  $P$ ,  $F$ ,  $A$ ,  $i\%$  y  $n$  }
  - Por lo menos 3 o 4 son ya sea estimados o asumidos a ser conocidos con certeza.

## 1.8 Soluciones por Computador

- **El uso de una hoja de cálculo similar a Excel es fundamental.**

## 1.8 Hojas de Cálculo

- **Excel incorpora seis funciones para asistir en el análisis del valor del dinero en el tiempo**

## 1.8 Excel's Financial Functions

- para encontrar el valor presente (VA) P:  
**VA(i%,n,A,F)**
- To find the future value F: **FV(i%,n,A,P)**
- To find the equal, periodic value A:  
**PMT(i%,n,P,F)**

	A	B	C	D	E
1	EJEMPLO				
2	i	8%			
3	Numero de periodos	5			
4	Valor presente	5000			
5					
6	valor futuro	(\$7,346.64)			
7					
8	valor presente	(\$4,998.87)			
9					
10	anualidad	(\$1,252.28)			
11					
12					
13					
14		=VA(			
15		VA(tasa, nper, pago, [vf], [tipo])			
16					
17					
18					
19					
20					

Microsoft Excel - ejemplo 1

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ? eDocPrinter->PDF

SUMA X ✓ f(x) =vf(

	A	B	C	D	E	F	G
1	EJEMPLO						
2	i	8%					
3	Numero de periodos	5					
4	Valor presente	5000					
5							
6	valor futuro	(\$7,346.64)		=vf(			
7				VF(tasa, nper, pago, [va], [tipo])			
8	valor presente	(\$4,998.87)					
9							
10	anualidad	(\$1,252.28)					
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

57

Microsoft Excel - ejemplo 1

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ? eDocPrinter->PDF

SUMA X ✓ f(x) =va(

	A	B	C	D	E	F	G
1	EJEMPLO						
2	i	8%					
3	Numero de periodos	5					
4	Valor presente	5000					
5							
6	valor futuro	(\$7,346.64)					
7							
8	valor presente	(\$4,998.87)		=va(			
9				VA(tasa, nper, pago, [vf], [tipo])			
10	anualidad	(\$1,252.28)					
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

58

Microsoft Excel - ejemplo 1

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ? eDocPrinter->PDF

SUMA X ✓ ✕ =pago(

	A	B	C	D	E	F	G
1	EJEMPLO						
2	i	8%					
3	Numero de periodos	5					
4	Valor presente	5000					
5							
6	valor futuro	(\$7,346.64)					
7							
8	valor presente	(\$4,998.87)					
9							
10	anualidad	(\$1,252.28)		=pago(			
11				PAGO(tasa, nper, va, (vf), [tipo])			
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

59

Microsoft Excel - ejemplo 1

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ? eDocPrinter->PDF

SUMA X ✓ ✕ =nper(

	A	B	C	D	E	F	G
1	EJEMPLO						
2	i	8%					
3	Numero de periodos	5					
4	Valor presente	5000					
5							
6	valor futuro	(\$7,346.64)					
7							
8	valor presente	(\$4,998.87)					
9							
10	anualidad	(\$1,252.28)					
11							
12	Numero periodos	4.998625485		=nper(			
13				NPER(tasa, pago, va, (vf), [tipo])			
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

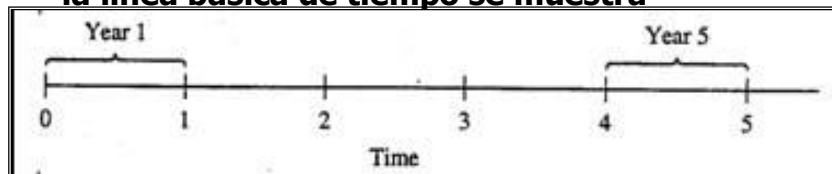
60

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

61

### 1.10 ejemplo de diagramas de Flujo de efectivo

- **Asumir un problema para 5 años**
- **la línea básica de tiempo se muestra**



- Hoy se denota como  $t = 0$

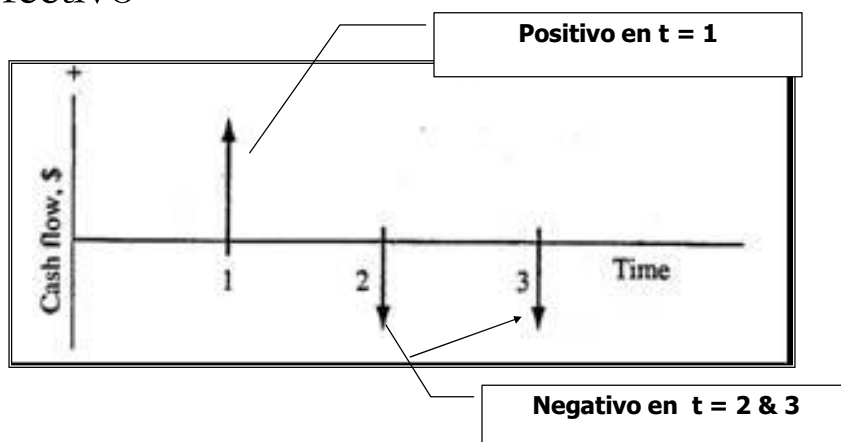
Notas de Clase de Administracion de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

62

## 1.10 Mostrando flujos de efectivo

- Se aplica una convención de signos
  - Flujos de efectivo positivos son dibujados normalmente hacia arriba de la línea de tiempo

## 1.10 diagrama de muestra de Flujo de efectivo





## 1.10 Perspectivas de los Problemas

**La mayoría de problemas presentarán dos perspectivas**

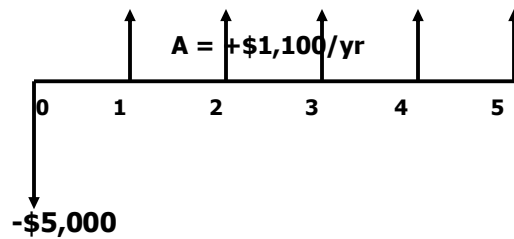
- **Asuma una situación de préstamo:**
  - **Perspectiva 1: desde el punto de vista del deudor**
  - **Perspectiva 2: desde el punto de vista del acreedor**
  - **Impacto sobre la convención de signos**

## 1.10 Préstamo – Ejemplo de préstamo

- **asumir que se prestan \$5,000 y los pagos son de \$1,100 por año.**
- **Dibujar el diagrama de flujo de efectivo para este préstamo**
  - **En primer lugar, ¿Cual perspectiva será usada?**
  - **¿La del deudor, o la del acreedor ? ? ?**

## 1.10 Préstamo – Ejemplo de préstamo

- Desde la perspectiva del que presta (acreedor)

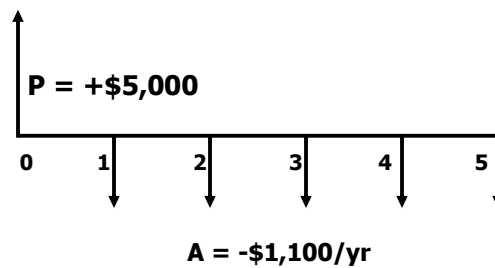


Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

67

## 1.10 Préstamo – Ejemplo de préstamo

- desde la perspectiva del deudor



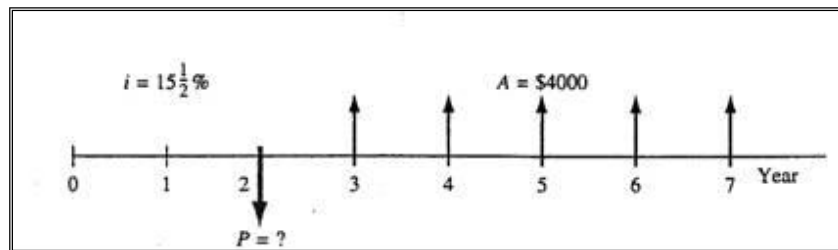
Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

68

## 1.10 Ejemplo 1.17

- Un padre desea depositar una cantidad fija desconocida en una oportunidad de inversión dentro de 2 años, la cual es lo suficientemente grande para lograr retiros de \$4,000 por año para pagos de universidad que comenzarán dentro de 3 años.
- Si la tasa de retorno se estima en 15.5% por año, construya el diagrama de flujo de efectivo.

## 1.10 Diagrama de flujo de efectivo de Ejemplo 1.17



## 1.11 Regla del 72 para Interés

- La regla del 72 establece:
  - El tiempo aproximado para que el valor de una inversión se duplique, dada la tasa de interés compuesto es :
  - tiempo estimado (n) =  $72/i$
  - Para  $i = 13\%$ :  $72/13 = \underline{5.54 \text{ años}}$

## 1.11 Regla del 72 para Interés

- De igual manera, uno puede estimar la tasa requerida para que una inversión se duplique en el tiempo como:
  - $i$  aproximada =  $72/n$
  - Asuma que deseamos que una inversión se duplique en, digamos, 3 años.
  - Estimar  $i$  – la tasa sería :  $72/3 = \underline{24\%}$

## Calculando el valor del dinero en el tiempo

La siguiente lista de términos se  
usa en el resto de este capítulo:

**Anualidad:** Una serie de cantidades iguales evaluadas al final de períodos de tiempo iguales.

**Inversión de capital:** La cantidad de dinero invertida en un proyecto o pieza de equipo.

**Interés compuesto:** Interés que es aplicado tanto al principal acumulado y al interés. Por ejemplo, una tasa de interés compuesto anual del 12% al 1% cada mes sobre \$1.00 es  $(1.01)^{12}$  o \$1.13, lo que da por resultado una tasa de interés anual efectiva (simple) de 12.7%.

**Dólares constantes:** El valor de una cantidad en dólares en un año de referencia, incluyendo el efecto de la inflación.

**Dólares actuales:** El valor de un dólar hoy. .

**Depreciación:** La distribución matemática de la inversión de capital sobre un período dado de tiempo, el cual puede no coincidir con la vida útil estimada del ítem.

**Tasa de descuento:** La tasa porcentual usada por las corporaciones que representa el valor del dinero en el tiempo para comparaciones económicas.

**Valor futuro:** El valor de una suma de dinero en un tiempo futuro.

**Costo inicial:** Sinónimo de inversión de capital.

**Valor presente:** El valor de una cantidad descontada a dólares actuales usando el valor del dinero en el tiempo.

Para los propósitos de esta sección, se asume que las inversiones iniciales son hechas en el comienzo de cada año, y los gastos futuros son hechos al final de cada año..

De aquí que \$1.00 invertido ahora a una tasa de interés anual del 10% crecerá hasta \$1.10 al final del primer año (por ejemplo, año 1 en las fórmulas), y \$1.00 en dólares de operación y gastos en aquel año tendrá un valor presente de \$0.91 ( $\$1.00/1.1 = \$0.91$ )



El valor presente es el valor en el año 0 y el valor futuro es el valor al final del enésimo año. El proceso completo de conversión está basado en dos cálculos básicos: el valor presente de una cantidad simple y el valor presente de una anualidad.

El valor presente simple se usa para encontrar el valor presente de una cantidad futura simple. El factor de valor presente (PWF por sus iniciales en inglés) es determinado por la siguiente ecuación:

$$PWF = 1/(1+i)^n$$

En donde:

i = Es la tasa de interés o  
rendimiento expresada como  
un decimal

n = Es el número de años

El valor presente es calculado  
multiplicando la cantidad futura por  
el factor de valor presente (PWF) o

$$PW = PWF \times FW$$

Donde

PW = valor presente

PWF = Factor de valor presente

FW = valor futuro

Ejemplo: una compañía tiene la opción de reacondicionar una unidad de calentamiento de inducción por \$10,000 (y reemplazarla en 5 años), o comprar una nueva unidad por \$100,000. La tasa de rendimiento de la compañía es del 12%. La elección es entre gastar \$10,000 ahora y \$120,000 en cinco años o gastar \$100,000 ahora..

## Alternativa A

Presente = \$10 000 PW

Futuro =  $1/(1 + 0.12)^5 \times 120\ 000$   
= \$68 100 PW

Total: = \$78 000 PW

## Alternativa B

Presente: = \$100 000

Futuro: = 0

Total: = \$100 000 valor presente

En este caso hay un claro beneficio de \$22 000 en renovar la unidad y pagar una cantidad mayor por una nueva unidad en cinco años. Despreciando el valor del dinero en el tiempo se habría tomado la decisión equivocada.

El valor presente de un factor de anualidad (PAF por sus iniciales en inglés) convierte una serie de pagos futuros uniformes en una cantidad de valor presente simple. Los pagos uniformes son hechos en la conclusión de una serie de períodos de tiempo iguales:

$$\text{PAF} = [(1 + i)^n - 1] / [i(1 + i)^n]$$

PAF = Valor presente de un factor  
de anualidad

y

$$PW = PAF \times AP$$

Donde

AP = Cantidad de la anualidad (o  
pago anual equivalente)

Suponga que el calentador de inducción en el ejemplo previo tenía un costo de energía de \$20,000/año pero la nueva unidad solo cuesta \$15,000/año para su operación. El factor de anualidad brindará una base de comparación al incluir el costo de la energía como una cantidad de valor presente simple..

## Alternativa A

Gasto actual: \$10 000 PW

Inversión Futura de capital: 68 100 PW

Costos de energía futuros =  $[(1 + 0.12)^5 - 1] \times \$20\,000 / [0.12(1 + 0.12)^5] = 72\,1000 \text{ PW}$

Total = \$150 190 PW

## Alternativa B

Inversión de capital actual: \$ 100 000 PW

Costos de energía futuros =  
 $[(1 + 0.12)^5 - 1] \times \$15\,000 / [0.12(1 + 0.12)^5] =$   
54 000 PW

Total = \$ 154 000 PW

A pesar de que la decisión es aún la opción A, los factores intangibles podrían cambiar la decisión ya que la diferencia es de solo el 2.7%.

.

## La función valor actual en EXCEL

- **VA(tasa;nper;pago;vf;tipo)**
- Tasa es la tasa de interés por período. Por ejemplo, si obtiene un préstamo para un automóvil con una tasa de interés anual del 10 por ciento y efectúa pagos mensuales, la tasa de interés mensual será del  $10\%/12$  o 0,83%. En la fórmula escribiría  $10\%/12$ , 0,83% o 0,0083 como tasa.



- **Nper** es el número total de períodos de pago en una anualidad. Por ejemplo, si obtiene un préstamo a cuatro años para comprar un automóvil y efectúa pagos mensuales, el préstamo tendrá  $4 \times 12$  (ó 48) períodos. La fórmula tendrá 48 como argumento nper.

- **Pago** es el pago efectuado en cada período, que no puede variar durante la anualidad. Generalmente el argumento pago incluye el capital y el interés, pero no incluye ningún otro arancel o impuesto. Por ejemplo, los pagos mensuales sobre un préstamo de 10.000 \$ a cuatro años con una tasa de interés del 12 por ciento para la compra de un automóvil, son de 263,33 \$. En la fórmula escribiría -263,33 como el argumento pago. Si se omite el argumento pago, deberá incluirse el argumento vf.

- $V_f$  es el valor futuro o un saldo en efectivo que desea lograr después de efectuar el último pago. Si el argumento  $vf$  se omite, se asume que el valor es 0 (por ejemplo, el valor futuro de un préstamo es 0). Si desea ahorrar 50.000 \$ para pagar un proyecto especial en 18 años, 50.000 \$ sería el valor futuro. De esta forma, es posible hacer una estimación conservadora a cierta tasa de interés y determinar la cantidad que deberá ahorrar cada mes. Si se omite el argumento  $vf$ , deberá incluirse el argumento  $pago$ .
- $Tipo$  es el número 0 ó 1 e indica el vencimiento de los pagos.

## EXCEL (continuación)

- **Observaciones**
- Mantenga uniformidad en el uso de las unidades con las que especifica los argumentos  $tasa$  y  $nper$ . Si realiza pagos mensuales de un préstamo de cuatro años con un interés anual del 12 por ciento, use 12%/12 para  $tasa$  y 4\*12 para  $nper$ . Si realiza pagos anuales del mismo préstamo, use 12% para  $tasa$  y 4 para  $nper$ .

## Excel (cont.)

500	Dinero pagado por una póliza de seguros al final de cada mes
8%	Interés ganado por el dinero pagado
20	Número de años durante los cuales se efectuarán los pagos
=VA(A3/12; 12*A4; A2; ; 0)	Valor actual de una anualidad con los términos anteriores (-59.777,15)

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

101

- Para evaluar en Excel el valor presente del motor de \$120,000 a ser comprado en 5 años, con una tasa de descuento del 12%, la función se escribe

=VA(12%;5;0;1200  
00;0)

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

102

- Para evaluar el valor presente del gasto anual de energía (\$20,000/año), durante 5 años, usando una tasa del 12% la función es
- =  $VA(12\%;5;20000;0;)$

## Valor presente de gasto de energía en 5 años (Excel)

20000 Dinero pagado por gasto de energía anual

12% tasa de interés

5 Número de años durante los cuales se efectuarán los pagos

-72.095,52 Valor actual de una anualidad con los términos anteriores (-72.095)

El factor de valor futuro (FWF por sus iniciales en inglés) convierte una cantidad simple en dólares actuales a una cantidad futura. El factor de valor futuro para un solo valor presente es el recíproco del valor presente simple o

$$FWF = (1 + i)^n$$

$$FW = FWF \times PW$$

El valor futuro de un factor de anualidad (FAF) convierte una anualidad en una cantidad futura simple

$$FAF = [(1 + i)^n - 1] / i \quad y$$

$$FW = FAF \times AP$$

El factor de anualidad futura es usado para convertir una cantidad presente simple en una serie de pagos anuales iguales. El factor de anualidad uniforme es el recíproco del valor presente de un factor de anualidad (PAF)

$$UAF = i(1 + i)^n / [(1 + i)^n - 1],$$

y  $AP = UAF \times PW$

La anualidad requerida para acumular alguna cantidad futura es determinada usando el factor de anualidad de fondo de depósitos (SAF). El factor es simplemente el recíproco del factor de anualidad del valor futuro (FAF) o:

$$SAF = 1 / [(1 + i)^n - 1]$$

**Tabla 3-1. Factores de valor en el tiempo**

Símbolo	Nombre	Descripción	Formula*
AP	Pago de anualidad	Montos iguales de dinero en los términos de un numero de periodos	-
FAF	Factor de anualidad de valor futuro	Convierte una anualidad en un monto futuro equivalente	$FAF = \frac{(1+i)^n - 1}{i}$
FW	Valor futuro	El monto en dólares (de un gasto o inversión) en un tiempo futuro específico	-
FWF	Factor de valor futuro	Convierte un monto presente simple en un monto en un punto futuro en el tiempo	$FWF = (1+i)^n$

Notas de Clase de Administración de  
Energía, José Ramos López, Universidad de  
El Salvador 2007

109

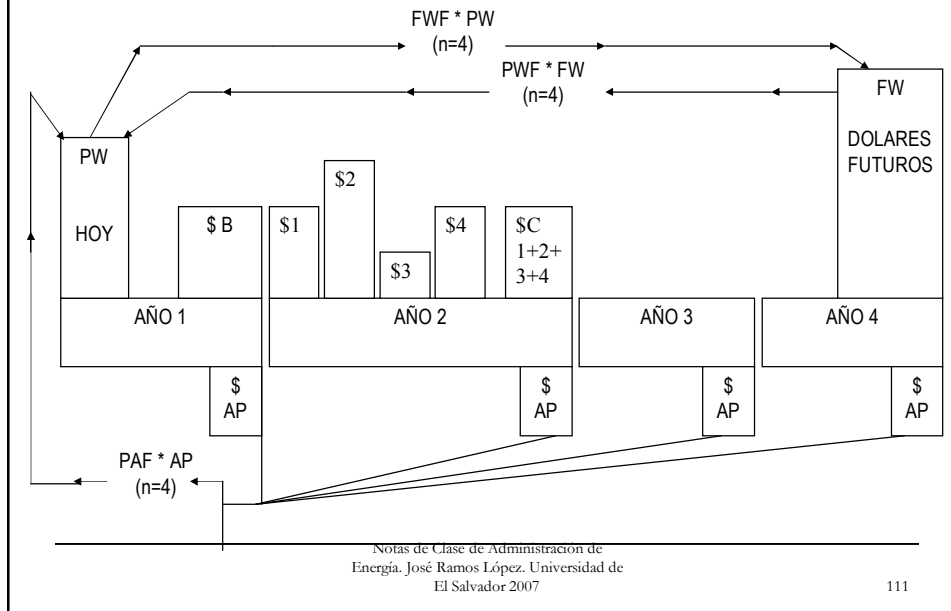
PAF	Factor de anualidad de valor presente	Convierte una anualidad en un monto presente simple	$PAF = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$
PW	Valor presente	El valor presente en la actualidad	-
PWF	Factor de valor presente	Convierte un monto futuro en un monto presente	$PWF = \frac{i}{(1+i)^n}$
SAF	Factor de anualidad de fondo de depósitos	Convierte un monto futuro en una anualidad equivalente	$SAF = \frac{i}{(1+i)^n - 1}$

\* Las dos variables tienen las definiciones siguientes:  
 $n$  = numero de años en el periodo de evaluación  
 $i$  = tasa de interés u otro factor de costo del dinero utilizado

Notas de Clase de Administración de  
Energía, José Ramos López, Universidad de  
El Salvador 2007

110

**Figura 3-1. Carta de valor en el tiempo**



111

## Ejemplo de costo de ciclo de vida

112



Un motor de 100 hp ODP (*outdoor, dip-proof*), el cual opera 5000 h/año, con una carga operativa del 75% del diseño, sale de servicio. El ingeniero de planta debe escoger una de las siguientes opciones:

**Opción 1.** Rebobinar el motor  
dañado

**Opción 2.** Comprar un motor nuevo de  
eficiencia de operación  
normal

**Opción 3.** Comprar un motor nuevo de  
eficiencia de operación  
más alta.

La Opción 1, rebobinar el motor, cuesta \$1,500 más \$200 de instalación, produciendo una eficiencia de operación del motor del 90.9% para un costo de operación en el primer año de \$23 4000, pero durará solamente 10 años.

La Opción 2, comprar un motor nuevo de eficiencia normal, cuesta \$2,100 más \$200 de instalación, produciendo una eficiencia de operación del 91.9% para un costo de operación durante el primer año de \$23,1000, y durará 15 años.

La Opción 3, comprar un motor nuevo de alta eficiencia cuesta \$2,500 más \$200 para instalación, produciendo una eficiencia de operación del motor de 94.8% para un costo de operación en el primer año de \$22,4000, y durará 15 años.

Se asume que hay un horizonte de inversiones de 30 años y que cada opción es excluyente con la otra. La tasa de inflación se asume del 4% y la tasa de descuento corporativo se establece en 20%. El valor residual de cada opción al final de los 30 años se asume igual para las tres opciones, de manera que no es considerada en esta ilustración.

## Valor presente de costos de capital e instalación para la opción 1:

$$\begin{aligned} &\text{Costo de primer rebobinado} \\ &= \$ 1,500 + \$200 = \$ 1,700 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Factor de valor futuro, inflación 4\%,} \\ &10 \text{ años} \\ &= (1 + 0.04)^{10} = 1.480 \end{aligned}$$

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

119

$$\begin{aligned} &\text{Factor de valor presente, tasa de} \\ &\text{descuento 20\%, 10 años} \\ &= 1/(1 + 0.20)^{10} = 0.162 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Costo de segundo rebobinado} \\ &= \$1,700 \times \text{FWF} \times \text{PFW} = \$406 \end{aligned}$$

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

120

Factor de valor futuro, inflación 4%,  
20 años  
 $= (1 + 0.04)^{20} = 2.191$

Factor de valor presente, tasa de  
descuento 20%, 20 años  
 $= 1/(1 + 0.20)^{20} = 0.026$

Costo de tercer rebobinado  
 $= \$1,700 \times FWF \times PFW = \$97$

Valor presente de 1er, 2o, y 3er  
rebobinado  
 $= \$1,700 + \$406 + \$97 = \$2,203$

## **Valor presente de capital y costos de instalación para opción 2:**

Costo del primer motor de eficiencia normal

$$= \$2,100 + \$200 = \$2,300$$

Factor de valor futuro, inflación 4%, 15 años

$$= (1 + 0.04)^{15} = 1.801$$

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

123

Factor de valor presente, tasa de descuento 20%, 15 años

$$= 1 / (1 + 0.20)^{15} = 0.065$$

Costo del segundo motor de eficiencia normal

$$= \$2,300 \times \text{FWF} \times \text{PWF} = \$269$$

Valor presente de los costos del primer y segundo motor

$$= \$2,300 + \$269 = \$2,569$$

Notas de Clase de Administración de  
Energía. José Ramos López. Universidad de  
El Salvador 2007

124

### Valor presente de capital y costos de instalación opción 3:

Costo del primer motor de eficiencia normal = \$2,500 + \$200  
= \$2,700

Factor de valor futuro, inflación 4%, 15 años =  $(1 + 0.04)^{15}$   
= 1.801

Factor de valor presente, tasa de descuento 20%, 15 años  
=  $1/(1 + 0.20)^{15} = 0.065$

Costo del segundo motor de eficiencia normal  
= \$2,700 x FWF x PWF = \$316

Valor presente de los costos del primer y segundo motor  
= \$2,700 + \$316 = \$3,016

El valor presente de 30 años de costos de operación es estimado usando el factor de anualidad de valor presente, PAF. Se asume que las tarifas de electricidad escalarán a la tasa de inflación (4%). La tasa de descuento debe ser ajustada para los efectos de la inflación.

Una tasa de descuento real neta tomando en cuenta la inflación se define de la manera siguiente:

$$(i - f) / (1 + f)$$

En donde

$i$  = costo del dinero usado (en este caso,  
la tasa de descuento = 20%)

$f$  = tasa de inflación



Así:

$$(0.20 - 0.04) / (1 + 0.04) = 0.154$$

Factor de anualidad del valor presente  
para 30 años

$$= [(1 + 0.154)^{30} - 1] / [0.154 \times (1 + 0.154)^{30}]$$
$$= 6.41$$

### **Valor presente del costo de operación, Opción 1**

$$= \text{PAF} \times \text{Costos anuales de operación}$$

$$= 6.411 \times \$23\,400$$

$$= \$150\,017$$

## **Valor presente del costo de operación, Opción 2**

$$= \text{PAF} \times \text{costos anuales de operación}$$

$$= 6.411 \times \$23\ 100$$

$$= \$148\ 094$$

## **Valor presente del costo de operación, Opción 3**

$$= 6.411 \times \$22\ 400$$

$$= \$143\ 606$$

## **Costo ciclo total de vida, Opción 1**

= PW capital e instalación + PW  
costos de operación

= \$2 203 + \$150 017

= \$152 220

## **Costo ciclo total de vida, Opción 2**

= PW capital e instalación + PW  
costos de operación

= \$2 569 + \$148 094

= \$150 663

Costo ciclo total de vida, Opción 3

= PW capital e instalación + PW  
costos de operación

= \$3 016 + \$143 606

= \$146 622