



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

---

---

**UNIDAD ACADÉMICA PROFESIONAL TIANGUISTENCO**

**LA IMPORTANCIA DE LA DEPRECIACIÓN  
PARA LA TOMA DE DECISIONES ECONÓMICAS  
Y SU FINANCIAMIENTO EN DECISIONES DE REEMPLAZO Y  
CONSERVACIÓN DE MAQUINARIA.**

PROTOCOLO DE TITULACIÓN  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

QUE PRESENTA:

**KAREN ESPINOSA GUERRERO**

ASESOR:

**ING. DAVID OCAMPO GARCÍA**

TIANGUISTENCO, MEX. DICIEMBRE 2016

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
OBJETIVOS .....	13
METODOLOGÍA .....	14
MÓDULO I ECONOMÍA.....	16
1.1 La economía .....	17
1.1.1 La economía positiva.....	17
1.1.2 La economía normativa.....	17
1.1.3 La economía autoritaria .....	17
1.1.4 Economía mixta.....	18
1.2 La frontera de posibilidades de producción o FPP.....	18
1.3 Microeconomía y Macroeconomía.....	18
1.4 Renta y producción .....	20
1.5 Producto nacional bruto nominal .....	21
1.5.1 El deflactor del PNB .....	21
1.6 Variaciones porcentuales .....	22
1.6.1 Las tasas de inflación.....	22
1.7 Mercados .....	23
1.7.1 Demanda .....	23
1.8 El ciclo económico .....	25
1.8.1 Problemas relacionados con la información.....	26
MÓDULO II INGENIERÍA ECONÓMICA .....	27
2.1 INGENIERÍA ECONÓMICA .....	28
2.1.1 La ingeniería económica en la toma de decisiones .....	28
2.1.2 Descripción de las alternativas.....	29
2.1.3 Flujos de efectivo .....	29
2.1.4 Elección de alternativa .....	29
2.2 Tasa de interés y tasa de rendimiento.....	30
2.3 Interés simple y compuesto .....	31
2.4 Terminología y símbolos.....	36
2.5 Tasa mínima atractiva de rendimiento .....	37

2.5.1	Financiamiento de patrimonio.....	38
2.5.2	Financiamiento de deuda.....	38
2.6	Flujos de efectivo: estimación y diagramación.....	39
2.7	Equivalencia.....	40
2.8	Regla del 72: estimaciones del tiempo y tasa de interés para duplicar una cantidad de dinero.....	41
<b>MÓDULO III</b>	<b>INFLACIÓN.....</b>	<b>42</b>
3.1	Inflación.....	43
3.1.1	Tasa de interés real o libre de inflación $i$ .....	45
3.1.2	Tasa de interés ajustada a la inflación $i_f$ .....	45
3.1.3	Tasa de inflación $f$ .....	45
3.2	Cálculos de valor presente ajustado por inflación.....	46
3.3	Cálculos de valor futuro ajustados por la inflación.....	47
3.4	Cálculos de recuperación del capital ajustados por inflación.....	49
3.5	Como se resuelve el problema de la inflación en ingeniería económica.....	49
3.5.1	Enfoque de análisis que excluye la inflación.....	49
3.5.2	Enfoque de análisis que incluye la inflación.....	50
3.5.3	Restricciones para el uso adecuado de ambos enfoques.....	50
<b>MÓDULO VI</b>	<b>ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD FORMALIZADO Y DECISIONES DE VALOR ESPERADO.....</b>	<b>51</b>
4.1	Determinación de la sensibilidad para variación de parámetros.....	52
4.2	Análisis de sensibilidad formalizado utilizando tres estimaciones.....	53
4.3	Variabilidad económica y el valor esperado.....	53
4.4	Cálculos de valor esperado para alternativas.....	54
4.5	Evaluación de alternativas por etapas utilizando un árbol de decisión.....	55
<b>MÓDULO V</b>	<b>DECISIONES DE REEMPLAZO Y CONSERVACIÓN.....</b>	<b>57</b>
5.1	Fundamentos del análisis de reemplazo.....	58
5.1.1	Rendimiento disminuido.....	58
5.1.2	Requisitos alterados.....	58
5.1.3	Obsolescencia.....	58
5.1.4	Defensor y retador.....	58
5.1.5	Los valores anuales.....	58
5.1.6	Vida útil económica (VUE).....	59

5.1.7 Costo inicial del defensor.....	59
5.1.8 Costo inicial del retador.....	59
5.2 Vida útil económica .....	61
5.2.1 Costo disminuido de la recuperación de capital.....	61
5.2.2 Incremento del costo del VA para COA.....	62
5.3 Realización de un análisis de reemplazo.....	63
5.4 Consideraciones adicionales en un análisis de reemplazo.....	65
5.5 Análisis de reemplazo durante un periodo de estudio específico.....	67
<b>MÓDULO VI DEPRECIACIÓN .....</b>	<b>69</b>
6.1 Depreciación .....	70
6.1.1 Depreciación en libros y depreciación par efecto de impuestos.....	70
6.1.2 Costo inicial o base no ajustada .....	71
6.1.3 El valor en libros .....	71
6.1.4 El periodo de recuperación.....	71
6.1.5 El valor de mercado .....	71
6.1.6 El valor de salvamento.....	71
6.1.7 La tasa de depreciación o tasa de recuperación .....	71
6.1.8 La propiedad personal .....	72
6.1.9 La propiedad inmobiliaria.....	72
6.1.10 La convención de medio año .....	72
6.2 Depreciación y amortización.....	73
6.3 Métodos de depreciación.....	74
6.3.1 Depreciación en línea recta (LR) .....	75
6.3.2 Valor en libros del activo .....	77
6.3.3 Depreciación de saldo decreciente (SD) y de saldo de doble decreciente .....	77
6.3.4 Depreciación acelerada.....	82
6.3.5 Método de depreciación de suma de dígitos de los años (SDA) .....	83
6.3.6 Sistema modificado acelerado de recuperación de costo (SMARC) .....	84
6.3.7 Determinación del periodo de recuperación del SMARC .....	87
6.3.8 Métodos de agotamiento .....	89
6.3.9 Cambio entre métodos de depreciación.....	91
6.4 Determinación de tasas SMARC .....	95

6.5 Flujo de efectivo antes y después de impuestos .....	96
6.6 Flujo neto de efectivo antes de impuestos y efecto de la depreciación .....	96
6.7 Influencia de los costos financieros sobre los FNE en entidades exentas del pago de impuestos .....	97
6.8 Flujo de efectivo después de impuestos y reemplazo de equipo por análisis de VPN incremental .....	97
<b>MÓDULO VII INVESTIGACIÓN Y MODELACIÓN DE UN ANÁLISIS ECONÓMICO EN EL ASPECTO OPERACIONAL, PARA GENERAR UN ESTUDIO DE DEPRECIACIÓN PARA LA TOMA DE DECISIONES ECONÓMICAS.....</b>	<b>99</b>
7.1 Estudio de depreciación para la toma de decisiones económicas y su financiamiento en decisiones de reemplazo y conservación de maquinaria.....	100
7.1.1 Datos de la Maquina (Defensor) Cabina In- Tec blast Mod. RR-X29M o RR-X29T .....	100
7.1.2 Análisis de reemplazo del retador y defensor. ....	105
7.1.2 Datos el retador Sant-Blast de 125 kg, de polvo abrasivo (arena silica y oxido de aluminio). ....	111
7.1.3 Análisis de vida útil económica (VUE) para los costos de a) retador y b) defensor .....	119
7.1.4 Conclusión .....	120
Referencias .....	124

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Diagrama de flujo circular.....	19
Figura 1.2 Diagrama de puntos dispersos.....	21
Figura 1.3 Curva de oferta y demanda falta autor.....	23
Figura 1.4 Ciclo económico.....	24
Figura 2.1 Interés simple y compuesto .....	32
Figura 2.2 Magnitud de la TMAR con respecto a otros valores de tasas de rendimiento .....	35
Figura 2.3 Escala típica de tiempo de flujo .....	38
Figura 4.1 Árbol de decisión.....	54
Figura 5.1 Curvas de valor anual de los elementos de costo que determinan la vida útil económica .....	62
Figura 5.2 Panorama general para ambos enfoques del análisis de reemplazo .....	63
Figura 6.1 Forma general de las curvas de valor en libros para diferentes modelos de depreciación .....	72
Figura 6.2 Valores Dt y VLt para depreciación SD y SDD, en Excel.....	81
Figuras 6.3 Depreciación de saldo de doble decreciente para valor en libros (SDD) .....	82
Figura 6.4 Depreciación de saldo decreciente para valor en libros (SD).....	82
Figura 6.5 Graficas entre cambio de métodos de depreciación.....	91
Figura 6.6 Modelo SDD de depreciación y cálculo de valores presente en Excel.....	95
Figura 7.1 Maquina Sand- Blast.....	99
Figura 7.2 Grafico de Valor en Libros del defensor.....	102
Figura 7.3 Grafico de Cargo Anual del defensor .....	103
Figura 7.4 Grafico de Valor Recuperado del defensor.....	103
Figura 7.5 Grafico de valor en libros, cargo anual y valor recuperado del defensor .....	105
Figura 7.6 Tabla de la Vida Útil del Defensor en Excel.....	108
Figura 7.7 Grafico de la Recuperación de Capital, \$/año del defensor.....	108
Figura 7.8 Grafico de VA del COA, \$/año del defensor.....	109
Figura 7.9 Grafico de VA total, \$/año del defensor .....	109
Figura 7.10 Grafico de VA total, \$/año, VA del COA, \$/año y Recuperación de Capital, \$/año del defensor .....	110
Figura 7.11 Grafico de Valor en Libros del retador.....	111
Figura 7.12 Grafico de Cargo Anual del retador .....	112
Figura 7.13 Grafico de Valor Recuperado del retador.....	112

Figura 7.14 Grafico de Valor Recuperado, Cargo Anual y Valor en Libros del retador.....	112
Figura 7.15 Tabla de la Vida Útil del Retador en Excel.....	117
Figura 7.16 Grafico de Recuperación de Capital, \$/año del retador.....	118
Figura 7.17 Grafico de VA del COA, \$/año del retador.....	118
Figura 7.18 Grafico de VA total, \$/año del retador .....	118
Figura 7.19 Grafico de VA total, \$/año, VA del COA, \$/año y Recuperación de Capital, \$/año del retador .....	119

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Cálculos de interés simple.....	32
Tabla 2.2 Cálculos del interés.....	33
Tabla 2.3 Cálculos del interés compuesto.....	33
Tabla 2.4 Diferentes planes de pago de \$6000 durante 4 años con interés anual de 7%.....	35
Tabla 2.5 Estimaciones de tiempos para duplicación aplicado la regla del 72 y el tiempo real como cálculos de interés compuesto.....	41
Tabla 3.1 Métodos de cálculo para diversas interpretaciones de valor futuro	48
Tabla 6.1 Valores $D_t$ y $V_{Lt}$ para depreciación SD y SDD.....	81
Tabla 6.2 Tasa de depreciación, $dt$ , aplicadas al costo inicial B mediante el método SMARC.....	86
Tabla 6.3 Ejemplo de periodos de recuperación SMARC para diversas descripciones de activos.....	88
Tabla 6.4 Resumen de las relaciones comunes de modelos de depreciación.....	90
Tabla 6.5 Modelo SDD de depreciación y cálculo de valores presente.....	94
Tabla 6.6 Modelo SDD de depreciación y cálculo de valores presente en Excel.....	95
Tabla 7.1 Procesos de la maquina Sand-Blast.....	101
Tabla 7.2 Modelos de Sand-Blast.....	102
Tabla 7.3 Datos del defensor Sant – Blast RR-X29 M.....	102
Tabla 7.4 Depreciación del defensor.....	103
Tabla 7.5 Flujo de efectivo discreto: factor de interés compuesto 10%.....	106
Tabla 7.6 Cálculo de la Vida Útil Económica del Defensor.....	108
Tabla 7.7 Sant- Blast RR-X29 M.....	111
Tabla 7.8 Depreciación del retador.....	111
Tabla 7.9 Cálculo de la Vida Útil Económica Retador.....	116

Tabla 7.10 Análisis de vida útil económica (VUE) para los costos de a) retador y b) defensor.....	119
Tabla 7.11 Cuadro comparativo del defensor y retador, tomando en cuenta ventajas y desventajas de cada uno.....	120

## ÍNDICE DE FORMULAS

Módulo I Economía	
❖ Deflactor del PNB (Producto Nacional Bruto).....	21
❖ Variación porcentual del PNB real.....	22
❖ Tasa de crecimiento del PNB real.....	22
❖ Tasa de inflación.....	22
❖ Renta anual mediana (miles de dólares).....	23
Módulo II Ingeniería Económica	
❖ Interés.....	30
❖ Tasa de interés %.....	30
❖ Interés generado.....	30
❖ Tasa de rendimiento %.....	30
❖ Interés simple.....	31
❖ Interés compuesto.....	32
❖ Adeudo total después de cierta cantidad de años.....	34
❖ Flujo de efectivo neto.....	39
❖ Regla del 72: n estimado (número de años).....	41
❖ Regla del 72: i estimado ( tasa de retorno).....	41
Módulo III Inflación	
❖ Dólares en el periodo t1.....	44
❖ Dólares de valor constante.....	44
❖ Dólares fututos.....	44
❖ P(valor presente).....	46
❖ if(tasa de interés ajustada a la inflación).....	46
❖ F(valor futuro).....	47
❖ TMARf (tasa mínima aceptable de retorno ajustada a la inflación)....	49
❖ TMAR (tasa minina aceptable de retorno.....	49
❖ VPN (valor presente neto).....	50
Módulo VI Análisis de Sensibilidad Formalizado y Decisiones de Valor Esperado	
❖ E(decisión) valor esperado para cada alternativa.....	56
Módulo V Decisiones de Reemplazo y Conservación	
❖ VA total (valor anual).....	61
❖ Recuperación de capital.....	62
❖ Total VA.....	62
❖ VA de costos marginales.....	63
Módulo VI Depreciación	

❖ Dt.(carga anual de depreciación en el año t).....	76
❖ VLt.(valor en libros después de t años).....	76
❖ dmáx (tasa de depreciación anual máxima).....	78
❖ Valor de salvamento implícito.....	79
❖ d implícita(tasa de depreciación).....	79
❖ Dt(carga anual por depreciación).....	83
❖ pt (factor de agotamiento por costo para el año t).....	89
❖ Valor del agotamiento personal.....	90
❖ VPD (valor presente de la depreciación de recuperación total).....	92

# INTRODUCCIÓN

La ingeniería económica implica formular, estimar y evaluar los resultados económicos cuando existan alternativas disponibles para llevar a cabo un propósito definido. (Riggs, Bedworth, Randhawa, 2002)

La depreciación es la reducción en el valor de un activo por lo que en el análisis de reemplazo, debe incluir el valor monetario al cual se vende el activo que se desea reemplazar; este valor puede ser igual o mayor al valor en libros, que es en realidad el control contable de la depreciación, que tiene el activo al momento del reemplazo, lo cual tiene repercusiones directas en el ahorro o pago de impuestos, esto impacta directamente la decisión que se toma utilizando técnicas de ingeniería.

El método de depreciación en línea recta es un método de libro mediante el cual se recupera la inversión de capital en propiedad tangible, cuya cuantía anual es deducible de impuestos, lo cual puede generar cambios reales de flujo de efectivo.

Este método es el que más se utiliza e incluso el único permitido, al menos por las leyes mexicanas, es el de línea recta (LR), que consiste en recuperar el valor del activo en una cantidad igual a lo largo de cada uno de los años de vida fiscal, de forma que si se grafica el tiempo contra el valor en libros, aparece como una línea recta. (Gabriel Baca Urbina, 2010)

El reemplazo abarca la selección de activos similares pero nuevos para sustituir los existentes y la evaluación de formas completamente diferentes para realizar la función de un activo. Una política de aplazamiento ubica a la empresa en una posición peligrosa de convertirse en no competitiva [2].

Una decisión de reemplazo es una selección entre el activo actual, que se le llama el defensor, y las alternativas de reemplazo disponibles en la actualidad, se le denominan retadores.

Los activos existentes pueden sustituirse debido al deterioro, la obsolescencia o la capacidad inadecuada.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa Perfiles Arquitectónicos desea realizar un estudio de depreciación para saber si es conveniente hacer un reemplazo de un Sant- Blast para brindar un mejor servicio a sus clientes y variedad en sus artículos.

La depreciación no resulta directamente en un flujo de efectivo real, este método disminuye el impuesto sobre la renta, ya que, marca un porcentaje con cargo anual automáticamente proporcional a la vida útil del activo al cual se deprecia. Mediante este proceso la empresa Perfiles Arquitectónicos recupera en libros sus inversiones de capital en activos, equipos, computadoras, vehículos, maquinaria y edificaciones, de acuerdo a la legislación vigente.

El proceso de depreciar un activo (Sant- Blast), hace referencia a la recuperación de capital, explica la pérdida del valor del activo debido a la antigüedad, uso y obsolescencia.

Las entradas (ingresos) y salidas (costo) estimadas de dinero reciben el nombre de flujo de efectivo. Dichas estimaciones se realizan para cada alternativa, sin estimaciones de flujo de efectivo durante un periodo establecido. La variación esperada de los flujos de efectivo indica una necesidad real de un análisis de sensibilidad. (Riggs, Bedworth, Randhawa 2002)

En economía al igual que en otros campos, la comprensión de la depreciación es valiosa porque nos permite utilizar la lógica para responder a preguntas del tipo que sucederá si se lleva acabo el reemplazo o se conserve el activo Sant- Blast. Las predicciones de los modelos económicos deben ser coherentes con la evidencia existente del activo a sustituir.

Una decisión de remplazo es un comparativo entre los beneficios que aporta el activo actual, contra los beneficios considerados en el proyecto de reemplazo disponible, y con base a ello tomar una decisión acorde a las necesidades de la empresa y las alternativas de reemplazo disponibles en la actualidad según el marco legal, por otra parte es necesario analizar si el activo retirado todavía puede servir para otros propietarios, para ponerlo a venta y recuperar un recurso económico adicional, como equipo de segunda mano antes de eliminarse.

El estudio de reemplazo se hace en base a cálculos de costos anuales equivalentes para aprovechar los datos que se recaban como cargos anuales; gastos de operación, costos de mantenimiento, depreciación, impuestos, salarios, entre otros.

El proceso de toma de decisiones empleado se llama punto de vista externo, se aborda el defensor (maquina existente en la empresa) y al retador (máquina que cumple con las mismas funciones de la maquinaria a reemplazar con una mejor calidad en la elaboración del producto) como dos formas para satisfacer una necesidad. Los costos de operación por lo general aumentan conforme el activo envejece.

Algunos aspectos adicionales en un análisis de reemplazo que es necesario explicar se pueden citar los tres siguientes aspectos, estos aspectos se identifican y analizan en orden. (Leland Blank , Anthony Tarquin, 2012)

- Las decisiones de reemplazo para años futuros en el momento del análisis de reemplazo inicial.
- Costo de oportunidad frente a enfoques de flujo de efectivo para la comparación de alternativas.
- Anticipación de futuros retadores mejorados.

Perfiles Arquitectonicos al iniciar el análisis de reemplazo debe contar con información suficiente sobre los costos que involucran la toma de decisión y en base a ello considerar el momento en la cual ejecutar el reemplazo. Cuando es más oportuno hacer un reemplazo, esto se reflejara en el análisis de depreciación, dará a conocer el costo que nos originaria el tomar la decisión de reemplazar ahora o más adelante el Sant- Blast.

Vista general del procedimiento del estudio de reemplazo para un periodo de estudio establecido. (Riggs, Bedworth, Randhawa 2002)

1. Opciones sucesivas y valores  $VA$  (valor anual). Se llevan a cabo todas las formas viables de utilizar al defensor y al retador durante el periodo de estudio. Puede haber una o varias opciones; cuando más extenso sea el periodo de estudio, más complejo se torna el análisis. Los valores  $VA_R$  (valor anual del retador) y  $VA_D$  (valor anual del defensor) se utilizan para formar serie de flujo de efectivo equivalente para cada opción.
2. Elección de la mejor opción. Se calcula  $VP$  (valor presente) o  $VA$  de cada opción durante el periodo de estudio. Se elige la opción con mínimos costos o mayores rendimientos Sant- Blast en caso de que se estimen los ingresos. (como antes, la mejor opción tendrá el mayor número para  $VP$  o  $VA$ ).

# OBJETIVOS

Objetivo general:

Destacar la importancia de la depreciación, para manejar de forma adecuada los recursos de la empresa Perfiles Arquitectonicos, la mayoría de los gobiernos permite a los inversionistas recuperar su inversión vía fiscal LISR( ley del impuesto sobre la renta) la cual proporciona automáticamente el porcentaje como cargo anual dependiendo de la vida útil del activo a adquirir o reemplazar Sant- Blast, y el que más se utiliza e incluso el único permitido, al menos por las leyes mexicanas, es la depreciación en línea recta (LR).

Objetivos específicos:

1. Depreciar un activo de acuerdo a su porcentaje establecido por la LISR para el activo fijo con base en la probable vida útil, que es el periodo durante el cual el activo puede aprovecharse de manera óptima.
2. Lograr que el empresario recupere la inversión en determinado tiempo y la tenga disponible para iniciar una nueva inversión que haga crecer industrialmente a la empresa.
3. Lograr que el empresario haga cargos por depreciación, de manera automática para pagar menos impuestos.
4. Determinar casos de depreciación de la maquinaria debido al deterioro, la obsolescencia o la capacidad inadecuada.

La ingeniería económica se encuentra motivada principalmente por el trabajo que lleva a cabo al analizar, sintetizar y obtener conclusiones para la toma de decisiones de cualquier envergadura, es un punto medular en la toma de decisiones. Tales decisiones implican los elementos básicos de flujo de efectivo, tiempo y tasas de interés.

# METODOLOGÍA

El proyecto tiene como propósito evidenciar la forma en que una Perfiles Arquitectónicos de Xalatlaco puede aprovechar el tema de la depreciación para la toma de decisiones económicas y su financiamiento, para mejor obtención de resultados en el área económica de su empresa, estas deben tener el conocimiento para tomar las mejores decisiones económicas, de cuando es la mejor opción de adquirir una maquina nueva para el mejor desarrollo de la misma en el tiempo y calidad del producto.

La ingeniería económica es la aplicación de factores económicos y criterios para la evaluación de alternativas, tomando en cuenta el valor del dinero en el tiempo, esto implica formular, estimar y evaluar los resultados económicos cuando existan alternativas disponibles para llevar a cabo un propósito definido ya que esto afectara los costos y los ingresos de la empresa Perfiles Arquitectónicos Xalatlaco.

El estudio de ingeniería económica implica el cálculo de una medida específica de valor económico de flujos de efectivo estimados durante un periodo determinado, se aplica, asimismo para analizar los resultados del pasado, los datos observados se evalúan para determinar si los resultados satisficieran el criterio especificado.

El estudio o análisis se llevará a cabo con el método de línea recta (LR), denominado enfoque de solución de problemas o proceso de toma de decisiones, que comprende los siguientes pasos. (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2012)

- I. Comprensión del problema y definición del objetivo
- II. Recopilación de información relevante
- III. Definición de posibles soluciones alternativas y realización de estimaciones realistas
- IV. Identificación de criterios para la toma de decisiones empleando uno o más atributos
- V. Evaluación de cada alternativa aplicando un análisis de sensibilidad para reforzar la evaluación
- VI. Elección de la mejor alternativa
- VII. Implantar la solución
- VIII. Vigilar los resultados

La variación de la cantidad del dinero en un periodo de tiempo para el análisis de reemplazo dado recibe el nombre de valor de dinero en el tiempo; este es el concepto más importante de la ingeniería económica. (Riggs, Bedworth, Randhawa 2002)

En base a lo anterior y tomando en cuenta el análisis del método de línea recta, el estudio económico se ara a una máquina de nombre Sant- Blast de 50 kg en la cual se hacen diseños en vidrio, cada diseño es en base al requerimiento del cliente, los diseños son ocupados en puertas y ventanas de tamaño pequeño, solo se realiza la figura sin color en esta, una de las desventajas en esta máquina es que no se pueden realizas figuras de tamaño grande a consecuencia de que la cabina donde se lleva a cabo el diseño es reducido.

El estudio económico para esta máquina es importante como para todas las que la empresa Perfiles Arquitectónicos Xalatlaco tiene, pero tomando en cuenta que la Maquina Sant- Blast brinda a la empresa un servicio característico como es el de los diseños en vidrio, y tomando en cuenta que la sociedad siempre ha considerado la presentación y colores de lugares, objetos de cada cosa que ve. El maquina Sant- Blast ofrece este servicio, los diseños en vidrio son decoraciones para la puertas, ventanas y otras cosas en cualquier área de una casa o edificios.

La máquina Sant- Blast que actualmente está en la empresa brinda el servicio pero solo para diseños pequeños y la sociedad actual ya no quiere los diseños por partes, los quiere en una sola pieza por ejemplo en una puerta en su totalidad, no solo es el diseño o presentación de esta si no que se requiere de colores, la nueva máquina de Sant- Blast brinda esto, la cabina donde se realiza el diseño es de gran tamaño y se podrán realizar las figuras del tamaño que el cliente requiera y los colores que este pueda llevar.

La máquina con la que cuenta la empresa ya tiene 4 años operando, y sus gasto de mantenimiento o la adquisición de piezas nuevas que esta necesita por desgaste van aumentado poco a poco conforme pasa el tiempo, la empresa necesita ofrecer al cliente nueva variedad en su servicio, calidad y tiempos de entrega, es por ello que se realizara un estudio económica de depreciación con la maquina actual y una nueva que cumpla con estas características.

Para la nueva máquina de sant-blast se pedirá un presupuesto visitando la empresa donde realizan esta, y tomando en cuenta el costo de esta y los costos de la que se cuenta actualmente se tomara un decisión económicamente ablando.

# MÓDULO I

# ECONOMÍA

## **1.1 La economía**

Estudia la forma en que las sociedades resuelven el problema fundamental de conciliar los deseos ilimitados de bienes, servicios y los recursos escasos que limitan la producción; qué se produce, cómo y para quién. (Fischer, Dornbusch, Schmalensee, 1990)

### **1.1.1 La economía positiva**

Busca explicaciones objetivas y científicas del funcionamiento de una economía; se ocupa de lo que es o podría ser. (Mochón Francisco y Becker Víctor, 1997)

Todos los economistas están de acuerdo en que si el gobierno no grava un bien, subirá su precio. Ninguno discreparía de la afirmación de que un aumento rápido y continuo de la oferta monetaria provoca una subida de los precios. La discrepancia más visible entre los economistas se refiere a la economía normativa.

### **1.1.2 La economía normativa**

Ofrece prescripciones para la acción basada en juicios de valor personales; se ocupa de lo que debería ser. (Mochón Francisco y Becker Víctor, 1997)

Cuando un economista sostiene que una subida del impuesto sobre la renta reducirá significativamente la inflación y aumentará algo el desempleo, está haciendo una afirmación positiva. Si sostiene, además, que debería subirse los impuestos, está haciendo una afirmación positiva. Incluso aunque otro economista estuviere de acuerdo con la primera, discreparía de la segunda si sus propios valores le llevaran a creer que reducir la inflación es mucho menos importante que evitar el desempleo. Como los economistas, al igual que otras personas, discrepan sobre cuáles deben ser los objetos y las prioridades de la sociedad, la investigación no puede resolver las discrepancias que plantea la economía normativa.

### **1.1.3 La economía autoritaria**

En teoría, los recursos escasos podrían asignarse a los diversos usos posibles sin tener que utilizar mercados o precios. En la economía autoritaria el estado toma todas las decisiones relacionadas con la producción y el consumo. En una economía autoritaria, el Estado decidiría qué hay que producir, cómo hay que producirlo y para quién hay que producirlo. Asignar los recursos a las diversas industrias, indicaría a sus encargados la cantidad exacta que habría que producir y la manera de realizar el trabajo y especificaría la cantidad de cada bien y servicio que debería consumir cada miembro de la sociedad. (Fischer, Dornbusch, Schmalensee, 1990)

Sin embargo, en algunos países el Estado es dueño de todas las fábricas, la tierra y las viviendas y toma muchas de las decisiones básicas sobre el lugar en que debe vivir la población, el trabajo que debe realizar, los bienes y servicios que debe consumir. (Fischer, Dornbusch, Schmalensee, 1990)

Smith sostiene que los individuos que buscan su interés personal en una economía de mercado se ven llevados por una mano invisible a hacer cosas que redundan en interés de otros y la sociedad en su conjunto.

Una economía de libre mercado, los precios determinan no sólo lo que se produce y cómo se produce sino también para quién se produce. A pesar del poder y la elegancia del argumento de Adam Smith, no existen economías puras de libre mercado.

#### **1.1.4 Economía mixta**

En una economía mixta tanto el Estado como el sector privado (empresas y consumidores) desempeñan un importante papel en la manera en que se decide el qué, el cómo y el par quién del conjunto de la sociedad.

Las economías autoritarias y de libre mercado son, casos extremos muy poco realistas. Son interesantes principalmente porque nos ayudan a comprender el funcionamiento de las economías reales, que son complejas combinaciones de estos dos extremos. (Mochón Francisco y Becker Víctor, 1997)

#### **1.2 La frontera de posibilidades de producción o FPP**

La frontera de posibilidades de producción (FPP) muestra la cantidad máxima posible de un bien o servicio específico que puede producir una determinada economía, con los recursos y los conocimientos de que dispone y las cantidades de otros bienes y servicios que también produce.

La FPP se define en relación con una cantidad dada de recursos y unos conocimientos dados sobre la forma de utilizarlas para obtener el producto.

La FPP de una economía es una frontera entre dos regiones: una región en la que la economía está despilfarrando recursos, situada debajo de la FPP, y una región que no puede alcanzar, situada por encima de la FPP.

#### **1.3 Microeconomía y Macroeconomía**

**La microeconomía:** Estudia la conducta económica de los agentes económicos individuales, principalmente de las economías domésticas y las empresas, y de mercados e industrias específicos. Su centro de atención son los precios y las

cantidades producidas de bienes y servicios específicos y la manera en que los mercados determinan conjuntamente la distribución de los recursos entre los millones de usos posibles.

**Macroeconomía:** Estudia, por el contrario, el funcionamiento de la economía en su conjunto. Su centro de atención es la producción total de bienes, servicios y las variaciones del nivel medio de precios. (Elsa Norma Elizalde Ángeles, 2012)

Las actitudes de los consumidores sobre el futuro son, variables económicas, ya que pueden influir en sus decisiones relacionadas con el gasto y el ahorro. Utilizamos datos para medir y analizar las variables económicas y examinar las relaciones que predicen los modelos económicos.

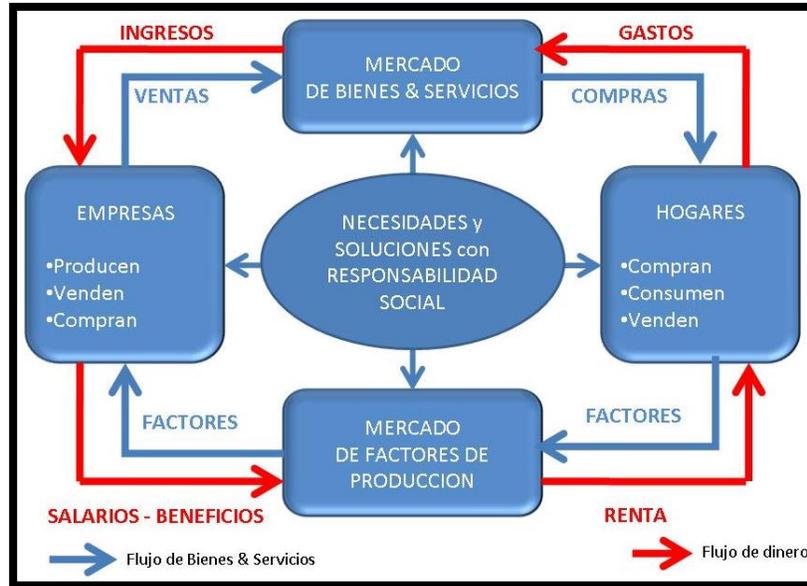
Los datos económicos son hechos, casi siempre expresados en cifras, que suministran información sobre las variables económicas.

La cantidad de bienes que producen las empresas dependen de la cantidad que crean que pueden vender y de los precios a los que crean que pueden venderla. La cantidad que venden es la cantidad que compra la gente, que depende de la renta de las economías domésticas, la cual depende, a su vez, de cuántas empresas produzcan y vendan.

El diagrama de flujo circular figura 1.1 presenta un panorama general de la economía, haciendo hincapié en las relaciones entre las empresas y las economías domésticas que determina el nivel total de producción. El diagrama simplifica la realidad al dejar de lado los impuestos y el gasto público, así como las compras y las ventas realizadas en el extranjero.

Los factores de producción, servicios de trabajo, tierra, maquinaria, herramientas, edificios y materias primas se utilizan para producir bienes y servicios.

Las economías domésticas obtienen renta vendiendo materias primas, servicios de trabajo, arrendando su tierra y bienes de capital (máquinas, herramientas y edificios).



**Figura 1.1** Diagrama de flujo circular (Guillermo Enrique Jiménez Meneses, 2011)

#### 1.4 Renta y producción

Una importante implicación del modelo de flujo circular es el hecho de que el valor total de las ventas de bienes que realizan las empresas es igual al valor total de las rentas de las economías domésticas. Es decir, en una economía en la que no haya Estado ni comercio exterior, el valor monetario de la producción total será igual al valor monetario de la renta de las economías domésticas. El diagrama del flujo circular implica que la renta es igual al gasto en bienes y servicios. (Fischer, Dornbusch, Schmalensee, 1990)

El diagrama de flujo circular revela que la renta y la producción siempre serán iguales en el caso del conjunto de la economía. Esta igualdad se cumple en una economía real determinada y en un periodo determinado, pero sólo si los datos utilizados no tuvieran ningún error. El diagrama de flujo circular muestra que la renta total es igual al valor monetario de la producción total, pero no porque los niveles de renta y empleo de los factores de producción sean esos y no otros.

Los mercados son importantes en todas las economías y en las economías occidentales la mayor de las decisiones relacionadas con la asignación de los recursos se toman en mercados. Por lo tanto, la mayoría de los datos económicos describen transacciones de los mercados.

$$\text{Precio} \times \text{cantidad} = \text{cantidad monetaria} \quad (1.1)$$

Los precios, las cantidades y los valores monetarios describen las transacciones que se realizan en el mercado de un único bien o servicio

### **1.5 Producto nacional bruto nominal**

El producto nacional bruto nominal (PNB nominal) es el valor monetario de todos los bienes y servicios producidos en la economía en un periodo dado, calculado mediante los precios de ese periodo. (José Silvestre Méndez Morales, 2004.)

El PNB nominal es la suma de los valores monetarios (el precio multiplicado por la cantidad) de los productos de todos los millones de bienes y servicios producidos en la economía. El valor del PNB puede variar, en consecuencia, por dos razones: en primer lugar, porque puede variar el volumen físico de producción debido a que se emplea a más o menos personas o porque es mayor o menor la productividad de cada trabajador, y en segundo lugar, porque varían los precios de los bienes y la producción física se mantiene constante.

Un aumento del PNB nominal puede significar que se ha producido más o que han subido los precios, o ambas cosas a la vez. El PNB nominal, puede variar tanto porque varíen los precios como porque varíen las cantidades, no es un buen indicador de la producción física total de bienes y servicios de la economía. El PNB nominal aumenta si todos los precios suben incluso aunque no varíe la cantidad de ninguno de los bienes producidos.

Para obtener una medida de la producción física de la economía, calculamos el valor de la producción utilizando precios constantes.

El PNB real es el valor monetario de todos los bienes y servicios producidos en la economía en un periodo dado, calculado utilizando los precios de un año base fija.

#### **1.5.1 El deflactor del PNB**

El PNB nominal es diferente del real en el sentido de que se utilizan precios distintos para valorar el nivel de producción de un año dado. Por ejemplo si han subido los precios, el PNB nominal será superior al real. Por lo tanto, también podemos combinar los datos del PNB nominal y el real y obtener así otro indicador del nivel de precios: el deflactor del PNB.

$$\text{Deflactor del PNB} = \frac{\text{PNB nominal}}{\text{PNB real}} \times 100 \quad (1.2)$$

El deflactor del PNB es, después del IPC, el indicador más utilizado del nivel de precios del conjunto de la economía. La principal diferencia entre los dos indicadores reside en que el deflactor del PNB se basa en todos los bienes y servicios que

produce la economía y no solo en los que suelen comprar las economías domésticas urbanas.

## 1.6 Variaciones porcentuales

Las variaciones porcentuales, como los cocientes, se utilizan para eliminar factores que afectan a dos cifras que se comparan. La variación porcentual del PNB real corresponde al periodo 1950-1960 se calcula de la forma siguiente:

$$\text{Variación porcentual del PNB real} = \frac{\text{PNB real de 1960} - \text{PNB real de 1950}}{\text{PNB real de 1950}} \times 100\% \quad (1.3)$$

Las variaciones porcentuales sirven para tener en cuenta las diferencias entre las unidades de medición.

La tasa de crecimiento de una variable económica es la tasa porcentual a la que aumentó o disminuyó la variable en cada período (normalmente, un año).

Una tasa de crecimiento también es una variación porcentual, pero es la variación porcentual por periodo.

$$\text{Tasa de crecimiento del PNB real} = \frac{\text{PNB real de 1983} - \text{PNB real de 1982}}{\text{PNB real de 1982}} \times 100\% \quad (1.4)$$

### 1.6.1 Las tasas de inflación

La tasa de inflación es la tasa de crecimiento del nivel medio de precios, expresada como el aumento o la disminución porcentual por periodo de tiempo (normalmente un año).

$$\text{Tasa de inflación} = \frac{\text{IPC enero de 1985} - \text{IPC enero de 1984}}{\text{IPC enero de 1984}} \times 100\% \quad (1.5)$$

Las teorías económicas predicen relaciones generales que deben cumplirse entre las variables económicas.

Una serie temporal es un conjunto de mediciones de una variable en diferentes momentos o intervalos de tiempo.

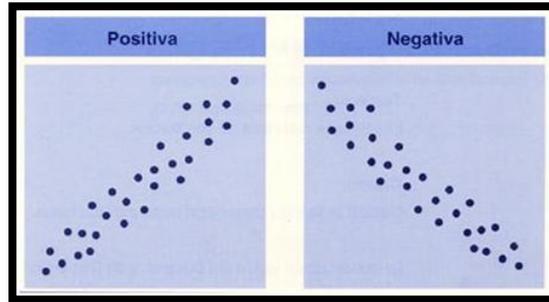
Un diagrama de puntos dispersos figura 1.2 es un gráfico que muestra los valores de dos variables económicas correspondientes a diferentes unidades económicas o periodos de tiempo.

Los diagramas de puntos dispersos revelan a primera vista una relación evidente entre las dos variables representadas.

La economía es la rama que desarrolla y utiliza métodos estadísticos para medir las relaciones entre las variables económicas.

Las técnicas econométricas permiten resumir los datos sobre la renta y la educación:

$$\text{Renta anual mediana (miles de dolares)} = - 8.61 + 2.63 \times \text{educacion (años)} \quad (1.6)$$



**Figura 1.2** Diagrama de puntos dispersos (Jorge Moreno, 2012)

## 1.7 Mercados

El concepto de mercado es esencial para el análisis de la asignación de los recursos a través del sistema de precios. Un mercado es cualquier conjunto de mecanismos mediante los cuales los compradores y los vendedores de un bien entran en contacto para comerciarlo.

### 1.7.1 Demanda

El concepto de demanda es un término general que describe la conducta de los compradores potenciales de un bien.

La cantidad demandada de un bien es aquella que está dispuesto a adquirir los componentes en un periodo determinado (un día o un año). Depende del precio del bien y de otros factores, incluidos los precios de otros bienes, las rentas y los gustos de los compradores.

El precio desempeña el principal papel en el modelo de oferta y demanda. La experiencia indica que normalmente la cantidad demandada de un bien aumenta cuando baja su precio y disminuye cuando sube, manteniéndose todo lo demás constante.

La relación entre el precio y la cantidad demandada de un bien puede resumirse mediante la función de demanda de ese bien. La función de demanda es la relación entre la cantidad demandada de un bien y su precio. Al representarla gráficamente se mantienen constante los demás factores que pueden afectar a la cantidad demandada, como los precios de otros bienes.

La curva de oferta muestra gráficamente la cantidad ofrecida de un bien a cada uno de los precios, manteniéndose constante los demás factores que afectan a la cantidad ofrecida. Suele tener pendiente positiva.

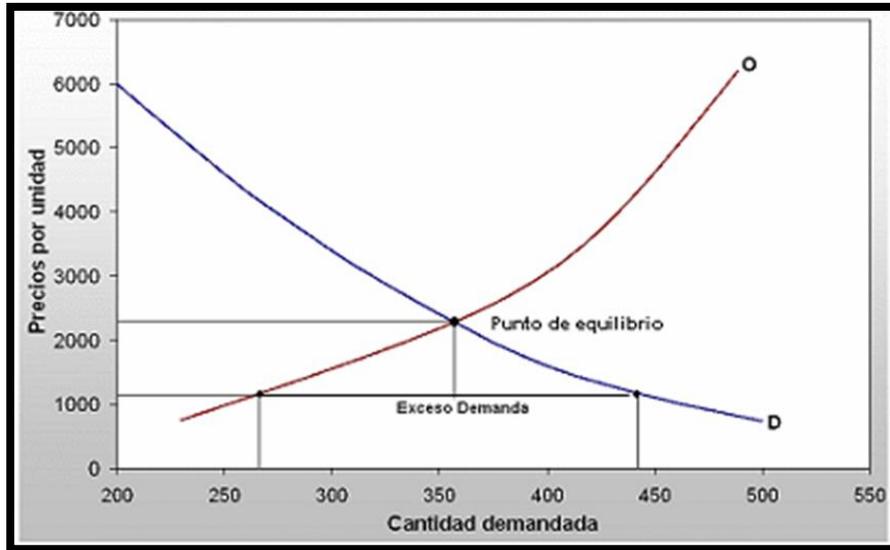
La posición y la pendiente de la curva de oferta dependen principalmente de los costos de producir el bien. Las empresas no estarán dispuestas a ofrecer bienes si el precio no cubre el costo de producción. La curva de oferta tiene pendiente positiva porque para aumentar la cantidad ofrecida hay que introducir más recursos en la industria, lo cual eleva generalmente los costos.

El precio de equilibrio es aquel al que la cantidad demandada es igual a la ofrecida. Por tanto, esta cantidad es la cantidad de equilibrio. El punto de equilibrio es el que esperamos observar. Así pues, el modelo de oferta y demanda se utiliza en la práctica para predecir la conducta del mercado, prediciendo los precios y las cantidades de equilibrio.

Un mercado se encuentra en equilibrio cuando la cantidad demandada es igual a la ofrecida. Es fácil confundir cantidad demandada con cantidad comprada y cantidad ofrecida con la cantidad vendida.

De hecho, la cantidad comprada siempre es igual a la vendida cualquiera que sea el precio, ya que en cada venta siempre hay un comprador y un vendedor, y la cantidad comprada en cada transacción es igual a la vendida. Pero eso no quiere decir que el mercado se encuentre en equilibrio a cualquier precio. Un mercado está en equilibrio siempre que la cantidad demandada es igual a la ofrecida, no siempre que la cantidad comprada es igual a la vendida.

Las curvas de demanda y de oferta figura 1.3 se trazan manteniendo todo constante, excepto el precio de mercado. Cuando varían los demás factores que afectan a las cantidades demandadas y ofrecidas, a cada uno de los precios, así como el precio y la cantidad de equilibrio.



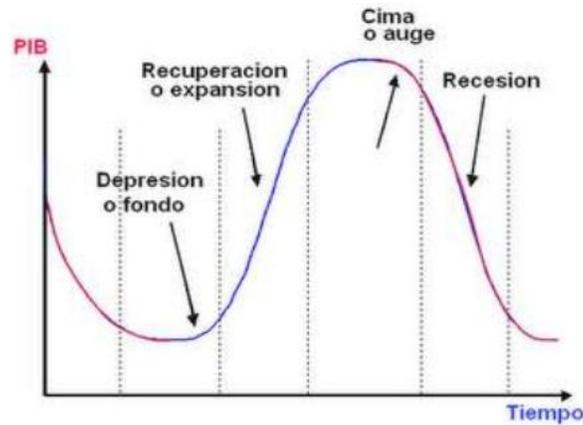
**Figura 1.3** Curva de oferta y demanda (Jorge Núñez acosta, 2016)

Hay cuatro importantes factores que determinan la conducta del comprador y que los economistas denominan factores del lado de la demanda:

1. Los precios de los bienes relacionados
2. Las rentas de los consumidores
3. Los gustos de los consumidores
4. Los precios futuros esperados

### **1.8 El ciclo económico**

El ciclo económico figura 1.4 tiene muchas causas externas, que van desde las guerras hasta las variaciones de los precios del petróleo, pasando por las oleadas de nuevos inventos. La política del gobierno también influye en él. Las subidas de los impuestos y las reducciones del gasto público reducen, por lo general, el PNB; los aumentos de la cantidad de dinero elevan el PNB y, consecuentemente, los precios. La política del gobierno puede empeorar el ciclo económico, alargando las recesiones y creando inflación, o puede reducir las fluctuaciones económicas.



**Figura 1.4** Ciclo económico (Josué, 2016)

En macroeconomía existen grandes controversias si y en qué medida el gobierno puede estabilizar la economía. Evidentemente, el gobierno no puede controlarla perfectamente o, de lo contrario, no tendríamos grandes recesiones e inflación. Pero como controla una gran parte del gasto total y la cantidad de dinero, debe tomar sus decisiones teniendo en cuenta sus repercusiones en el ciclo económico. Y lo hace: puede reducir los impuestos cuando la economía se encuentra en una recesión; puede reducir la tasa de crecimiento del dinero cuando la tasa de inflación es demasiado alta o elevarla cuando la economía se encuentra en una recesión.

### **1.8.1 Problemas relacionados con la información**

Las empresas y los consumidores, a menos que estén muy bien informados, pueden emprender acciones que no redundan en beneficio propio. Los mercados no funcionan bien si las decisiones no se toman con una buena información. Pero en una economía de libre mercado, y especialmente en una economía de libre mercado compleja y moderna, no es probable que las empresas y los consumidores estén bien informados de las consecuencias de todas sus decisiones. Los mercados privados pueden no producir los tipos y cantidades correctos de información.

Los gobiernos reconocieron hace mucho tiempo la necesidad de proteger a los consumidores mal informados de actos que pudieran lamentar. Los estados modernos suelen regular las condiciones de trabajo, inspeccionan y clasifican la calidad de los alimentos, regulan el diseño y la seguridad de los productos de consumo y exigen que algunos (como los alimentos y los productos químicos peligrosos) lleven etiquetas informativas.

# **MÓDULO II**

# **INGENIERÍA**

# **ECONÓMICA**

## **2.1 INGENIERÍA ECONÓMICA**

La ingeniería económica es la aplicación de factores económicos y criterios para la evaluación de alternativas, tomando en cuenta el valor del dinero en el tiempo. El estudio de ingeniería económica implica el cálculo de una medida específica de valor económico de flujos de efectivo estimados durante un periodo determinado. (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2006)

Las decisiones que toman los ingenieros, gerentes, presidente de corporaciones e individuos, por lo general son el resultado de elegir una alternativa sobre otra. A menudo las decisiones refleja la elección fundamentada de una persona sobre cómo invertir mejor fondos, también llamados capital. Con frecuencia el monto del capital está restringido, así como el efectivo disponible en una persona a menudo se encuentra limitado. La decisión sobre cómo invertir capital indudablemente cambiara el futuro, con esperanza de mejorar; es decir, que se le agregara valor.

El uso correcto de las técnicas de ingeniería económica tiene una importancia especial porque virtualmente cualquier proyecto, local, nacional o internacional, afectara los costos y/o los ingresos, para numerosas corporaciones, en especial las más grandes, muchos de sus proyectos y servicios tienen alcance internacional: pueden desarrollarse en un país para aplicarse en otro, el personal y las plantas ubicadas en diversos sitios de todo el mundo separan en forma rutinaria el diseño del producto de su manufactura, así como de los consumidores que lo adquieren. . (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2012)

### **2.1.1 La ingeniería económica en la toma de decisiones**

Las técnicas y modelos de la ingeniería económica ayudan a la gente a tomar decisiones. Como las decisiones influyen en lo que se hará, el marco de referencia temporal de la ingeniería económica es básicamente el futuro. En un análisis de ingeniería económica los números constituyen las mejores estimaciones de lo que se espera que ocurra. Dichas estimaciones a menudo implican los tres elementos esenciales: flujos de efectivo, su tiempo de ocurrencia y las tasas de interés, los cuales se estiman a futuro y serán de alguna manera diferentes de lo que realmente ocurra, principalmente como consecuencia de las circunstancias cambiantes y no planeadas de los eventos. La naturaleza de las estimaciones probablemente hará que el valor observado para el futuro difiera de la estimación actual.

Por lo general, el análisis de sensibilidad se lleva a cabo durante el estudio de ingeniería económica, para determinar cómo podría cambiar la decisión de acuerdo

con estimaciones variables, en especial aquellas que podrían variar de manera significativa.

La ingeniería económica se aplica, asimismo, para analizar los resultados del pasado. Los datos observados se avalúan para determinar si los resultados satisficieron el criterio especificado.

La variación de la cantidad del dinero en un periodo de tiempo dado recibe el nombre de valor de dinero en el tiempo; este es el concepto más importante de la ingeniería económica.

### **2.1.2 Descripción de las alternativas**

Las alternativas son opciones independientes que implican una descripción verbal y las mejores estimaciones de parámetros, tales como el costo inicial (incluyendo precios de compra, desarrollo, instalación), vida útil, ingresos y egresos anuales estimados, valor de salvamento (valor de reventa o canje), una tasa de interés (tasa de rendimiento) y posiblemente inflación y efectos del impuesto sobre la renta. Por general, las estimaciones de los gastos anuales se agrupan y reciben el nombre de costos anuales de operación (CAO) o costos de mantenimiento y operación (CMO).

### **2.1.3 Flujos de efectivo**

Las entradas (ingresos) y salidas (costo) estimadas de dinero reciben el nombre de flujo de efectivo. Dichas estimaciones se realizan para cada alternativa. Sin estimaciones de flujo de efectivo durante un periodo establecido resulta imposible llevar a cabo un estudio de ingeniería económica. La variación esperada de los flujos de efectivo indica una necesidad real de un análisis de sensibilidad.

### **2.1.4 Elección de alternativa**

Se comparan los valores de la medida de valor y se elige una alternativa. Esto es el resultado del análisis de ingeniería económica. Se puede aplicar una combinación de criterios económicos utilizando la medida de valor, así como los factores no económicos e intangibles, para facilitar la elección de una alternativa.

Si solo se define una alternativa viable, hay una segunda alternativa presente en la forma de alternativa de no hacer algo. Es una alternativa llamada también dejar como esta o *statu quo*. Se puede elegir no hacer algo si ninguna alternativa posee una medida de valor favorable.

## 2.2 Tasa de interés y tasa de rendimiento

El interés es la manifestación del valor del dinero en el tiempo. Desde una perspectiva de cálculo, el interés es la diferencia entre una cantidad final de dinero y la cantidad original. Si la diferencia es nula o negativa, no hay interés. Existen dos variantes del interés: el interés pagado y el interés ganado. El interés se paga cuando una persona u organización pide dinero prestado (obtiene un préstamo) y paga una cantidad mayor. El interés se gana cuando una persona u organización ahorra, invierte o presta dinero y recibe una cantidad mayor. Los cálculos y los valores numéricos para ambas variantes son, en esencia, los mismos, aunque las interpretaciones difieren.

El interés que se paga por fondos que se piden prestado (prestamos) se determina mediante la relación

$$\text{Interés} = \text{cantidad que se debe ahora} - \text{cantidad original} \quad (2.1)$$

Cuando el interés pagado con respecto a una unidad de tiempo específica se expresa como porcentaje de la suma original (principal), el resultado recibe el nombre de tasa de interés.

$$\text{tasa de interes (\%)} = \frac{\text{interes acumulado por unidad de tiempo}}{\text{suma original}} \times 100\% \quad (2.2)$$

La unidad de tiempo de la tasa recibe el nombre de periodo de interés. El periodo de interés más comúnmente utilizado para fijar una tasa de interés es de un año.

El interés ganado es la cantidad final menos la cantidad inicial, o principal.

$$\text{Interés generado} = \text{cantidad total actual} - \text{cantidad original} \quad (2.3)$$

El interés generado durante un periodo específico de tiempo se expresa como porcentaje de la cantidad original y se denomina tasa de rendimiento (TR).

$$\text{tasa de rendimiento (\%)} = \frac{\text{interes acumulado por unidad de tiempo}}{\text{suma original}} \times 100\% \quad (2.4)$$

La unidad de tiempo para la tasa de retorno recibe el nombre de periodo de interés, el mismo nombre que cuando se ve desde la perspectiva del prestatario. El término rendimiento sobre la inversión (RSI) se emplea como sinónimo de TR, en particular cuando se asignan grandes fondos de capital a programas orientados a la ingeniería.

El término tasa de interés pagada es más adecuado para la perspectiva del prestatario, y la tasa de retorno ganada es mejor desde la perspectiva del inversionista. Es necesario definir si la naturaleza de la acumulación de los intereses de un periodo al siguiente es simple o compuesta. Una consideración económica adicional para cualquier estudio de ingeniería económica es la inflación.

Las tasas de interés bancario reflejan dos cosas: la llamada tasa real de rendimiento más la tasa de inflación esperada. La tasa real de rendimiento posibilita que el inversionista compre más de lo que hubiera podido comprar antes de invertir. Desde el punto de vista del ahorrador o inversionista en una cuenta de interés fijo, la inflación reduce la tasa real de rendimiento sobre la inversión. La inflación significa que el costo y la ganancia estimados de un flujo de efectivo aumentan con el tiempo. Este incremento se debe al valor cambiante del dinero que la inflación fuerza en la moneda de un país, lo que hace que el poder adquisitivo de una unidad monetaria. El efecto de la inflación se observa en que la moneda compra menos hoy que antes la inflación contribuye a que ocurra lo siguiente:

- La reducción del poder de compra.
- El incremento en el IPC (índice de precios al consumidor).
- El incremento en el costo del equipo y su mantenimiento.
- El incremento en el costo de los profesionales asalariados y empleados contratados por horas.
- La reducción en la tasa de retorno real sobre los ahorros personales y las inversiones corporativas.

La inflación puede contribuir materialmente a modificar el análisis económico individual y empresarial.

### **2.3 Interés simple y compuesto**

Los términos interés, periodo de interés y tasa de interés son útiles en el cálculo de sumas de dinero equivalentes para un periodo de interés en el pasado y un periodo de interés en el futuro. Para más de un periodo de interés, los términos interés simple e interés compuesto se tornan importantes.

El interés simple se calcula utilizando exclusivamente el principal e ignorando cualquier interés generado en los periodos de interés precedente. El interés simple total durante varios periodos se calcula de la siguiente manera:

$$\text{interés simple} = (\text{principal})(\text{número de periodos})(\text{tasa de interés}) \quad (2.5)$$

Donde la tasa de interés se expresa en forma decimal.

En el caso del interés compuesto, el interés generado durante cada periodo de interés se calcula sobre el principal más el monto total de interés acumulado en todos los periodos anteriores. Así, el interés compuesto es un interés sobre el interés. También refleja el efecto del valor del dinero en el tiempo sobre el interés. El interés para un periodo ahora se calcula de la siguiente manera:

interés compuesto

$$= (\text{principal} + \text{todos los intereses acumulados})(\text{tasa de interés})(2.6)$$

### Ejemplo 2.1

El banco otorga un préstamo a un miembro del personal, el préstamo asciende a \$ 1800 por tres años con un interés simple de 7% anual. ¿Cuánto debe pagar al final de los tres años?

Solución

El interés para cada uno de los tres años es:

$$\text{interés anual} = 1800(0.07) = \$126$$

El interés total de los tres años de acuerdo con la ecuación [2.5] es:

$$\text{interés total} = 1800(3)(0.07) = \$378$$

El monto adeudado después de tres años es:

$$\text{adeudo total} = \$1800 + \$378 = \$2178$$

**Tabla 2.1** cálculos de interés simple

(1) Final del año	(2) Cantidad obtenida en préstamo	(3) en Interés	(4) Adeudo	(5) Suma pagada
0	\$ 1800			
1	—	\$126	\$1926	\$0
2	—	\$126	\$2052	\$0
3	—	\$126	\$2178	\$2178

## Ejemplo 2.2

La química Lizeth solicita a la cooperativa de crédito de la empresa un préstamo de \$1800 con un interés de 7%. Calcule el adeudo total después de tres años. Elabora una gráfica y compara los resultados de este ejemplo y del anterior.

Solución

El interés y el adeudo total de cada año se calcula por separado mediante la ecuación (2.6)

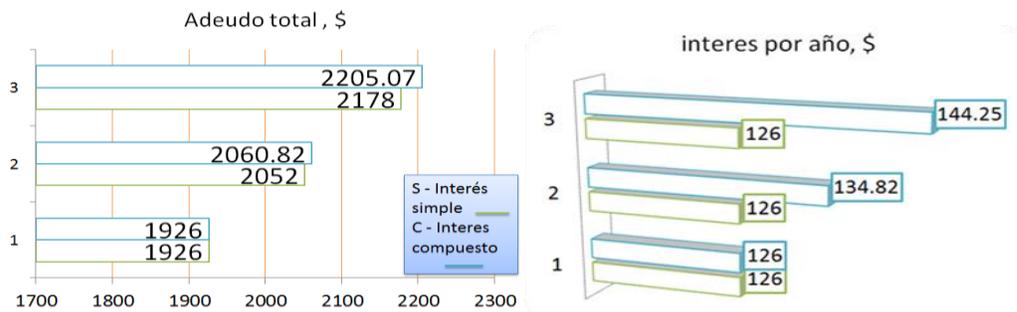
**Tabla 2.2** cálculos del interés

Años	interés	Adeudo total
0	0	0
1	$\$1800(0.07)=\$126$	$\$1800+128=\$1926$
2	$\$1926(0.07)=\$134.82$	$\$1926+134.82=\$2060.82$
3	$\$2060.82(0.07)=\$144.25$	$\$2060.82+144.25=\$2205.07$

**Tabla 2.3** cálculos del interés compuesto

(1) Final del año	(2) Cantidad obtenida en préstamo	(3) Interés	(4) Adeudo	(5) Suma pagada
0	\$1800			
1	---	\$126	\$1926	\$0
2	---	\$134.82	\$2060.82	\$0
3	---	\$144.25	\$2205.07	\$2205.07

El plan de pagos es el mismo que el del ejemplo del interés simple: el pago único es el principal más los intereses acumulados al final de los tres



**Figura 2.1** Interés simple y compuesto (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2012)

Comparación del interés simple y el interés compuesto (ejemplo 2.1 y 2.2).

Nota: la diferencia entre el interés simple y el compuesto se incrementó cada año.

Otra forma más breve de calcular el adeudo total, consiste en combinar los cálculos en lugar de llevarlos a cabo año por año. El adeudo total por año es el siguiente:

$$\text{Año 1: } \$1800 (1.07)^1 = \$1926$$

$$\text{Año 2: } \$1800 (1.07)^2 = \$2060.82$$

$$\text{Año 3: } \$1800 (1.07)^3 = \$2205.07$$

El total de años se calcula directamente; no se requiere del total del año n. expresado de una manera general, el cálculo tendría la siguiente forma:

Adeudo total después de cierta cantidad de años =

$$\text{Principal } (1 + \text{tasa de interés})^{\text{número de años}}$$

Los diferentes planes de pago de préstamos pueden ser equivalentes, aunque difieran sustancialmente en cuanto al monto de un año a otro, se combinan los conceptos de tasa de interés, interés simple, interés compuesto y equivalencia. Esta también muestra que existen varias formas de tomar en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

### Ejemplo 2.2

Demuestre el concepto de equivalencia con los diferentes planes de pago de préstamos descritos en seguida. En cada plan se reembolsa un préstamo de \$6 000 en 4 años al 7% de interés anual.

Plan 1: interés simple; pago del total al final. No hay pago de intereses ni del principal hasta el final de año 4. Los intereses se generan cada año exclusivamente sobre el principal.

Plan 2: interés compuesto; pago del total al final. No hay pago de interés ni del principal hasta el final del año 4. Los intereses se generan cada año sobre el total del principal y todos los intereses acumulados.

Plan 3: pago anual del interés simple; reembolso del principal al final. Los intereses acumulados se pagan cada año y todo el principal se reembolsa al final del año 4.

Plan 4: pago anual del interés compuesto y de parte del principal. Los intereses generados y una cuarta parte del principal (\$ 1500) se reembolsa cada año. El saldo vigente del préstamo se reduce cada año, de manera que el interés de cada año disminuye.

Hacer algún comentario sobre la equivalencia de cada plan al 7% de interés simple o compuesto, según convenga.

#### Solución

La tabla 2.4 muestra el interés, la cantidad del pago, el adeudo total al final de cada año y el monto total pagado durante el periodo de cinco años (totales de la columna 4).

**Tabla 2.4** Diferentes planes de pago de \$6000 durante 4 años con interés anual de 7% (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2012)

(1) Final del año	(2) Interés a pagar por el año	(3) Adeudo total al final del año	(4) Pago de fin de año	(5) Adeudo después del pago	total del
<b>Plan 1 interés simple: pago total al final</b>					
0				\$6000.00	
1	\$420.00	\$6420.00	---	\$6420.00	
2	\$420.00	\$6840.00	---	\$6840.00	
3	\$420.00	\$7260.00	---	\$7680.00	
4	\$420.00	\$7680.00	\$7680.00		
Totales					<b>\$7680.00</b>
<b>Plan 2: interés compuesto; pago del total al final</b>					
0				\$6000.00	
1	\$420.00	\$6420.00	---	\$6420.00	
2	\$449.40	\$6869.40	---	\$6869.40	
3	\$480.85	\$7350.25	---	\$7350.25	
4	\$514.51	\$7864.76	\$7864.76		
Totales					<b>\$7864.76</b>
<b>Plan 3: pago anual del interés simple; reembolso del principal al final</b>					
0				\$6000.00	
1	\$420.00	\$6420.00	\$420.00	\$6000.00	
2	\$420.00	\$6420.00	\$420.00	\$6000.00	
3	\$420.00	\$6420.00	\$420.00	\$6000.00	
4	\$420.00	\$6420.00	\$6420.00		
Totales					<b>\$7680.00</b>
<b>Plan 4: pago anual del interés compuesto y de parte del principal</b>					
0				\$6000.00	
1	\$420.00	\$6420.00	\$1920.00	\$4500.00	
2	\$315.00	\$4815.00	\$1815.00	\$3000.00	
3	\$210.00	\$3210.00	\$1710.00	\$1500.00	
4	\$105.00	\$1605.00	\$1605.00		
Totales					<b>\$7050.00</b>

Los intereses (columna 2) se determinan de la siguiente manera:

Plan 1 interés simple = (principal original)(0.07)

Plan 2 interés compuesto = (adeudo total del año anterior)(0.07)

Plan 3 interés simple = (principal original)(0.07)

Plan 4 interés compuesto = (adeudo total el año anterior)(0.07)

Observe que los montos de los pagos anuales son diferentes en cada esquema de reembolso y que los pagos totales en la mayoría de los planes son diferentes; aunque cada plan de reembolso requiere exactamente 4 años. La diferencia en los pagos totales puede explicarse 1. Por el valor del dinero en el tiempo, 2. Por el interés simple o compuesto, y 3. Por el reembolso parcial del principal antes del año 4.

La tabla 2.4 muestra que los \$6000 en el tiempo cero equivalen a cada una de las siguientes cantidades.

Plan 1 \$7680.00 al final del año 4 al 7% de interés simple.

Plan 2 \$7864.76 al final del año 4 al 7% de interés compuesto.

Plan 3 \$420.00 anuales durante 3 años y \$6420.00 al final del año 4 al 7% de interés simple.

Plan 4 pagos decrecientes del interés y parciales del principal en los años 1 (\$1920.00) a 4 (\$1605.00) al 7% de interés compuesto.

## 2.4 Terminología y símbolos

Las ecuaciones y procedimientos de la ingeniería económica emplean los siguientes términos y símbolos. Incluyen unidades de muestra.

$P$ = valor o cantidad de dinero en un momento denotado como presente o tiempo 0. También  $P$  recibe el nombre de valor presente (VP), valor presente neto (VPN), flujo de efectivo descontado (FED) y costo capitalizado (CC); unidades monetarias.

$F$ = valor o cantidad de dinero en un tiempo futuro.  $F$  También recibe el nombre de valor futuro (VF); unidades monetarias.

$A$ = serie de cantidades de dinero consecutivas, iguales y del final del periodo.  $A$  también se denomina valor anual (VA) y valor anual uniforme equivalente (CAUE); unidades monetarias por año, unidades monetarias por mes.

$n$ = número de periodos de interés; años, meses, días

$i$ = tasa de interés o tasa de retorno por periodo; porcentaje anual, porcentaje mensual; por ciento diario

$t$ = tiempo expresado en periodos; años, meses, días.

Los símbolos  $P$  y  $F$  indican valores que se presentan una sola vez en el tiempo:  $A$  tiene el mismo valor una vez en cada periodo de interés durante un número específico de periodos. Debe quedar claro que el valor presente  $P$  representa una sola suma de dinero en algún momento anterior a un valor futuro  $F$ , o antes de que se presente por primera vez un monto anterior de la serie  $A$ .

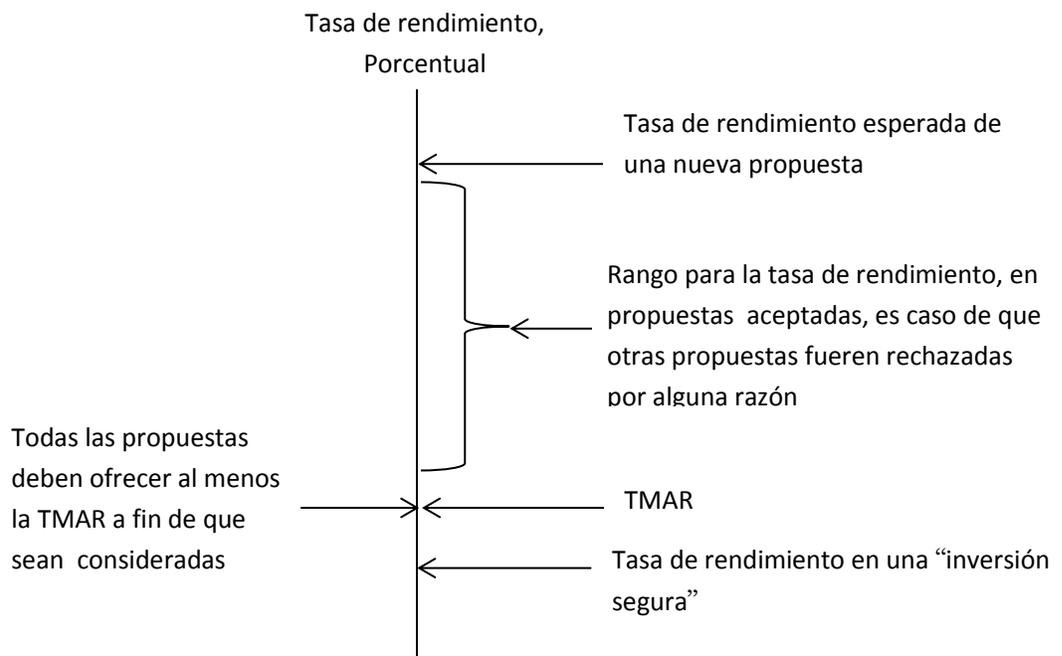
Se da por supuesto que la tasa de interés  $i$  corresponde a una tasa de interés compuesto, a menos que específicamente se indique que se trata de una tasa de interés simple. La tasa  $i$  se expresa como porcentaje por periodo de interés.

## 2.5 Tasa mínima atractiva de rendimiento

Para que una inversión sea rentable, el inversionista (una corporación o individuo) espera recibir una cantidad de dinero mayor de la que originalmente invirtió. En otras palabras, debe ser posible obtener una tasa de retorno o rendimiento sobre la inversión atractivos.

En ingeniería, las alternativas se evalúan con base en un pronóstico de una TR razonable. Por consiguiente, se debe establecer una tasa razonable para la fase de elección de criterio en un estudio de ingeniería económica. La tasa razonable recibe el nombre de tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) y es superior a la tasa que ofrece un banco o alguna inversión segura que implique un riesgo mínimo. [3]

La figura 2.2 muestra las relaciones entre diferentes valores de una tasa de retorno.



**Figura 2.2**

Magnitud de la TMAR con respecto a otros valores de tasas de rendimiento (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2012)

La TMAR constituye una tasa de rendimiento razonable establecida como tasa base para determinar si una alternativa es económicamente viable. La TMAR siempre es superior al rendimiento de una inversión segura.

La TMAR también recibe el nombre de tasa base para proyectos; es decir, que para que se considere viable desde el punto de vista financiero, la TR esperada debe ser igual o superior a la TMAR o tasa base. Observe que la TMAR no es una tasa que se calcule como una TR. La TMAR es establecida por dirección (financiera) y se utiliza como criterio para valorar la TR de una alternativa, en el momento de tomar decisiones de aceptación o rechazo.

La palabra capital también recibe el nombre de fondos de capital y de inversión de capital. En general el obtener capital siempre cuesta dinero en la forma de interés. El interés, establecido en la forma de tasa de porcentaje, recibe el nombre de costo del capital.

En general, el capital se obtiene de dos formas: por financiamiento de patrimonio y por financiamiento de deuda. Para la mayoría de los proyectos, se acostumbra hacer una combinación de ambos

### **2.5.1 Financiamiento de patrimonio.**

La corporación utiliza sus propios fondos de efectivo, ventas de existencias o utilidades acumuladas. Un individuo puede utilizar su propio efectivo, ahorros o inversiones.

### **2.5.2 Financiamiento de deuda**

La corporación obtiene préstamos de fuentes externas y reembolsa el principal y los intereses de acuerdo con un programa semejante al de los planes. Las fuentes de capital que se adeuda pueden ser bonos, préstamos, hipotecas, fondos comunes de capital riesgoso y mucho más. Asimismo, los individuos pueden utilizar fuentes de préstamos, tal como la tarjeta de crédito y las sociedades de crédito. [3]

De la combinación del financiamiento de deuda y el financiamiento de patrimonio resulta un costo promedio ponderado del capital (CPPC). Para una corporación, la TMAR establecida utilizada como criterio para aceptar o rechazar una alternativa siempre será superior al costo promedio ponderado del capital con el que la corporación debe cargar para obtener los fondos de capital necesarios. Por lo tanto, la desigualdad. TIR (tasa interna de retorno)

$$\text{TIR mayor o igual a MAR mayor a costo del capital} \quad (2.7)$$

Debe satisfacerse para un proyecto aceptado. Algunas excepciones serían los requerimientos por la regulación gubernamental (seguridad, protección ambiental, legislación, etc.), empresas de alto riesgo y muy lucrativas, etc. los proyectos de ingeniería de valor agregado por lo común cumplen la ecuación (2.7).

Es frecuente que haya muchas alternativas de las que se espera tenga una TIR que exceda la TMAR, pero podría no haber capital suficiente para emprender todas, o quizá se estime que el riesgo del proyecto es demasiado alto para efectuar la inversión. Por lo tanto, los proyectos nuevos que se emprenden generalmente son aquellos que tienen al menos una tasa de rendimiento esperada tan alta como la de otras alternativas a la que aún no se destina fondos. Un proyecto nuevo de este tipo sería como la propuesta con TIR representada por la flecha superior.

## 2.6 Flujos de efectivo: estimación y diagramación

Estos flujos pueden ser estimaciones o valores observados. Cada individuo o empresa cuenta con entradas de efectivo, rendimientos e ingresos (entradas); y desembolsos de efectivo gastos y costos (salidas). Estas entradas y desembolsos constituyen los flujos de efectivo; con un signo más representa las entradas de efectivo y con un signo menos representa las salidas de efectivo. Los flujos de efectivo ocurren durante periodos específicos, tales como un mes o un año. (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2012)

La estimación de flujos de efectivo es probablemente la más difícil e inexacta. Las estimaciones de flujo de efectivo son solo eso: estimaciones relativas a un futuro incierto. La exactitud probada con el tiempo de la estimación de entradas y salidas de efectivo de una alternativa claramente determina la calidad del análisis económico y su conclusión.

Las entradas de efectivo, o ingresos, pueden constar de los siguientes elementos, dependiendo de la naturaleza de su actividad propuesta y de la clase de negocio que emprenda.

Una vez que se llevan a cabo las estimaciones de entrada y salidas de efectivo, es posible determinar el flujo de efectivo neto.

$$\begin{aligned}\text{Flujo de efectivo neto} &= \text{ingreso} - \text{desembolso} && (2.8) \\ &= \text{entrada de efectivo} - \text{salida de efectivo}\end{aligned}$$

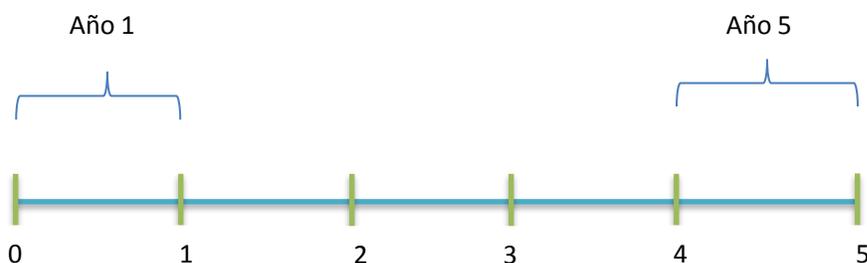
Puesto que los flujos de efectivo normalmente tienen lugar en puntos variables del tiempo dentro de un periodo de interés, se adopta un supuesto que simplifica el análisis.

La convención de final de periodo implica la suposición de que todos los flujos de efectivo ocurren al final de un periodo de interés. Si varios ingresos y desembolsos se llevan a cabo dentro de un periodo de interés determinado, se da por supuesto que el flujo de efectivo neto ocurre al final del periodo de interés.

El diagrama de flujo de efectivo figura 2.3 constituye una herramienta muy importante en un análisis económico, en particular cuando la serie del flujo de efectivo es compleja. Se trata de una representación gráfica de los flujos de efectivo trazado sobre una escala de tiempo. El diagrama incluye los datos conocidos, los datos estimados y la información que se necesita. Es decir, que una vez que el diagrama de flujo de efectivo se encuentra completo, otra persona debería ser capaz de abordar el problema a partir del mismo.

Aunque no es necesario trazar una escala exacta en el diagrama de flujo de efectivo, probablemente se evitará muchos errores si se elabora un diagrama claro para aproximar la escala del tiempo y las magnitudes relativas de los flujos de efectivo.

La dirección de las flechas del diagrama de flujo de efectivo resulta importante. Una flecha vertical que apunta hacia arriba indica un flujo de efectivo positivo. Por el contrario, una flecha que apunta hacia abajo indica un flujo de efectivo negativo.



**Figura 2.3**

Escala típica de tiempo de flujo (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2012)

## 2.7 Equivalencia

El concepto de equivalencia permite entender en términos económicos la igualdad de diferentes sumas de dinero en tiempos distintos. La diferencia entre interés simple (basado exclusivamente en el principal) e interés compuesto (basado en el principal y en el interés sobre el interés) se describió por medio de fórmulas, tablas y gráficas. Este poder de cálculo compuesto se nota particularmente a lo largo de periodos prolongados, como en el caso del efecto de la inflación.

Los términos equivalentes se utilizan muy a menudo para pasar de una escala a otra. Muchas equivalencias son una combinación de dos o más escalas.

Cuando se consideran juntos, el valor del dinero en el tiempo y la tasa de interés permiten formular el concepto de equivalencia económica, que implica que dos sumas diferentes de dinero en diferentes tiempos tienen el mismo valor económico.

## 2.8 Regla del 72: estimaciones del tiempo y tasa de interés para duplicar una cantidad de dinero

Resulta útil calcular el número de años  $n$  o la tasa de retorno  $i$  que se requiere para duplicar una cantidad de flujo de efectivo única. Para calcular  $i$  o  $n$ , dado uno de los valores, se puede aplicar la regla 72 para tasas de interés compuesto. Los cálculos son sencillos. El tiempo que se requiere para que una única cantidad inicial se duplique con un interés compuesto es aproximadamente igual a 72 dividido entre la tasa de retorno expresada como porcentaje.

$$n \text{ estimado} = \frac{72}{i} \quad (2.9)$$

En la tabla 2.5 se comparan los tiempos estimados a partir de la regla del 72 con los tiempos reales que se requieren para llevar a cabo la duplicación a diferentes tasas compuestas. Como puede verse, se obtienen buenas estimaciones.

Por otra parte, la tasa compuesta  $i$ , expresada en porcentaje, necesaria para que el dinero se duplique en un periodo específico  $n$  se calcula dividiendo 72 entre el valor conocido de  $n$ .

$$i \text{ estimado} = \frac{72}{n} \quad (2.10)$$

Si la tasa de interés es simple, se puede utilizar de forma análoga una regla del 100. En tal caso, las respuestas que se obtienen siempre serán exactas.

<b>Tabla 2.5</b> Estimaciones de tiempos para duplicación aplicado la regla del 72 y el tiempo real como cálculos de interés compuesto (Leland Blank, Anthony Tarquin, 2012)		
Rasa de retorno, % anual	Tiempo para duplicación (años)	
	Estimación por la regla 72	Años reales
1	72	70
2	36	35.3
5	14.4	14.3
10	7.2	7.5
20	3.6	3.9
40	1.8	2.0

# **MÓDULO III**

# **INFLACIÓN**

### 3.1 Inflación

La inflación es la pérdida de poder adquisitivo del dinero con el paso del tiempo. (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2012) .En países con economías fuertes y estables, la inflación es muy baja, pero nunca de cero. Si no hubiera inflación, el poder adquisitivo del dinero sería el mismo a través de los años y la evaluación económica probablemente se limitaría a hacer sumas y restas simples de las ganancias futuras.

La inflación es un incremento en la cantidad de dinero necesaria para obtener la misma cantidad de producto o servicio antes del precio inflado.

La inflación, tratada en su estimación como una tasa de interés, hace que el costo del mismo producto o servicio aumente con el tiempo, debido al valor reducido del dinero. Existe una diversidad de formular para considerar la inflación en los cálculos de ingeniería económica, en términos de dólares de hoy (valor constante) y en términos de dólares futuros. Algunas relaciones importantes son:

- ❖ Tasa de interés inflada:  $i_f = i + f + i$
- ❖ Tasa de interés real:  $i = (i_f - f)(1 + f)$
- ❖ VP de una cantidad futura considerando la inflación:  $P = F \left( \frac{P}{F}, i_f, n \right)$
- ❖ Valor futuro de una cantidad presente en dólares de valor constante con el mismo poder de compra:  $F = P \left( \frac{F}{P}, i, n \right)$
- ❖ Cantidad futura para cubrir una cantidad actual sin intereses:  $F = P \left( \frac{F}{P}, f, n \right)$
- ❖ Cantidad futura para cubrir una cantidad actual con intereses:  $F = P \left( \frac{F}{P}, i_f, n \right)$
- ❖ Equivalente anual de una cantidad futura de dólares:  $A = F(A/F, i_f, n)$
- ❖ Equivalente anual de una cantidad presente en dólares futuros:  $A = P \left( \frac{A}{P}, i_f, n \right)$

La hiperinflación implica valores de  $f$  muy altos. Los fondos disponibles se gastan de inmediato puesto que los costos aumentan tan rápidamente que las mayores entradas de efectivo no pueden compensar el hecho de que la moneda este perdiendo su valor. En general, esto puede ocasionar un desastre financiero nacional cuando continua durante periodos extendidos.

La inflación ocurre porque el valor de la moneda ha cambiado; se ha reducido. El valor del dinero ha disminuido, como resultado, se necesita más dólares para menos bienes. Este es un signo de inflación. Para comparar cantidades monetarias que ocurren en diferentes periodos, los dólares valorados en forma diferente deben

convertirse primero a dólares de valor constante para representar el mismo poder de compra en el tiempo. Esto es especialmente importante cuando se consideran cantidades de dinero futuras, como es el caso con todas las evaluaciones de alternativas.

El dinero en un periodo de tiempo  $t_1$  puede llevarse al mismo valor que el dinero en otro periodo de tiempo  $t_2$  usando la ecuación:

$$\text{Dólares en el período } t_1 = \frac{\text{dólares en el período } t_2}{\text{tasa de inflación entre } t_1 \text{ y } t_2} \quad (3.1)$$

Los dólares en el periodo  $t_1$  se denominan dólares de valor constante o dólares de hoy. Los dólares en el periodo  $t_2$  se llaman dólares futuros o dólar corriente de entonces. Si  $f$  representa la tasa de inflación por periodo (año) y  $n$  es el número de periodos de tiempo (años) entre  $t_1$  y  $t_2$ , la ecuación se convierte en:

$$\text{Dólares de valor constante} = \text{dólares de hoy} = \frac{\text{dólares futuros}}{(1+f)^n} \quad (3.2)$$

$$\text{Dólares futuros} = \text{dólares de hoy} (1 + f)^n \quad (3.3)$$

Es correcto expresar cantidades futuras (infladas) en términos de dólares de valor constante, y viceversa, mediante la aplicación de las últimas dos ecuaciones. Así es como se determina en índice de precios al consumidor (IPC) y los índices de estimación de costos.

Existen tres diferentes tasas que son importantes: la tasa de interés real ( $i$ ), la tasa de interés del mercado ( $i_f$ ) y la tasa de inflación ( $f$ ). Solo las dos primeras son tasas de interés.

Cuando el dinero se expresa luego de eliminar el efecto de la inflación respecto de un año base, se observa claramente como disminuye su poder de compra

Tasa de crecimiento real del dinero o TMAR sin inflación ( $i$ ) es la tasa de interés a la que el inversionista desea o calcula que debe crecer su inversión, más allá de solo compensar los efectos inflacionarios; por eso, se le llama tasa de crecimiento real del dinero.

La tasa de inflación ( $f$ ) es el porcentaje anual promedio del incremento de los precios de los bienes y servicios de la canasta básica de una economía. Como la inflación tiene un efecto capitalizado, ya que siempre se calcula el incremento sobre el valor del último año y además la TMAR es el crecimiento real del dinero sobre la inflación.

El dinero inflado es el valor de compra que tiene ese dinero en cualquier momento dado. También se le llama dinero nominal o dinero corriente. El dinero sin inflación o dinero constante es el valor de compra que tiene ese dinero en cualquier momento, referido a un año base.

### **3.1.1 Tasa de interés real o libre de inflación $i$ .**

A esta tasa se genera el interés cuando se ha retirado el efecto de los cambios (inflación) en el valor de la moneda. Por lo tanto, la tasa de interés real presenta una ganancia real en el poder de compra. (La ecuación usada para calcular  $i$ ., con la influencia de la inflación removida). La tasa de rendimiento real que por lo común se aplica a los individuos es de cerca de 3.5% anual. Esta es la tasa de “inversión segura”. La tasa real requerida para corporaciones (y muchos individuos) se coloca sobre esta tasa de seguridad cuando se establece una TMAR sin ajustes de inflación.

### **3.1.2 Tasa de interés ajustada a la inflación $i_f$ .**

Como su nombre lo indica, se trata de la tasa de interés que se ha ajustado para tomar en cuenta la inflación. La tasa de interés de mercado, que es la que escuchamos mencionar todos los días, es una tasa ajustada a la inflación. Es una combinación de la tasa de interés real  $i$  y la tasa de inflación  $f$ , y, por consiguiente, cambia a medida que cambia la tasa de inflación. Se conoce también como tasa de interés inflada.

### **3.1.3 Tasa de inflación $f$ .**

Es una medida de la tasa de cambio en el valor de la moneda.

La deflación es lo opuesto de la inflación en el sentido en que cuando se presenta, el poder de compra de la unidad monetaria es mayor en el futuro que en el presente. Es decir, en el futuro se requeriría menos dinero para comprar la misma cantidad de bienes o servicios que el necesitado hoy. Es mucho más común que haya inflación que deflación, en especial al nivel de economía nacional. En condiciones de economía deflacionaria, la tasa de interés del mercado siempre es menor que la tasa de interés real.

La deflación temporal de los precios puede ocurrir en sectores específicos de la economía debido a la introducción de productos mejorados, tecnología más barata o materiales y productos importados que obligan la disminución de los precios. En situaciones normales, los precios se igualan a un nivel competitivo después de un corto tiempo. Sin embargo, la deflación durante un periodo breve en un sector específico de la economía puede producirse mediante el *dumping*.

Los cálculos de ingeniería económica que toman en cuenta la deflación usan las mismas relaciones que para la inflación. Para una equivalencia básica entre el dinero de hoy y del futuro se emplean las ecuaciones (3.2) y (3.3), excepto que la tasa de inflación es un valor  $f$ .

### 3.2 Cálculos de valor presente ajustado por inflación

Cuando las cantidades de dólares en periodos diferentes están expresadas como dólares de valor constante, las cantidades equivalentes presentes y futuras se determinan utilizando la tasa de interés real  $i$ .

Un método alternativo, y menos complicado, para estimar la inflación en un análisis de valor presente implica el ajuste de las formulas mismas del interés para considerar la inflación. Considere la formula  $P/F$ , donde  $i$  es la tasa de interés real.

$$P = F \frac{1}{(1+i)^n}$$

$F$  es una cantidad en dólares futuros con la inflación incorporada, y  $P$  puede convertirse en dólares de hoy utilizando la ecuación (3.2)

$$\begin{aligned} P &= \frac{F}{(1+f)^n} \frac{1}{(1+i)^n} \\ &= F \frac{1}{(1+i+f+if)^n} \end{aligned} \quad (3.4)$$

Si el término  $i + f + if$  se define como  $i_f$ , la ecuación se convierte en:

$$P = F \frac{1}{(1+i)^n} = F \left( \frac{P}{F}, i_f, n \right) \quad (3.5)$$

El símbolo  $i_f$  se denomina tasa de interés ajustada a la inflación y se define como:

$$i_f = i + f + if \quad (3.6)$$

Donde  $i$  = tasa de interés real

$f$  = tasa de inflación

El valor presente de cualquier serie de flujo de efectivo igual, gradiente aritmético o gradiente geométrico, puede encontrarse en forma similar. Es decir, ya sea  $i$  o  $i_f$  se introduce en los factores  $P/A$ ,  $P/G$  o  $P_g$

### 3.3 Cálculos de valor futuro ajustados por la inflación

En los cálculos de valor futuro, una cantidad futura puede tener cualquiera de cuatro interpretaciones distintas:

CASO 1. La cantidad real de dinero que se acumulara en el tiempo  $n$ .

Debe ser claro que  $F$ , la cantidad de dinero acumulado, se obtiene utilizando una tasa de interés ajustada (de mercado) a la inflación.

$$F = P(1 + i_f)^n = P\left(\frac{F}{P}, i_f, n\right) \quad (3.7)$$

CASO 2. El poder de compra, en términos de dólares de hoy (de valor constante), de la cantidad real acumulada en el tiempo  $n$ .

El poder de compra de dólares futuros se determina utilizando primero una tasa de mercado  $i_f$  para calcular  $F$  y luego dividiendo entre  $(1 + f)^n$  para deflacionar los dólares futuros.

$$F = \frac{P(1+i_f)^n}{(1+f)^n} = \frac{P\left(\frac{F}{P}, i_f, n\right)}{(1+f)^n} \quad (3.8)$$

Podría determinarse en forma equivalente la cantidad futura de dinero acumulado con el poder de compra de hoy, calculando la tasa de interés real y utilizando en el factor  $F/P$  para compensar el poder de compra reducido del dólar. Dicha tasa de interés real es  $i$  en la ecuación.

$$\begin{aligned} i_f &= i + f + if \\ &= i(1 + f) + f \\ i &= \frac{i_f - f}{1 + f} \end{aligned} \quad (3.9)$$

La tasa de interés real  $i$  representa a la tasa a la cual los dólares de hoy se expanden con su mismo poder de compra en dólares futuros equivalentes. Una tasa de inflación mayor que la tasa de interés del mercado lleva a una tasa de interés real negativa. El uso de dicha tasa de interés es apropiado al calcular el valor futuro de una inversión (como en una cuenta de ahorros o un fondo del mercado de dinero), cuando no se consideran los efectos de la inflación.

CASO 3. El número de dólares futuros requeridos en el tiempo  $n$  para mantener el mismo poder de compra que un dólar de hoy; es decir, se considera inflación, pero no el interés.

Aquí se reconoce que los precios aumentan durante periodos inflacionarios. En términos simples, los dólares futuros valen menos, por lo que se requiere más. Ninguna tasa de interés se considera en este caso, solo la inflación, está involucrada. Para encontrar el costo futuro, sustituya  $f$  por la tasa de interés en el factor  $F/P$ .

$$F = P(1 + f)^n = P\left(\frac{F}{P}, f, n\right) \quad (3.10)$$

CASO 4. El número de dólares requerido en el tiempo  $n$  para mantener el poder de compra y obtener una tasa específica de interés real.

Dependiendo de qué interpretación se está abordando, el valor  $F$  se calcula de manera diferente, como se describe a continuación. Cada caso se ilustra.

Este es el caso aplicado cuando se establece una TMAR. Mantener el poder de compra y ganar interés consideran tanto los precios crecientes (caso 3) como el valor del dinero en el tiempo. Si se debe mantener crecimiento real del capital, los fondos deben crecer a una tasa igual o superior a la tasa de interés  $i$  mas una tasa igual a la tasa de inflación  $f$ .

**Tabla 3.1** Métodos de cálculo para diversas interpretaciones de valor futuro (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2006)

Valor futuro deseado	Método de cálculo	Ejemplo para P= \$1 000,n=7, $i_f=10\%$ , $f=4\%$
Caso 1: dólares actuales acumulados	Use una tasa de mercado establecida $i_f$ en las formulas equivalencia	$F = 1000\left(\frac{F}{P}, 10\%, 7\right)$
Caso 2: poder de compra de dólares acumulados en términos de dólares de hoy	Use la tasa de mercado $i_f$ en equivalencia y divida entre $(1 + f)^n$ o Use la $i$ real	$F = \frac{1000\left(\frac{F}{P}, 10\%, 7\right)}{(1.04)^7}$ $F = 1000\left(\frac{F}{P}, 5.77\%, 7\right)$
Caso 3: dólares requeridos para obtener el mismo poder de compra	Use la $f$ en lugar de $i$ en fórmulas de equivalencia	$F = 1000\left(\frac{F}{P}, 4\%, 7\right)$
Caso 4: dólares futuros para mantener el poder de compra y ganar un rendimiento	Calcule $i_f$ y úsela en las fórmulas de equivalencia	$F = 1000\left(\frac{F}{P}, 10\%, 7\right)$

Por consiguiente, para el caso 4 la TMAR resultante normalmente será mayor que la tasa de mercado  $i_f$ . El símbolo  $TMAR_f$  se define como la TMAR ajustada a la inflación, la cual se calcula en una fórmula similar a  $i_f$ .

$$TMAR_f = i + f + i(f) \quad (3.11)$$

La tasa de rendimiento real  $i$  usada aquí es la tasa requerida por la corporación en relación con sus costos de capital. Ahora, el valor futuro se calcula como

$$F = P(1 + TMAR_f)^n = P\left(\frac{F}{P}, TMAR_f, n\right) \quad (3.12)$$

### 3.4 Cálculos de recuperación del capital ajustados por inflación

En los cálculos de recuperación del capital usados para los análisis de VA, es particularmente importante que estos incluyan la inflación, debido a que los dólares de capital actual deben recuperarse en dólares futuros inflados. Como los dólares futuros tienen menos poder de compra que los dólares actuales, es obvio que se requerirán más dólares para recuperar la inversión presente.

### 3.5 Como se resuelve el problema de la inflación en ingeniería económica

En ingeniería económica pueden utilizarse dos enfoques para resolver el problema que presenta el tratamiento de la inflación en la toma de decisiones. Estos enfoques son:

#### 3.5.1 Enfoque de análisis que excluye la inflación

Todo inversionista desea un crecimiento real de su dinero invertido, lo cual significa que la ganancia anual debe, en primer término, compensar la pérdida inflacionaria del dinero, lo cual implica ganar una tasa de rendimiento igual a la tasa de inflación vigente y, en forma adicional, ganar una tasa extra de rendimiento que en términos reales sería la verdadera tasa de crecimiento del dinero. Con este enfoque, los flujos de efectivo deben expresarse en términos del valor del dinero en el periodo cero o en dinero constante y, por supuesto, la TMAR empleada tampoco contendría la inflación, es decir:

$$TMAR = \text{inflación} + \text{premio al riesgo}$$

$$\text{Sin inflación} = 0$$

$$TMAR = \text{premio al riesgo}$$

Dónde: premio al riesgo = tasa de crecimiento real del riesgo

### 3.5.2 Enfoque de análisis que incluye la inflación

En este enfoque, tanto la TMAR como los flujos de efectivo se expresan con un componente inflacionario. Al dinero que se maneja de esta manera se le llama dinero corriente o dinero nominal. Lo más notable del uso de ambos enfoques es que, si se utilizan correctamente, sus resultados son idénticos, lo cual elimina del análisis tanto el problema del tratamiento de la inflación como la incertidumbre al tomar la decisión de que los pronósticos no se cumplan. En esta sección se demuestra la equivalencia de ambos métodos.

En el caso del enfoque sin inflación, el VPN se calcula a una  $TMAR = i$ .

$$VPN = -P + \sum_1^n \frac{FNE}{(1+i)^n} \quad (3.13)$$

### 3.5.3 Restricciones para el uso adecuado de ambos enfoques

1. La inflación pronosticada puede considerarse como una tasa anual constante o variable, dado que la TMAR que se aplica en el cálculo VPN también se presenta como una tasa anual constante. Si se calcula la TIR, que también está dada como una tasa única que se obtiene cada año.
2. Cuando se aplica este análisis a entidades productivas, la condición para que se cumpla la igualdad 3.16 es que el nivel de producción se mantenga constante. Es bien sabido que si aumenta la producción, necesariamente varían los FNE y, por supuesto, se alteran la congruencia del enfoque y del resultado.
3. Cuando en los problemas se considera el financiamiento y la inflación, por lo general los costos y los ingresos inherentes de la empresa o entidad que va a tomar la decisión están determinados en el tiempo o periodo cero, razón por la cual en el problema debe inflarse; por su parte, el interés que se considera en el financiamiento normalmente ya incluye o toma en cuenta la inflación.

**MÓDULO VI**  
**ANÁLISIS DE**  
**SENSIBILIDAD**  
**FORMALIZADO Y**  
**DECISIONES DE**  
**VALOR**  
**ESPERADO**

#### **4.1 Determinación de la sensibilidad para variación de parámetros**

El análisis económico emplea estimaciones de valor futuro de un parámetro para ayudar a quienes toman decisiones. Puesto que las estimaciones futuras siempre tienen algún nivel de error, existe imprecisión en las proyecciones económicas. El efecto de la variación puede determinarse mediante el análisis de sensibilidad. El término parámetro se usa para representar cualquier variable o factor para el que es necesario un valor estimado o determinado. (Leland Blank .P. E.,Anthony Tarquin, 2006).

El análisis de sensibilidad determina la forma en que se alterarían una medida de valor (VP valor presente, VA valor anual, TR tasa de retorno, o B/C beneficio costo) y la alternativa seleccionada, si un parámetro particular varía dentro de un rango de valores establecidos. En general, las variaciones de la vida, en costos anuales e ingresos resultan de variaciones en el precio de venta, de operación a diferentes niveles de capacidad, de inflación, etc.

Por lo común, el análisis de sensibilidad se concentra en la variación esperada en las estimaciones de (P valor presente, COA costo anual de operación, S valor de salvamento, n número de años, costos unitarios, ingresos unitarios y parámetros similares. Dichos parámetros con frecuencia son el resultado de las preguntas durante el diseño y de sus respuestas. Los parámetros que se basan en tasas de interés no se tratan de la misma forma. (Stanley Fischer , Rudiger Dornbusch , Richard Schmalensee,1990 )

Los parámetros como la TMAR y otras tasas de interés (tasas de préstamo, tasa de inflación) son más estables de un proyecto a otro. Si se realiza, el análisis de sensibilidad sobre ellos es para valores específicos o sobre un estrecho rango de valores. Por lo tanto, el análisis de sensibilidad está más limitado a parámetros de tasas de interés.

Al realizar un análisis de sensibilidad completo se sigue este procedimiento general, cuyos pasos son: (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2006)

1. Determinar que parámetro(s) de interés podrían variar respecto del valor estimado más probable.
2. Seleccionar el rango probable de variación y su incremento para cada parámetro.
3. Elegir la medida de valor.
4. Calcular los resultados para cada parámetro utilizando la medida de valor como base.

5. Para interpretar mejor la sensibilidad, ilustre gráficamente el parámetro *versus* la medida de valor.

Este procedimiento del análisis de sensibilidad debería indicar que parámetros justifican un estudio más detenido o cuales requieren la consecución de información adicional. Cuando hay dos alternativas o más, es mejor utilizar una medida de valor VP o VA en el paso 3. Si se emplea la TR, se requieren esfuerzos adicionales de análisis incremental entre alternativas.

Cuando se considera la sensibilidad de diversos parámetros para una alternativa utilizando una sola medida de valor, es útil elaborar la gráfica del cambio porcentual para cada parámetro contra la medida de valor. Si la curva de respuesta de TR es plana y se acerca a la horizontal en el rango de la variación total graficada para un parámetro, existe poca sensibilidad de TR a los cambios en el valor del parámetro. Si se comparan dos alternativas y se busca la sensibilidad a un parámetro, la gráfica puede mostrar resultados marcadamente no lineales.

#### **4.2 Análisis de sensibilidad formalizado utilizando tres estimaciones**

Es posible examinar a cabalidad las ventajas y desventajas económicas entre dos o más alternativas tomando prestada, del campo del control de proyectos, la noción de elaborar tres estimaciones para cada parámetro: una pesimista, una muy probable y una optimista. Dependiendo de la naturaleza de un parámetro, la estimación pesimista puede ser el menor valor (la vida de la alternativa es un ejemplo) o el valor más grande (como el costo inicial de un activo).

Dicho enfoque formal nos permite estudiar la sensibilidad de la selección de las medidas de valor y de las alternativas, dentro de un rango preestablecido de variación para cada parámetro. En general, cuando se calcula la medida de valor para un parámetro o una alternativa particular, se utiliza la estimación más probable para todos los demás parámetros.

#### **4.3 Variabilidad económica y el valor esperado**

Los ingenieros y los analistas económicos a menudo se enfrentan a estimaciones sobre un futuro incierto otorgando confiabilidad apropiada a la información pasada, si es que existe. Lo anterior significa que se utilizan la probabilidad y las muestras. De hecho, el uso del análisis probabilístico no es tan común como debería. La razón para ello no radica en que los cálculos sean difíciles de realizar o de entender, sino en que las probabilidades realistas asociadas con las estimaciones del flujo de efectivo son difíciles de efectuar. Para evaluar la deseabilidad de una alternativa, con

frecuencia la experiencia y el juicio se emplea conjuntamente con las probabilidades y los valores esperados.

El valor esperado puede interpretarse como un promedio de largo plazo observable, si el proyecto se repite muchas veces. Puesto que una alternativa específica se evalúa o se aplica solo una vez, resulta una estimación puntual del valor esperado. Sin embargo, aun para una sola ocurrencia, el valor esperado es un número significativo.

El valor esperado puede interpretarse como un promedio de largo plazo observable, si el proyecto se repite muchas veces. Puesto que una alternativa específica se evalúan o se aplica solo una vez, resulta una estimación puntual del valor esperado. Sin embargo, aun para una sola ocurrencia, el valor esperado es un número significativo.

El valor esperado  $E(X)$  se calcula mediante la relación:

$$E(X) = \sum_{i=1}^{i=m} X_i P(X_i) \quad (4.1)$$

Donde  $X_i$  =valor de la variable  $X$  para  $i$  desde 1 hasta  $m$  valores distintos

$P(X_i)$  = probabilidad de que ocurra un valor específico de  $X$

Las probabilidades siempre se expresan correctamente en forma decimal, aunque de ordinario se hable de ellas en porcentajes y con frecuencia se hace referencia a ellas como *posibilidades*; por ejemplo, las posibilidades son de alrededor de 10%. Al ubicar el valor de la probabilidad en la ecuación [4.1] o cualquier otra relación, utilice el equivalente decimal de 105, es decir, 0.1. En todas las ecuaciones de probabilidad los valores  $P(X_i)$  para una variable  $X$  deben totalizar 1.0.

$$\sum_{i=1}^{i=m} P(X_i) = 1.0$$

Para simplificar, por lo común se omitirá el subíndice  $i$  que acompaña la  $X$ .

Si  $X$  representa los flujos de efectivo estimados, algunos serán positivos y otros negativos. Si una serie del flujo de efectivo incluye ingresos y costos, y se calcula el valor presente a la  $TMAR$ , el resultado es el valor esperado de los flujos de efectivo descontados,  $E(VP)$ .

#### **4.4 Cálculos de valor esperado para alternativas**

El cálculo de valor esperado  $E(X)$  se utiliza en una diversidad de formas. Dos formas son:

1) preparar información para incorporarla en un análisis más completo de ingeniería económica.

2) evaluar la viabilidad esperada de una alternativa formulada completamente.

#### 4.5 Evaluación de alternativas por etapas utilizando un árbol de decisión

La evaluación de alternativas puede requerir una serie de decisiones en las cuales el resultado de una etapa es importante para la siguiente etapa en la toma de decisiones. Cuando es posible definir claramente cada alternativa económica y se desea considerar explícitamente el riesgo, es útil realizar la evaluación utilizando un árbol de decisión figura 4.1, que incluye:

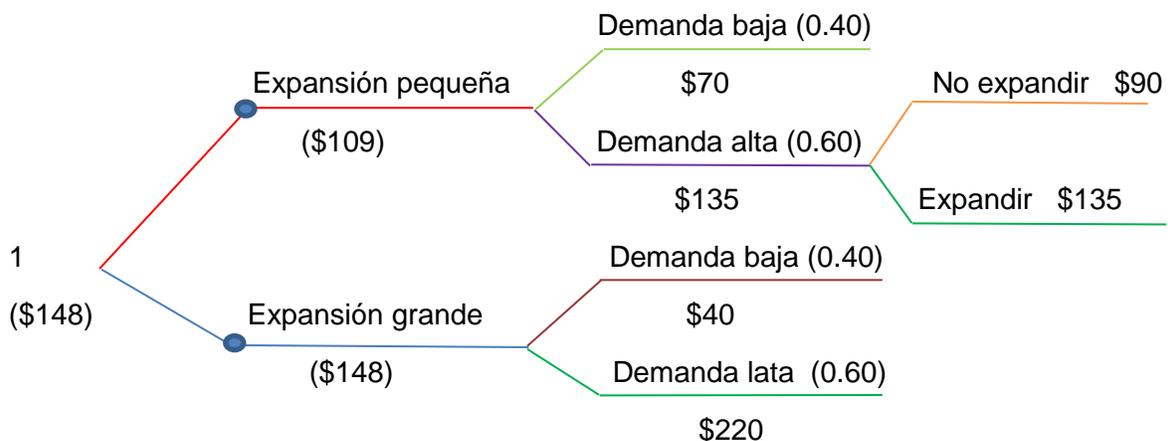


Figura 4.1 Árbol de decisión (Diego, 2014)

- Más de una etapa de selección de alternativas.
- La selección de una alternativa en una etapa que conduce a otra etapa.
- Resultados esperados de una decisión en cada etapa.
- Estimaciones de probabilidad para cada resultado.
- Estimaciones del valor económico (costo o ingreso) para cada resultado.
- Medida del valor como criterio de selección, tal como  $E(VP)$ .

El árbol de decisiones se construye de izquierda a derecha, e incluye cada decisión y resultado posible. Un cuadrado representa un nodo de decisiones con las alternativas posibles que se indican en las ramas que salen del nodo de decisión. Un círculo representa un nodo de probabilidad con resultados posibles y probabilidades estimadas en las ramas. Como los resultados siempre siguen a las decisiones, se obtiene la estructura en forma de árbol.

Generalmente, cada rama de un árbol de decisión tiene algún valor económico estimado (al cual se hace referencia frecuentemente como retribución) en términos de costos, ingresos o beneficio. Estos flujos de efectivo se expresan en términos de valores  $VP$ ,  $VA$  o  $VF$  y se muestran a la derecha de cada rama de resultados finales. Los valores de flujo de efectivo y de probabilidad en cada rama de resultados se utilizan para calcular el valor económico esperado de cada rama de decisión.

Para utilizar el árbol de decisiones con la finalidad de evaluar y seleccionar alternativas, es necesaria la siguiente información adicional para cada rama:

- Probabilidad estimada de que cada resultado pueda ocurrir. Estas probabilidades deben sumar 1.0 para cada conjunto de resultados (ramas) que se generan de una decisión.
- Información económica para cada alternativa de decisión y resultado posible, tal como inversión inicial y flujo de efectivo estimados.

Las decisiones se toman a partir de la estimación de probabilidad y la estimación del valor económico para cada rama de resultados. A menudo se utiliza el valor presente a la  $TMAR$  en los cálculos del valor esperado del tipo de la ecuación (4.1). El procedimiento general para resolver el árbol mediante análisis  $VP$  es:

1. Empiece en la parte superior derecha del árbol y determine el valor de  $VP$  para cada rama de resultado, considerando el valor del dinero en el tiempo.
2. Calcule el valor esperado para cada alternativa de decisión.

$$E(\text{decisión}) = \sum(\text{estimacion de resultado})P(\text{resultado}) \quad (4.2)$$

Donde la suma incluye todos los resultados posibles para cada alternativa de decisión.

3. En cada nodo de decisión, seleccione el mejor valor  $E$  (de decisión): el costo mínimo o el valor máximo (si se estiman los ingresos y los costos).
4. Continúe moviéndose a la izquierda del árbol hacia la decisión de las raíces para seleccionar la mejor alternativa.
5. Trace la mejor ruta de decisiones de regreso a través del árbol.

# **MÓDULO V**

# **DECISIONES DE**

# **REEMPLAZO Y**

# **CONSERVACIÓN**

## **5.1 Fundamentos del análisis de reemplazo**

Llevar a cabo un análisis de reemplazo surge a partir de diversas fuentes para el entendimiento y comprensión del problema que se está analizando (Leland Blank ,Anthony Tarquin,.1990).

### **5.1.1 Rendimiento disminuido.**

Debido al deterioro físico, la capacidad esperada de rendimiento a un nivel de conformidad (estar disponible y funcionar correctamente cuando sea necesario) o productividad (funcionar a un nivel dado de calidad y cantidad) no está presente.

Esto es por lo general da como resultado incrementos de costo de operación, altos niveles de desechos y costos de reelaboración, perdida de ventas, disminución de calidad y seguridad, así como elevados gastos de mantenimiento.

### **5.1.2 Requisitos alterados.**

El equipo o sistema existente no puede cumplir con los nuevos requisitos de exactitud, velocidad u otras especificaciones. A menudo las opciones son reemplazar por completo el equipo, o reforzarlo mediante ajustes o intensificación.

### **5.1.3 Obsolescencia.**

Como consecuencia de la competencia internacional y del rápido avance tecnológico, los sistemas y activos actuales instalados funcionan aceptablemente, aunque con menor productividad que el equipo que se fabricara en breve. La disminución del tiempo que tardan los productos en llegar al mercado con frecuencia es la razón de los análisis de reemplazo anticipado, es decir, estudios realizados antes de que alcance la vida útil económica calculada.

### **5.1.4 Defensor y retador.**

Son las denominaciones para dos alternativas mutuamente excluyentes. El defensor es el activo actualmente instalado, y el retador es el posible reemplazo. Un análisis de remplazo compara estas dos alternativas. El retador será el mejor cuando se haya elegido como la mejor opción de reemplazo para el defensor. (Es la misma tecnología empleada anteriormente para la *TR* incremental y el análisis *B/C* de dos alternativas nuevas.)

### **5.1.5 Los valores anuales.**

Se utilizan como principal medida económica de comparación entre el defensor y el retador. El término CAUE (costo anual uniforme equivalente) se puede utilizar en vez del *VA*, debido a que en la evaluación frecuentemente solo se incluyen los costos;

se suponen iguales los ingresos generados por el defensor o el retador. Puesto que los cálculos de equivalencia solo se incluyen los costos; se suponen iguales los ingresos generados por el defensor o el retador. Puesto que los cálculos de equivalencia para el CAUE son exactamente los mismos que para el VA, aplicaremos el término VA. Por lo tanto, todos los valores serán negativos cuando solo se incluyan los costos. Por supuesto, el valor de salvamento es una excepción, pues constituye un ingreso de efectivo y lleva un signo positivo.

#### **5.1.6 Vida útil económica (VUE).**

Para una alternativa es el número de años en los que se presenta el VA de costo más bajo. Los cálculos de equivalencia para determinar la VUE establecen el valor  $n$  de la vida para el mejor retador, y también establecen el costo de vida menor para el defensor en un estudio de reemplazo.

#### **5.1.7 Costo inicial del defensor.**

Es el momento de la inversión inicial  $P$  empleado por el defensor. El valor comercial actual ( $VC$ ) es el cálculo correcto de  $P$  aplicando al defensor en un análisis de reemplazo. El valor justo de mercado puede obtenerse de valuadores profesionales, revendedores o liquidadores que conozcan el valor de los activos usados. El valor de salvamento calculado al final del año 1 se convierte en el valor comercial al principio del siguiente año, siempre y cuando los cálculos permanezcan correctos con el paso de los años. Resulta incorrecto emplear lo siguiente como valor comercial para el costo inicial justo o el valor depreciado en libros tomado de los registros contables. Si el defensor debe mejorarse o incrementarse para que sea equivalente al retador (en velocidad, capacidad, etc), este costo se suma al  $VC$  para obtener el cálculo del costo inicial del defensor. En este caso se incrementó el activo para la alternativa del defensor, este activo separado y sus cálculos se incluyen en los cálculos del activo instalado, para completar la alternativa del defensor. Entonces, esta alternativa se compara con el retador a través de un análisis de reemplazo.

#### **5.1.8 Costo inicial del retador.**

Es la cantidad de capital que deberá recuperarse (amortizarse) al reemplazar el defensor con un retador. Dicha cantidad es casi siempre igual a  $P$ , el costo inicial del retador. Ocasionalmente, un valor de intercambio elevado de manera no real pudiera ofrecerse por el defensor al compararlo con su valor de mercado justo. En tal caso, se reduce el flujo de efectivo neto requerido por el retador, y ello deberá considerarse en el análisis. La cantidad correcta que el retador debe recuperar y utilizar en el análisis económico es su costo inicial menos la diferencia entre el valor de

intercambio ( $VI$ ) y el valor comercial ( $VC$ ) del defensor. En forma de ecuación sería  $P - (VI - VC)$ , lo cual representa el costo real para la compañía debido a que incluye tanto el costo de oportunidad (por ejemplo, valor comercial del defensor) como el desembolso en efectivo (por ejemplo, costo inicial- valor de intercambio) para adquirir al retador. Por supuesto, cuando los valores comerciales y de intercambio son los mismos, el valor  $P$  del retador se emplea en todos los cálculos.

El costo inicial del retador es la inversión inicial calculada necesariamente para adquirirlo e instalarlo. En algunas ocasiones, el analista o el gerente buscara incrementar el costo inicial con una cantidad igual al capital no recuperado remanente del defensor, como aparece en los registros contables del activo. Esto se observa más frecuentemente cuando el defensor funciona bien en sus primeras etapas de vida, pero la obsolescencia tecnológica, o alguna otra razón, obliga a considerar un reemplazo. A este monto de capital no recuperado se le denomina costo no recuperable o hundido, el cual no deberá sumarse al costo inicial del retador, porque haría que el retador parezca más costoso de lo que realmente es.

Los costos no recuperables o hundidos son pérdidas de capital que no pueden recobrase en un estudio de reemplazo. Los costos no recuperables o hundidos se manejan correctamente en la declaración de ingresos de la corporación y son deducibles de impuestos.

Un análisis de reemplazo es una aplicación del método del valor anual. Por consiguiente, las suposiciones fundamentales para un análisis de reemplazo se comparan con las del análisis del VA. Si el horizonte de planeación es infinito, es decir, si se trata de un periodo de estudio no específico, las suposiciones serán las siguientes:

1. Los servicios suministrados serán necesarios durante un tiempo indefinido.
2. El retador es el mejor retador disponible ahora y en el futuro para reemplazar al defensor. Cuando este retador reemplaza al defensor (ahora o más adelante), esto se repetirá para ciclos de vida subsecuentes.
3. Los estimados de los costos para cada ciclo de vida del retador serán los mismos.

Como se esperaba, ninguna de estas suposiciones es precisamente correcta. Cuando el sentido de una o más suposiciones se vuelve incorrecto, los cálculos para las alternativas deberán actualizarse y se llevara a cabo un nuevo análisis de reemplazo. Cuando el horizonte del planteamiento está limitado a un periodo de estudio específico, no son válidas las suposiciones antes mencionadas.

## 5.2 Vida útil económica

En realidad, inicialmente no se conoce la mejor estimación de vida que se empleara en un análisis económico. Cuando se lleva a cabo un análisis de reemplazo o un análisis entre alternativas nuevas, el mejor valor para  $n$  debería determinarse utilizando las estimaciones del costo actual. A la mejor estimación de vida se le denomina vida útil económica.

La vida útil económica (VUE) es el número de años  $n$  en que son mínimos los costos del valor anual (VA) uniforme equivalentes, durante todos los años que el activo pudiera suministrar el servicio.

A la VUE también se le conoce como vida económica o vida de costo mínimo. Una vez que se determina, la VUE debería ser la vida estimada del activo aplicada a un estudio de ingeniería económica, si solo se consideran los aspectos económicos. Cuando han pasado  $n$  años, la VUE indica que el activo debería reemplazarse para minimizar los costos totales. Para llevar a cabo correctamente un análisis de reemplazo, es importante que se determine la VUE del retador, así como la VUE del defensor, ya que generalmente sus valores  $n$  no están preestablecidos.

La VUE se determina calculando el VA total de los costos si el activo está en servicio 1 año, 2 años, 3 años, etc., hasta el último año en que el activo se considere útil. El VA total de costos es la suma de la recuperación de capital (RC), que es el VA de la inversión inicial y cualquier valor de salvamento, así como el VA del costo anual de operación (COA) estimado, es decir:

$$\begin{aligned} \text{VA total} &= -\text{recuperación de capital} - \text{VA del costo anual de operación} & (5.1) \\ &= -\text{RC} - \text{VA del COA} \end{aligned}$$

La VUE es el valor  $n$  del más pequeño VA de los costos. (Recuerde: estos VA son los estimados de costo, de manera que los valores VA serán números negativos. Por consiguiente, \$ 200 es un costo menor que \$ 500.) La figura 5.1 muestra la forma común del VA de la curva del costo. Un elemento del VA total disminuye, mientras que el segundo elemento aumenta, y de esta manera se crea la forma cóncava. Los dos factores del VA se calculan de la siguiente forma.

### 5.2.1 Costo disminuido de la recuperación de capital.

La recuperación de capital es el VA de la inversión: esta disminuye con cada año de posesión. La recuperación de capital se calcula por medio de la ecuación (5.2). El valor de salvamento  $S$ , que generalmente disminuye con el tiempo, es el valor comercial (VC) calculado para ese año.

$$\text{Recuperación de capital} = -P(A/P, i, n) + S(A/F, i, n) \quad (5.2)$$

### 5.2.2 Incremento del costo del VA para COA.

Puesto que las estimaciones del COA generalmente se incrementan con el paso de los años, aumenta el VA del COA. Para calcular el VA de las series de los años 1, 2, 3,... del COA, determine el valor presente de cada valor del COA con el factor  $P/F$ , y después redistribuya este valor  $P$  en los años de posesión, empleando el factor  $A/P$ .

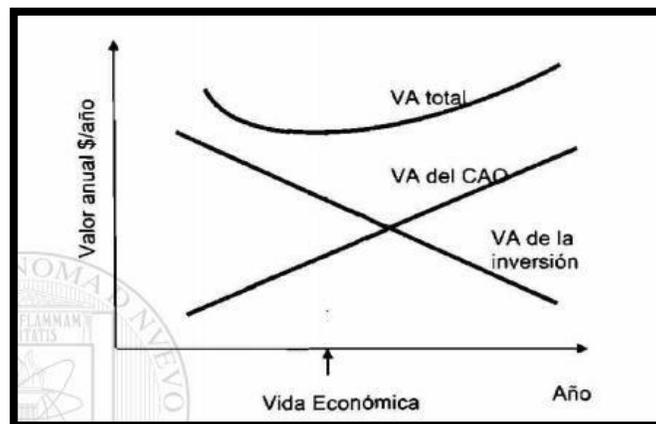
La ecuación completa para el VA total de los costos  $k$  años es:

$$\text{Total VA}_t = -P\left(\frac{A}{P}, i, k\right) + S_K\left(\frac{A}{F}, i, k\right) - \left[\sum_{j=1}^{j=k} COA_j\left(\frac{P}{F}, i, j\right)\right] (A/P, i, k) \quad (5.3)$$

Donde  $P$ =inversión inicial o valor comercial actual

$S_K$ =valor de salvamento o valor comercial después de  $k$  años

$COA_j$ =costo anual de operación por año  $j$  ( $j=1$  a  $k$ )



**Figura 5.1** Curvas de valor anual de los elementos de costo que determinan la vida útil económica ( Iván José Turmero Astros,2009).

Cuando la vida  $n$  esperada se conoce para el caso del retador o del defensor, su VA se determina a lo largo de los  $n$  años, utilizando el costo inicial o el valor comercial actual, el valor de salvamento estimado después de  $n$  años y los cálculos para COA. Este VA es el correcto para utilizar en el análisis de reemplazo.

Si es razonable predecir las series de VC con un fundamento anual, se pueden combinar con los cálculos del COA para producir lo que se denomina costos marginales para un activo.

Los costos marginales (CM) son los cálculos anuales de los costos de propiedad y operación de un activo para ese año.

Existen 3 elementos para cada estimado de costo marginal anual:

- Costo de propiedad (la pérdida en el valor comercial es la mejor estimación de dicho costo).
- El interés no ganado en el valor comercial al principio del año.
- COA de cada año.

Una vez que se determinan los costos marginales para cada año, puede calcularse su VA equivalente. La suma de los valores anuales de los primeros dos componentes es idéntica a la cantidad de la recuperación de capital. Debería estar claro ahora que el VA total de los tres elementos del costo marginal durante  $k$  años es el mismo valor que el valor anual total, para  $k$  años calculado en la ecuación (5.4). Por lo tanto, es la siguiente relación:

$$\text{VA de costos marginales} = \text{VA total de costos} \quad (5.4)$$

Entonces, no es necesario llevar a cabo por separado un análisis de costo marginal detallado, cuando se calculan anualmente los valores comerciales.

Es posible obtener dos conclusiones específicas acerca de  $n$  y el VA que se utilizan en un análisis de reemplazo. Estas conclusiones se basan en el grado para el que se realizan los estimados anuales del valor comercial.

1. Se realizan cálculos de valor comercial cada año. Tales cálculos se emplean para llevar a cabo un análisis de VUE y para determinar en valor  $n$ , con el VA total menor de costos. Estos son la mejor  $n$ , así como los valores anuales del análisis de reemplazo.

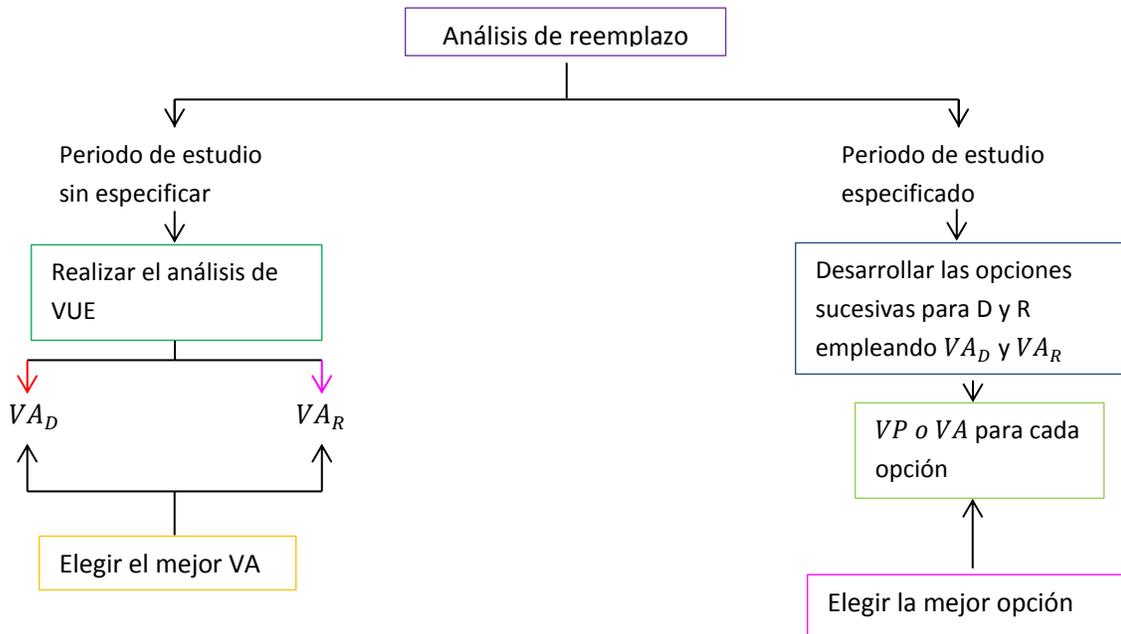
2. No se realizan cálculos de valor comercial cada año. Aquí el único cálculo disponible es el valor comercial (valor de salvamento) en el año  $n$ . Emplee este valor para calcular el VA durante  $n$  años. Estos serán los valores anuales y de  $n$  que se utilizarán; sin embargo, quizá no sean los “mejores” valores en caso de que no represente el mejor VA total equivalente del valor de costo.

Al completar el análisis de VUE, el procedimiento de un análisis de reemplazo en la siguiente sección se aplica utilizando los siguientes valores:

### 5.3 Realización de un análisis de reemplazo

Los análisis de reemplazo se llevan a cabo de dos maneras: sin especificar el periodo de estudio o con un periodo de estudio definido.

Un análisis de reemplazo se determina cuándo un retador reemplaza al defensor. El estudio completo se termina si el retador ( $R$ ) se elige para reemplazar al defensor ( $D$ ) en ese momento. No obstante, si se mantiene el defensor, el estudio podría extenderse un número de años igual a la vida del defensor  $n_D$ , después del cual un retador reemplazara al defensor. Utilice el valor anual y los valores de vida de  $R$  y  $D$  determinados en el análisis de VUE, para aplicarlos en el siguiente procedimiento del análisis de reemplazo. Lo anterior supone que los servicios ofrecidos por el defensor podrían obtenerse a la cantidad  $VA_D$ .



**Figura 5.2** Panorama general para ambos enfoques del análisis de reemplazo (Leland Blank ,Anthony Tarquin,1990)

### Nuevo análisis de reemplazo

1. Sobre la base del mejor valor de  $VA_R$  o  $VA_D$ , elija la mejor alternativa (R) o la mejor alternativa (D). Cuando se haya elegido al retador, reemplace al defensor en ese momento y espere conservar al retador por  $n_R$  años. Entonces el análisis de reemplazo estará completo. Por otra parte, si eligió al defensor, planee conservarlo hasta  $n_D$  años.(Se trata de la rama izquierda de la figura 5.2.) El próximo año, lleve a cabo los siguientes pasos.

### Análisis posterior a un año

2. En el caso de que no todos los cálculos sean vigentes para ambas alternativas, especialmente el costo inicial, el valor comercial y el COA, proceda con el paso 3. En el caso que sean vigentes y este es el año  $n_D$ , reemplace al defensor. Sino es el año  $n_D$ , conserve al defensor un año más y repita este mismo paso. Este paso podría repetirse en varias ocasiones.

3. Si los estimados han cambiado, actualícelos y determine nuevos valores para  $VA_R$  y  $VA_D$ , e inicie un nuevo análisis de reemplazo (paso 1).

Si inicialmente se elige al defensor (paso 1), quizá sea necesario actualizar las estimaciones después de un año de conservación (paso 2). Posiblemente ya exista un nuevo mejor retador para compararlo con D. cualquier cambio significativo en los cálculos del defensor o en la disponibilidad de un nuevo retador indica que deberá llevarse a cabo un nuevo análisis de reemplazo. En la actualidad, un análisis de reemplazo puede llevarse a cabo anualmente para determinar la conveniencia de reemplazar o conservar algún defensor, siempre y cuando esté disponible un retador competitivo.

A menudo resulta útil conocer el valor comercial mínimo del defensor necesario para que el retador sea atractivo en términos económicos, si se puede obtener un valor comercial y de intercambio) de al menos dicha cantidad, el retador deberá elegirse inmediatamente desde una perspectiva económica. Este es un valor de equilibrio entre  $VA_R$  y  $VA_D$ , y se le denomina valor de reemplazo ( $VR$ ). Establezca la relación  $VA_R = VA_D$  con un valor comercial del defensor sustituido por  $VR$ , que se desconoce en ese momento. Si se conoce  $VA_R$ , se podrá determinar el  $VR$ . La directriz es la siguiente:

Si el valor de intercambio real excede el valor de reemplazo de equilibrio, el retador es la mejor alternativa y deberá reemplazarse al defensor en este momento.

#### **5.4 Consideraciones adicionales en un análisis de reemplazo**

Algunos aspectos adicionales en un análisis de reemplazo que es necesario explicar. Tres de estos aspectos se identifican y analizan en orden.

- Las decisiones de reemplazo para años futuros en el momento del análisis de reemplazo inicial.
- Costo de oportunidad frente a enfoques de flujos de efectivo para la comparación de alternativas.
- Anticipación de futuros retadores mejorados.

Cuando la gerencia inicia un análisis de reemplazo, la pregunta queda mejor planteada de la siguiente manera: ¿se reemplaza ahora, dentro de 1 año, dentro 2

años etc.? . El procedimiento anterior responde, en efecto, la pregunta siempre y cuando los cálculos para  $R$  y  $D$  no varíen conforme transcurre cada año. En otras palabras, en el momento en que se lleva a cabo, el paso 1 del procedimiento responde la pregunta referente al reemplazo para múltiples años. Es solo cuando las estimaciones cambian con el tiempo que la decisión de retener el defensor puede invertirse prematuramente a favor del entonces mejor retador, es decir, antes de  $n_D$  años.

Los costos iniciales (valor  $P$ ) para el retador y el defensor se han tomado correctamente como la inversión inicial, en el caso del retador  $R$ ; y el valor comercial actual, en el caso del defensor  $D$ . esto recibe el nombre de enfoque de costo de oportunidad, en virtud de que reconoce que una entrada de fondos igual al valor comercial se desprecia al elegir al defensor. Dicho enfoque, también llamado enfoque convencional, es correcto para cada análisis de reemplazo. Un segundo enfoque, denominado enfoque de flujo de efectivo, reconoce que cuando se elige  $R$ , se recibe la entrada de efectivo del valor comercial para el caso del defensor y, en efecto, reduce de inmediato el capital necesario para invertir en el retador. La aplicación del enfoque de flujo de efectivo se recomienda muy poco a causa de, por lo menos, dos razones: la posible violación del supuesto de servicios iguales y el valor incorrecto de recuperación de capital para  $R$ , estamos conscientes de que todas las evaluaciones económicas deben comparar alternativas con servicios iguales. Por consiguiente, el enfoque de flujo de efectivo funciona solamente cuando las vidas del retador y del defensor son exactamente iguales. Normalmente este no es el caso; de hecho, el análisis de VUE y el procedimiento del estudio de reemplazo se diseñan con el propósito de comparar dos alternativas mutuamente excluyentes y de vidas diferentes, utilizando el método de valor anual. Si esta razón relativa a la comparación de servicios iguales no es suficiente, considere lo que sucede a la cantidad de recuperación de capital del retador cuando disminuye su costo inicial por el valor comercial del defensor. Los términos de la recuperación de capital ( $RC$ ) en la ecuación (5.3) se reducirán, lo que dará como resultado un falso valor bajo de  $RC$  para el retador, cuando se elige. Desde la perspectiva ventajosa del estudio económico mismo, la decisión para  $R$  o  $D$  no cambiara; sin embargo, cuando se elige e implementa  $R$ , en valor  $RC$  no resulta confiable. La conclusión es simple: emplee la inversión inicial de  $R$  y el  $VC$  de  $D$  como costos iniciales en el análisis de VUE y el análisis de reemplazo.

Una premisa fundamental de una análisis de reemplazo se refiere al hecho de que algún retador reemplazara al defensor en cierto momento en el futuro, siempre que el servicio se siga requiriendo y un retador que valga la pena se encuentre disponible. La expectativa de mejorar siempre los retadores puede estimular a retener al defensor hasta que se establezcan algunos elementos relacionados con la situación: tecnológica, costos, fluctuaciones en el mercado, negociaciones por contrato, etc. El análisis de reemplazo no sustituye la disponibilidad del retador predecible. Es importante comprender las tendencias, avances y fuerzas competitivas que pueden complementar el resultado económico de un buen análisis de reemplazo. Con frecuencia es mejor comparar al retador con un defensor fortalecido en el análisis de reemplazo. La añadidura de las características necesarias a un defensor actualmente instalado llega a prolongar su vida útil y su productividad hasta que las opciones del retador resulten más atractivas.

Es posible que ocurra un impacto tributario significativo cuando un defensor se cambia temprano en su vida esperada.

### **5.5 Análisis de reemplazo durante un periodo de estudio específico.**

Cuando el periodo del análisis de reemplazo se limita a un periodo de estudio u horizonte de planeación específico, 6 años, por ejemplo, la determinación de los valores VA para el retador y para la vida restante del defensor normalmente no se basan en la vida útil económica. No se toma en cuenta lo que sucede con las alternativas después del periodo de estudio en el análisis de reemplazo. Por consiguiente, los servicios no se requieren más allá del periodo de estudio.

Cuando se lleva a cabo un análisis de reemplazo durante un periodo fijo, resulta esencial que los cálculos para determinar los valores VA sean exactos y se utilicen en el estudio. Lo anterior es de particular importancia para el defensor. Si no se cumple con la siguiente condición, se viola la suposición de comparación de servicios iguales.

Cuando la vida restante del defensor es más breve que el periodo de estudio, el costo de suministrar los servicios del defensor, a partir del final de su vida restante esperada hasta el final del periodo de estudio, debe calcularse con tanta exactitud como sea posible e incluso en el análisis de reemplazo.

La rama derecha de la figura 5.2 muestra una vista general del procedimiento del estudio de reemplazo para un periodo de estudio establecido.

1. Opciones sucesivas y valores  $VA$ . Se llevan a cabo todas las formas viables de utilizar al defensor y al retador durante el periodo de estudio. Puede haber una o varias opciones; cuanto más extenso sea el periodo de estudio, más complejo se torna el análisis. Los valores  $VA_R$  y  $VA_D$  se utilizan para formar serie de flujo de efectivo equivalente para cada opción. ( Riggs, Bedworth, Randhawa 2002)
2. Elección de la mejor opción. Se calcula  $VP$  o  $VA$  de cada opción durante el periodo de estudio. Se elige la opción con mínima costo o mayores rendimientos en caso de que se estimen los ingresos. (Como antes, la mejor opción tendrá el mayor valor numérico para  $VP$  o  $VA$ ). ( Riggs, Bedworth, Randhawa 2002)

# **MÓDULO VI**

# **DEPRECIACIÓN**

## **6.1 Depreciación**

Es la reducción en el valor de un activo. El método empleado para depreciar un activo es una forma de tomar en consideración el valor depreciable del activo para el propietario y para representar el valor (monto) de disminución de los fondos de capital invertidos en el monto de la depreciación anual  $D_t$  no representa un flujo de efectivo real, ni refleja necesariamente el patrón del uso real del activo durante su posesión. (Gabriel Baca Urbina, 2010)

### **6.1.1 Depreciación en libros y depreciación par efecto de impuestos**

Son términos empleados para describir el propósito de reducir el valor del activo. La depreciación toma en cuenta por dos razones:

1. Para la contabilidad financiera interna de una empresa o negocio. Esta es la depreciación en libros.
2. Para cálculos impositivos por disposiciones gubernamentales. Esta es la depreciación para efectos de impuestos.

Los métodos aplicados para estos dos propósitos pueden utilizar o no las mismas formulas, como se analiza más adelante. La depreciación en libros indica la inversión reducida en un activo con base en el patrón vigente y la vida útil esperada de dicho activo. Hay métodos clásicos de depreciación aceptados internacionalmente que se usan para determinar la depreciación en libros: en línea recta, de saldos decrecientes y el que rara vez se utiliza es el de la suma de los dígitos del año. El monto de la depreciación para efecto de impuestos es importante en los estudios de ingeniería económica después de impuestos por lo siguiente:

La depreciación de impuestos se puede calcular y referir de manera distinta en países distintos a Estados Unidos. Por ejemplo, el equivalente en Canadá es el TCC (tolerancia del costo de capital), el cual se calcula con base en el valor no depreciado de todas las propiedades corporativas que forman una clase particular de activos, mientras que en Estados Unidos la depreciación puede determinarse para cada activo por separado.

Donde se permite, la depreciación para efecto de impuestos usualmente está basada en un método acelerado; por consiguiente, la depreciación para los primeros años de uso es mayor que para los años posteriores. En Estados Unidos, este método se denomina SMARC, según se estudiaría en las secciones que siguen. De hecho, los métodos acelerados difieren parte del impuesto sobre la renta que se carga a periodos posteriores de la vida del activo; no reducen la cantidad total de impuestos.

### **6.1.2 Costo inicial o base no ajustada**

Es el costo del activo entregado e instalado que incluye precio de compra, comisiones de entrega e instalación, y otros costos directos depreciables en los que se incurre con la finalidad de preparar el activo para su uso. El término base no ajustada  $B$ , o simplemente base, se utiliza cuando el activo es nuevo; se emplea el término base ajustada cuando se ha cargado alguna depreciación.

### **6.1.3 El valor en libros**

Representa la inversión restante y no depreciable en los libros, después de que el monto total de cargos de depreciación a la fecha se restó de la base. En general, el valor en libros,  $VL_t$ , se determina al final de cada año, lo cual es consistente con la habitual convención de fin de año.

### **6.1.4 El periodo de recuperación**

Es la vida depreciable,  $n$ , del activo en años. Con frecuencia, existen diferentes valores  $n$  para las depreciaciones en libros y para efecto de impuestos. Estos valores pueden ser diferentes de la vida productiva estimada del activo.

### **6.1.5 El valor de mercado**

Un término también empleado en el análisis de reemplazo, es la cantidad estimada que ingresaría si el activo se vendiera en el mercado abierto. Debido a la estructura de las leyes de depreciación, el valor en libros y el valor de mercado llegan a ser sustancialmente diferentes. Por ejemplo, el valor de mercado de un edificio comercial tiende a aumentar, pero el valor en libros se reducirá a medida que se consideren los cargos de depreciación. En contraste, una terminal de computadora puede tener un valor de mercado mucho más bajo que su valor en libros debido a la tecnología rápidamente cambiante.

### **6.1.6 El valor de salvamento**

Es el valor estimado de intercambio o de mercado al final de la vida útil del activo. El valor de salvamento,  $S$ , se expresa como una cantidad estimada en dólares o como porcentaje de costo inicial, puede ser positivo, cero o negativo debido a los costos de desmantelamiento y de remoción.

### **6.1.7 La tasa de depreciación o tasa de recuperación**

Es la fracción del costo inicial que se elimina cada año por depreciación. Dicha tasa, denotada por  $d_t$ , puede ser la misma cada año, denominándose entonces tasa en línea recta, o diferente para cada año del periodo de recuperación.

### 6.1.8 La propiedad personal

Uno de los dos tipos de propiedad para los que se permite la depreciación, está constituida por las posesiones tangibles de una corporación, productora de ingresos, utilizadas para efectuar negocios. Se incluye la mayor parte de la propiedad industrial y de servicio: vehículos, equipo de manufactura, dispositivos para el manejo de materiales, computadoras y equipos de red, teléfonos, mobiliario de oficina, equipo para procesos de refinación, activos de la construcción y muchos más.

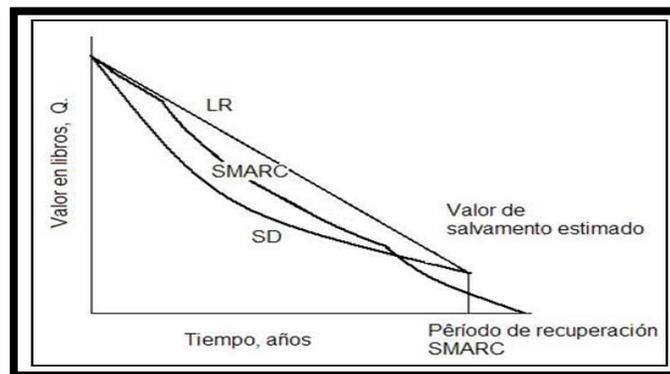
### 6.1.9 La propiedad inmobiliaria

Incluye el predio y todas sus mejoras: edificios de oficinas, estructuras de manufactura, instalaciones de prueba, bodegas, apartamentos y otras estructuras. El terreno en si se considera propiedad inmobiliaria, pero no es depreciable.

### 6.1.10 La convención de medio año

Supone que se empieza a utilizar los activos o se dispone de ellos a mitad de año, sin importar cuando ocurren realmente tales eventos durante el año. En este texto y en la mayoría de los métodos de depreciación para efectos de impuestos aprobados en Estados Unidos se considera dicha convención. Existen también convenciones de mitad de mes y de mitad de trimestre.

El modelo de depreciación de línea recta (*LR*) se ha usado a nivel internacional en forma histórica. Sin embargo, modelos acelerados tales como el modelo de saldo decreciente (*SD*), reducen el valor en libros acero (o al valor de salvamento) con más rapidez que el método en línea recta, como lo muestran las curvas generales de valor en libros de la figura (6.1).



**Figura 6.1** Forma general de las curvas de valor en libros para diferentes modelos de depreciación ( Iván José Turmero Astros,2009).

La depreciación para efectos de impuestos debe calcularse usando el SMARC; la depreciación en libros puede calcularse utilizando algún método clásico o el SMARC.

El SMARC incluye, de formas ligeramente diferentes, los métodos SD y LR, aunque estos dos métodos no pueden utilizarse de manera directa si la depreciación anual será deducible de impuestos.

## **6.2 Depreciación y amortización**

La depreciación y la amortización son dos conceptos que se manejan juntos. Depreciación, que significa bajar de precio, se refiere a la utilización exclusiva de activos fijos (excepto los terrenos). La disminución del precio de un activo fijo se debe al uso, al paso del tiempo o a la obsolescencia tecnológica. El uso de un activo, ya sea intensivo o no, hará que su precio baje, simplemente porque ya fue utilizado. El paso del tiempo está muy ligado con la obsolescencia tecnológica, lo cual se observa con facilidad en las computadoras.

No hay que confundir el hecho de que en periodos de inflación elevada cualquier tipo de activo tiene un precio mayor que el que tenían en los escaparates de las tiendas, pues es bien sabido que este fenómeno es una *ilusión* ocasionada por la pérdida de poder adquisitivo del dinero debido a la inflación.

Cuando se habla de depreciación fiscal se hace referencia al hecho de que el gobierno, por medio de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) en el caso de México, que corresponde a los ministerios de hacienda o de finanzas en otros países, permite a cualquier empresa legalmente constituida recupera la inversión que realizó en sus activos fijos y diferidos, vía un mecanismo fiscal que tiene varios objetivos.

La amortización es un término al cual por lo general se le asocia con aspectos financieros, pero cuando se habla de amortización fiscal su significado es exactamente el mismo que el de depreciación. La amortización solo se aplica a los activos diferidos o intangibles, tales como gastos operativos, gastos de instalación, compra de marcas y patentes entre otras. La compra de una patente es una inversión, pero es obvio que con el paso del tiempo y con su uso, el precio de esta patente no disminuye, si no que se deprecia, como en el caso de los activos tangibles. Por ello, a la recuperación de la inversión de este activo vía fiscal se le llama amortización, y se aplicara gradualmente en activos diferidos. Por tal razón, depreciación y amortización son un mismo concepto, y en la práctica ocupan un mismo rubro en el estado de resultados.

El mecanismo legal mediante el cual se recupera, vía fiscal, la inversión en los activos fijos y diferidos es el siguiente: la Ley del Impuesto sobre la Renta (LISR), establece cuales son los conceptos deducibles de impuestos. Se entiende que los impuestos se pagan sobre la base de restar a los ingresos todos los gastos comprobables, como la mano de obra, que se comprueba con nominas firmadas; las materias primas, cuyos gastos se comprueban con facturas, etc. a la diferencia entre ingresos y costos se le llama utilidad antes de impuestos. Es claro que mayores costos, la utilidad antes de impuestos (UAI) será menor, y se pagara menos en impuestos. La LISR establece que serán deducibles de impuestos los cargos de depreciación y amortización en los porcentajes que establece la propia ley.

Cuando se comprueba cualquier gasto, por ejemplo, pago de mano de obra, la empresa efectúa un desembolso de efectivo y transfiere dinero al trabajador, y así, como ocurre con todos los gastos, se produce una transferencia real de dinero hacia el exterior. Sin embargo, cuando se hace un cargo por depreciación (amortización) no existe tal transferencia. Ello significa que de su ingreso bruto, la empresa hace el cargo de un costo sin que desembolse ningún dinero, debido a la cual el efecto es la recuperación de ese cargo. Es obvio que la LISR permite hacer el número suficiente de cargos por este concepto para que se recupere exactamente la inversión hecha en el periodo de la inversión o tiempo cero ( $t_0$ ).

En todos los países se paga un porcentaje diferencial de impuestos de acuerdo al ingreso. A mayor ingreso mayor tasa impositiva. Incluso en México, si se percibe un ingreso por debajo de ciertas cantidades, no se pagan impuestos.

### **6.3 Métodos de depreciación**

La depreciación puede determinarse para registros internos de las compañías (depreciación en libros) o para propósitos de impuestos sobre la renta (depreciación impositiva). En Estados Unidos, el método SMARC es el único autorizado para realizar la depreciación impositiva. En diversos países se aplican los métodos en línea recta y de saldo decreciente para fines de depreciación tanto fiscal como en libros. La depreciación no resulta directamente en un flujo de efectivo real. Es un método de libro mediante el cual se recupera la inversión de capital en propiedad tangible. La cuantía de la depreciación anual es deducible de impuestos, lo cual puede generar cambios reales de flujo de efectivo.

Las compañías recuperan en libros sus inversiones de capital en activos tangible, equipos, computadoras, vehículos, maquinaria y edificaciones, mediante un proceso llamado depreciación. Aunque el monto de depreciación no es un flujo de efectivo real, el proceso de depreciar un activo, la cual hace referencia también como recuperación de capital, explica la pérdida del valor del activo debido a la antigüedad, uso y obsolescencia.

El sistema modificado acelerado de recuperación de costo (SMARC), que es un sistema estándar utilizado en Estados Unidos con propósitos impositivos. La depreciación disminuye el impuesto sobre la renta mediante la relación:

Impuestos= (ingreso – deducciones) (tasa de impuestos)

Los impuestos se utilizan con el propósito de recuperar inversiones de capital en depósitos de recursos naturales, como minerales, metales y madera.

### **6.3.1 Depreciación en línea recta (LR)**

La depreciación en línea recta deriva su nombre del hecho de que el valor en libros disminuye linealmente con el tiempo. La tasa de depreciación  $d/n$  es la misma cada año del periodo de recuperación  $n$ .

Es que más se utiliza e incluso el único permitido, al menos por las leyes mexicanas, es el de línea recta (LR). Este método consiste en recuperar el valor del activo en una cantidad igual a lo largo de cada uno de los años de vida fiscal, de forma que si se grafica el tiempo contra el valor en libros, aparece como una línea recta.

En realidad, cuando se pagan impuestos, el cargo por depreciación consiste simplemente en multiplicar el valor original del activo por el porcentaje autorizado en México por Secretaria de Hacienda, y considerar que el activo tiene un valor de salvamento de cero. El número de años que se considera para calcular el cargo por depreciación se llama vida fiscal; en cambio, en planeación financiera es posible asignar un valor de salvamento al final de la vida útil o periodo de análisis, los cuales pueden diferir, y con frecuencia lo hacen, de la vida fiscal del activo que se considera en el pago de impuestos. La razón es que en planeación financiera es posible buscar la recuperación del valor del activo en periodos distintos de la vida fiscal.

La línea recta se considera el estándar contra el cual se comparan los otros modelos de depreciación. Para propósitos de depreciación en libros, ofrece una excelente representación del valor en libros para cualquier activo que se utilice de manera regular a lo largo de un número estimado de años. En Estados Unidos no se usa directamente para la depreciación impositiva, pero es común que se utilice para fines

fiscales en la mayor parte de los países. Sin embargo, el método estadounidense del SMARC incluye una versión de depreciación por LR con un valor de  $n$  más grande que el que permite regularmente el SMARC.

- Cancela linealmente la inversión de capital durante  $n$  años.
- Se considera siempre el valor de salvamento estimado.
- Es el modelo de depreciación no acelerada clásico.

La depreciación LR anual se determina al multiplicar el costo inicial menos el valor de salvamento, por  $d$ . En forma de ecuación:

$$D_t = \frac{P-VS}{n} \quad (6.1)$$

donde  $t = \text{año } (t=1,2,\dots,n)$

$D_t$  = cargo anual de depreciación en el año  $t$

$P$  = costo inicial o valor de adquisición del activo por depreciar

$VS$  = valor de salvamento o valor de venta estimado del activo al final de su vida útil

$n$  = vida útil del activo o vida depreciable esperada del activo o periodo de recuperación de la inversión

Puesto que el activo se deprecia por la misma cuantía cada año, el valor en libros después de  $t$  años de servicio,  $VL_t$ , será igual al costo inicial  $P$  menos la depreciación anual, por  $t$ .

$$VL_t = P - tD_t \quad (6.2)$$

Anteriormente se definió  $d_t$  como la tasa de depreciación para un año específico  $t$ . No obstante, el modelo LR tiene la misma tasa para todos los años, es decir,

$$d = d_t = \frac{1}{n} \quad (6.3)$$

El formato para que la función Excel despliegue la depreciación anual  $D_t$  en una sola operación de celda es el siguiente:  $SLN(P, S, n)$

El valor de salvamento es aquel que obtiene la empresa en el momento de vender determinado activo, en cualquier momento de su vida útil o final de ella. Como la venta del activo representa una recuperación parcial de la inversión original, la fórmula 6.1 es correcta desde el punto de vista de que la diferencia  $(P - VS)$  es lo que recuperara la empresa vía fiscal.

### 6.3.2 Valor en libros del activo

Debido a que los cargos de depreciación tienen efectos fiscales importantes deben registrarse en un libro especial (desde luego que en el siglo XXI todos los registros son electrónicos), todos los cargos que se hagan por este concepto. En primer lugar se registra el valor inicial del activo. Como cada cargo es una recuperación de la inversión, cada vez que la empresa recupera una parte del activo, este vale menos para el fisco. El valor del activo para el fisco se llama valor en libros y, desde luego, disminuye año tras año hasta hacerse cero.

Puesto que el activo se deprecia por la misma cuantía cada año, el valor en libros después de  $t$  años de servicio.  $VL_t$ , será igual al costo inicial  $P$  menos la depreciación anual, por  $t$ .

$$VL_t = P - \left( \frac{P - VS}{n} \right) t \quad (6.4)$$

donde:  $n$  = vida útil o vida sujeta a depreciación del activo

$t$  = periodo durante el cual se desea conocer el valor en libros,  $n \geq t$

observe como el porcentaje que marca la LISR como cargo anual de depreciación (o amortización), automáticamente proporciona la vida útil del activo, es decir, si el porcentaje señalado es 10%, será necesarios 10 años para recuperar totalmente el activo; si el porcentaje marcado es 50 %, bastaran dos años para recuperar la inversión inicial, etc. la LISR ha establecido los porcentajes con base en la probable vida útil, que es el periodo durante el cual el activo puede aprovecharse de manera óptima, desde los puntos de vista tecnológicos y de costos de mantenimiento. Si un determinado activo tiene una tasa muy alta de cargo de depreciación, se considera que se desgasta muy rápido por su uso, como por ejemplo un troquel, o que tecnológicamente cae en la obsolescencia en corto tiempo, como las computadoras.

En forma inversa, activos con bajos cargos de depreciación (o amortización) manifiestan que, a pesar de su uso o avances tecnológicos, el activo mantiene un valor considerable con el paso de los años y que, por lo tanto, puede utilizarse de manera óptima a lo largo de su vida, que puede ser de 20 años o aún más, un ejemplo de este tipo de activo son los edificios, molinos, etc.

### 6.3.3 Depreciación de saldo decreciente (SD) y de saldo de doble decreciente

El método de saldo decreciente por lo general se aplica como el método de depreciación el libro. Al igual que el método LR, el SD esta inherente en el método SMARC, aunque el método SD por sí mismo no puede utilizarse para determinar la

depreciación anual deducible de impuestos en Estados Unidos. Este método se usa de manera rutinaria en la mayoría de los países para fines de depreciación fiscal y en libros.

- El modelo acelera la depreciación en comparación con el modelo en línea recta.
- El valor en libros se reduce cada año en un porcentaje fijo.
- La tasa más común es el doble de la tasa LR, denominada depreciación mediante saldo decreciente doble (SDD).
- Esta tiene un salvamento implícito que puede ser menor que el salvamento estimado
- No es un método de depreciación impositiva aprobado en Estados Unidos. Frecuentemente se emplea con propósitos de depreciación en libros.

El método de saldo decreciente también se conoce como el método de porcentaje uniforme o fijo. La depreciación de SD acelera la reducción del valor del activo debido a que la depreciación anual se determina multiplicando el valor en libros al principio de cada año por un porcentaje fijo (uniforme)  $d$ , expresado en forma decimal. Si  $d = 0.1$ , entonces cada año se elimina el 10% del valor en libros. Por lo tanto, la cantidad de depreciación disminuye año con año.

La tasa de depreciación anual máxima por el método SD es el doble de la tasa en línea recta, esto es,

$$d_{\text{máx}} = 2/n \quad (6.5)$$

En este caso, el método se conoce como de saldo decreciente doble (SDD). Si  $n = 10$  años, la tasa SDD sería  $2/10 = 0.25$ , de manera que 25% del valor en libros se remueve anualmente. Otro porcentaje muy utilizado para el método SD es 150% de la tasa LR, donde  $d = 1.5/n$ .

La depreciación para el año  $t$  es la tasa fija  $d$ , multiplicada por el valor en libros al final del año anterior.

$$D_t = (d)VL_{t-1} \quad (6.6)$$

La tasa de depreciación real para cada año  $t$ , relativa al costo inicial  $B$ , es:

$$d_t = d(1 - d)^{t-1} \quad (6.7)$$

Si el  $VL_{t-1}$  no se conoce, la depreciación en el año  $t$  se calcula usando  $B$  y  $d_t$  de la ecuación (6.7).

$$D_t = dB(1 - d)^{t-1} \quad (6.8)$$

El valor en libros en el año  $t$  se determina en una de dos formas: o utilizando la tasa  $d$  y el costo inicial  $B$ , o restando el cargo de depreciación actual anterior valor en libros. Las ecuaciones son:

$$VL_t = B (1 - d)^t \quad (6.9)$$

$$VL_t = VL_{t-1} - D_t \quad (6.10)$$

Es importante entender que el valor en libros en el método SD nunca llega a cero, porque el valor en libros siempre está disminuyendo en un porcentaje fijo. El valor de salvamento implícito después de  $n$  años es la cantidad  $VL_n$ , es decir,

$$\text{Valor de salvamento implícito} = S \text{ implícito} = VL_n = B (1 - d)^n \quad (6.11)$$

Si se estima un valor de salvamento para el activo, este valor  $S$  estimado no se emplea en los métodos SD o SDD para calcular la depreciación anual. Sin embargo, si el  $S$  implícito  $<$   $S$  estimado, es correcto dejar de cargar posteriores depreciaciones cuando el valor en libros este en o por debajo del valor de salvamento estimado. En la mayoría de los casos, el  $S$  estimado esta en el rango de cero al valor  $S$  implícito. (Este lineamiento es importante cuando el método del saldo decreciente puede usarse directamente con fines de depreciación fiscal.)

Si no se establece el porcentaje fijo  $d$ , es posible determinar una tasa fija implícita usando el valor  $S$  estimado, si  $S > 0$ . El rango para  $d$  es  $0 < d < 2/n$ .

$$d \text{ implícita} = 1 - \left(\frac{S}{B}\right)^{1/n} \quad (6.12)$$

Las funciones DDN y DB de Excel se usan para desplegar cantidades de depreciación para años específicos (o cualquier otra unidad de tiempo). La función se repite en celdas contiguas de una hoja de cálculo pues la cantidad de depreciación  $D_t$  cambia con  $t$ . Para el método de saldo decreciente doble es:  $DDB(B, S, n, t, d)$

La entrada  $d$  es la tasa fija expresada como un número entre 1 y 2. Si se omite, se supone que esta entrada opcional será 2 para DDB. Una entrada de  $d=1.5$  hace que la función DDB despliegue cantidades del método de saldo decreciente al 150%. La función DDB automáticamente verifica para determinar cuándo el valor en libros es igual al valor  $S$  estimado. Ninguna depreciación posterior se carga cuando esto ocurre. (Con la finalidad de permitir que se realicen cargos de depreciación completos, asegúrese que el  $S$  ingresado esta entre cero y el  $S$  implícito a partir de la ecuación (6.10) Advierta que  $d = 1$  es el mismo que la tasa en línea recta  $1/n$ , pero  $D_t$  no será la cantidad LR porque la depreciación en saldo decreciente está

determinada como un porcentaje fijo del valor en libros del año previo, que es completamente diferente de los cálculos LR en la ecuación (6.1).

La función DB debe utilizarse con cuidado. Su formato es  $DB(B, S, n, t)$ . La tasa fija  $d$  no se ingresa en la función DB;  $d$  es un cálculo inherente usando un equivalente en hoja de cálculo de la ecuación (6.11). Además, solo se manifiesta tres dígitos significativos para  $d$ , de manera que el valor en libros puede ir por abajo del valor de salvamento estimado debido a errores de redondeo. En consecuencia, si se conoce la tasa de depreciación, siempre use la función DDB para asegurar los resultados correctos.

### Ejemplo 6.1

Industrias Espinosa S.A de C.V compra maquinaria controlada por computadora por \$85 000. La unidad tiene una vida anticipada de 10 años y un valor de salvamento de \$15 000. Utilice los métodos SD y SDD para comparar el programa de depreciación y el valor en libros para cada año.

Solución:

Mediante la ecuación (6.12) se determina una tasa de depreciación SD implícita.

$$d = 1 - \left( \frac{15000}{85000} \right)^{1/10} = 0.1592$$

Observe que el valor obtenido de 0.1592 es menor  $2/n=0.2$ , de manera que este modelo SD no excede el doble de la tasa en línea recta. La tabla 6.1 presenta los valores  $D_t$  utilizando la ecuación (6.6) y los valores  $VL_t$ , de la ecuación (6.10) redondeada al dólar más cercano. Por ejemplo, en el año  $t=2$ , los resultados SD son:

$$D_2 = d(VL_1) = 0.1592(71468) = \$1\,188.90$$

$$VL_2 = 7\,1468 - 1\,188.90 = \$7\,0279.1$$

Se ha calculado una depreciación de \$2 841.82 en el año 10, para hacer  $VL_{10} = S = \$15\,008.20$ . Cálculos similares para SDD con  $d = 0.2$  resulta en la serie de depreciación y valor en libros en la tabla 6.1.

**Tabla 6.1** Valores  $D_t$  y  $VL_t$  para depreciación SD y SDD. (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2012)

Año t	Saldo decreciente		Decreciente doble	
	D(t)	VL <sub>t</sub>	D(t)	VL <sub>t</sub>
0	---	\$85 000.00	---	\$85 000.00
1	\$13 532.00	\$71 468.00	\$17 000.00	\$68 000.00
2	\$11 377.71	\$60 090.29	\$13 600.00	\$54 400.00
3	\$9 566.37	\$50 523.92	\$10 880.00	\$43 520.00
4	\$8 043.41	\$42 480.51	\$8 704.00	\$34 816.00
5	\$6 762.90	\$35 717.61	\$6 963.00	\$27 852.80
6	\$5 686.84	\$30 030.77	\$5 570.00	\$22 282.24
7	\$4 780.99	\$25 249.78	\$4 456.45	\$17 825.79
8	\$4 019.86	\$21 229.92	\$2 825.79	\$15 000.00
9	\$3 379.90	\$17 850.02	\$0.00	\$15 000.00
10	\$2 841.82	\$15 008.20	\$0.00	\$15 000.00

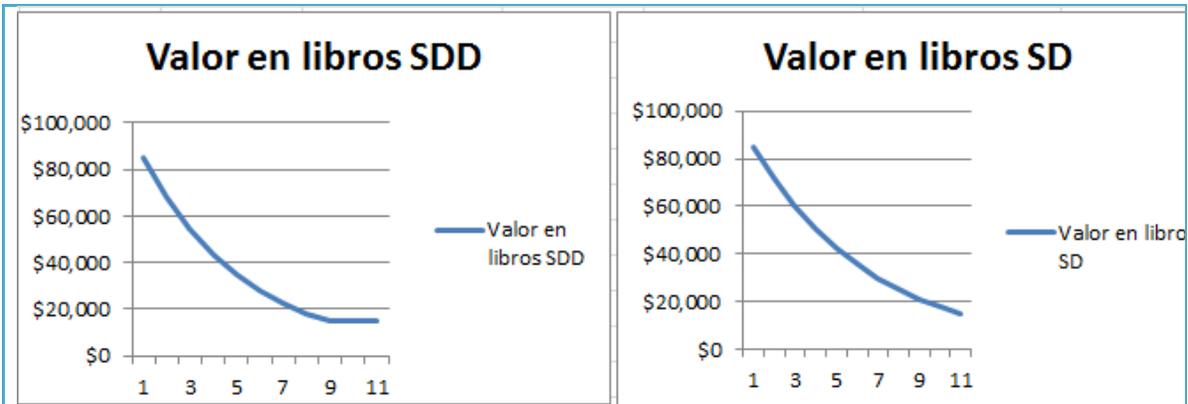
Solución por computadora

La hoja de cálculo en la figura 6.2 despliega los resultados para los métodos SD y SDD. Las gráficas de dispersión  $xy$  representan gráficamente los valores en libros para cada año.

	A	B	C	D	E	F
1						
2		Costo inicial	\$80,000	\$85,000.00		
3		Salvamento	\$10,000	\$15,000.00		
4		Per. de rec.	10	10		
5						
6						
7		Año, t	Saldo decreciente		Decreciente doble	
8		0	0	\$85,000	0	\$85,000
9		1	\$13,532	\$71,468	\$17,000	\$68,000
10		2	\$11,378	\$60,090	\$13,600	\$54,400
11		3	\$9,566	\$50,524	\$10,880	\$43,520
12		4	\$8,043	\$42,481	\$8,704	\$34,816
13		5	\$6,763	\$35,718	\$6,963	\$27,853
14		6	\$5,687	\$30,031	\$5,571	\$22,282
15		7	\$4,781	\$25,250	\$4,456	\$17,826
16		8	\$4,020	\$21,230	\$2,826	\$15,000
17		9	\$3,380	\$17,850	\$0	\$15,000
18		10	\$2,842	\$15,008	\$0	\$15,000
19						
20						
21						
22						
23						

=DDB(D2,D3,D4,10,1.592)     
 =DDB(D2,D3,D4,8)  
=(D17-C18)     
 =(F17-E18)

**Figura 6.2** Valores  $D_t$  y  $VL_t$  para depreciación SD y SDD, en Excel (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2012)



**Figuras 6.3** Depreciación de saldo de doble decreciente para valor en libros (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2012)

**Figura 6.4** Depreciación de saldo decreciente para valor en libros (SD) (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2012)

Solución en hoja de cálculo para depreciación anual y valores en libros para las depreciaciones SD y SDD.

Como las tasas fijas son cercanas (0.1592 para SD y 0.2 para SDD) las series de depreciación anual y de valor en libros son aproximadamente iguales para los dos métodos.

Comentario

La función DDB se utiliza en las columnas C y E para determinar la depreciación anual. La función DDB para el método de saldo decreciente tiene la tasa  $d$  ingresada como 0.1592. Esto se hace por exactitud. Como se mencionó anteriormente, la función DB automáticamente calcula la tasa implícita mediante la ecuación [6.12] y la mantiene solo en tres dígitos significativos.

### 6.3.4 Depreciación acelerada

La depreciación acelerada consiste en recuperar, vía fiscal, la inversión original en los activos fijos y diferidos, mediante un porcentaje mayor en los primeros años a partir de la compra, lo cual es conveniente para la empresa pues contara con más disponibilidad de efectivo en los primeros años de operación, cuando se tiene más dificultad para crecer y estabilizarse.

En México, la SHCP establece: “con fines de fomento económico se podría autorizar que se apliquen porcentajes mayores a los señalados en esta ley, previa autorización escrita que declare las ramas de actividad, las regiones y los activos que gozaran de estos beneficios, así como señalar los métodos aplicables, los porcentajes máximos y su plazo de vigencia.”

La LISR establece los porcentajes de depreciación para activos fijo y diferido. El método de la suma de dígitos de los años (SDA). Debemos destacar que en Estados

Unidos se han desarrollado cuando menos otros tres métodos de depreciación acelerada, que son: saldo decreciente, saldo doble decreciente y número de unidades producidas, pero ninguno de ellos tiene aplicaciones concretas en el ámbito fiscal mexicano.

### 6.3.5 Método de depreciación de suma de dígitos de los años (SDA)

El método SDA constituye una técnica clásica de depreciación acelerada que elimina gran parte de la base durante el primer tercio del periodo de recuperación; sin embargo, la cancelación no es tan rápida como con SDD o SMARC. Dichas técnicas puede utilizarse en los análisis de ingeniería económica, específicamente en las cuentas de depreciación de activos múltiples (depreciación de grupo y compuesta).

La mecánica del método implica la suma de los dígitos del año 1 hasta el periodo de recuperación  $n$ . El cargo de depreciación para cualquier año dado se obtiene multiplicando la base del activo, menos cualquier valor de salvamento, por la razón del número de años restantes en el periodo de recuperación sobre la suma de los dígitos anuales, SUM.

$$D_t = \frac{\text{años depreciables restantes}}{\text{suma de dígitos anuales}} (\text{base} - \text{valor de salvamento})$$

$$D_t = \frac{n-t+1}{SUM} (B - S) \quad (6.13)$$

donde SUM es la suma de los dígitos del 1 a  $n$ .

$$SUM = \sum_{j=1}^{j=n} j = \frac{n(n+1)}{2} \quad (6.14)$$

El valor en libros para un año  $t$  se calcula como:

$$VL_t = B - \frac{t(n - \frac{t}{2} + 0.5)}{SUM} (B - S) \quad (6.15)$$

La tasa de depreciación disminuye cada año e iguala al multiplicador en la ecuación (3.16).

$$d_t = \frac{n-t+1}{SUM} \quad (6.16)$$

La función SYD de la hoja de cálculo despliega la depreciación para el año  $t$ . El formato de la función es SYD( $B, S, n, t$ ).

Bajo este método, el cargo anual por depreciación se obtiene multiplicando el valor neto por depreciar ( $P - VS$ ) por una fracción que resulta de dividir el número de años

de vida útil restante entre la suma de los dígitos de los años 1 a  $N$  de la vida útil del activo. Formula (6.17)

$$D = \left[ \frac{n-(t-1)}{\frac{n(n+1)}{2}} \right] (P - VS) \quad (6.17)$$

Es muy importante hacer notar que solo son sujetas de recuperación fiscal la inversiones efectuadas sobre activos fijos y diferidos, pero se excluyen las que se hicieron en activos circulante, el cual por su propia naturaleza de liquides tiene características esencialmente distintas de los activos fijos y diferidos. La LISR señala la definición de inversiones: “Se consideran inversiones los activos fijos, los gastos y cargos diferidos y las erogaciones realizadas en periodos preoperativos. La inversión en estos bienes siempre tendrá como finalidad la utilización de los mismos para el desarrollo de las actividades de la empresa y no con la finalidad de ser enajenados dentro del curso de sus operaciones.

En esta definición se observa claramente que mientras las inversiones en activos fijos y diferidos son las que se efectúan por periodos muy largos sin ser enajenadas (cedidas o vendidas), el activo circulante es lo contrario, es decir, es un activo que entra y sale de la empresa, razón por la cual no está sujeto a recuperación vía fiscal. Eso tiene una implicación fundamental en la evaluación económica, ya que la inversión que se toma en cuenta para tal efecto, esto es, la inversión que se considera para el cálculo de la TIR (tasa interna de rendimiento) y el VPN (valor presente neto) es la inversión en activos fijos y diferidos. El activo circulante jamás deberá tomarse en cuenta para cálculos de evaluación económica, ya que es una inversión volátil que tiene fluctuaciones a lo largo del tiempo y porque no se recupera vía fiscal.

### **6.3.6 Sistema modificado acelerado de recuperación de costo (SMARC)**

Durante la década de 1980, en Estados Unidos se introdujo el SMARC como el método de depreciación impositiva requerido para todos los activos depreciables. Mediante el SMARC, el acta de reforma impositiva de 1986 definió las de depreciación estatutaria que tomaba ventaja de los métodos acelerados clásicos para depreciación en libros.

- Es el único sistema de depreciación impositiva aprobado en Estados Unidos
- Cambia automáticamente de SD o SDD a depreciación LR.
- Siempre se deprecia hasta llegar a cero; es decir, supone que  $S = 0$ .
- Los periodos de recuperación se especifican por tipos de propiedad.

- Las tasas de depreciación se tabulan.
- El periodo de recuperación real es 1 año más largo debido a la convención impuesta de mitad de año.
- La depreciación en línea recta SMARC es una opción, aunque los periodos de recuperación son más largos que para SMARC regulares.

Muchos aspectos del SMARC hacen referencia a asuntos específicos de la contabilidad de depreciación de la ley de impuestos.

El SMARC calcula los montos de depreciación anual utilizando la relación:

$$D_t = d_t B \quad (6.18)$$

donde la tasa de depreciación  $d_t$  esta dada en forma tabulada. Como para otros métodos, el valor en libros en el año  $t$  se determina restando la cantidad de depreciación del valor en libros del año anterior,

$$VL_t = VL_{t-1} - D_t \quad (6.19)$$

O restando la depreciación total durante los años 1 hasta  $(t-1)$  del costo inicial.

$VL_t =$  costo inicial – suma de la depreciación acumulada

$$= B - \sum_{j=1}^{j=t} D_j \quad (6.20)$$

El costo inicial  $B$  siempre se deprecia completamente, puesto que el SMARC supone que  $S=0$ , aunque haya un salvamento positivo que sea realizable.

Los periodos de recuperación del SMARC están estandarizados a los valores de 3, 5, 7, 10, 15 y 20 años para la propiedad personal. El periodo de recuperación de la propiedad inmobiliaria para estructuras comúnmente es de 39 años, aunque es posible justificar una recuperación de 27.5 años para la propiedad residencial en renta. Las tasa SNARC de depreciación sobre propiedad personal (valores  $d_t$  para  $n = 3, 5, 7, 10, 15$  y 20 para uso de la ecuación 6.12 se representa en la tabla 6.2.

**Tabla 6.2** Tasa de depreciación,  $d_t$ , aplicadas al costo inicial  $B$  mediante el método SMARC. (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2012)

Tasa de depreciación (%) para cada periodo de recuperación de SMARC en años						
Años	$n = 3$	$n = 5$	$n = 7$	$n = 10$	$n = 15$	$n = 20$
1	33.33	20.00	14.29	10.00	5.00	3.75
2	44.45	32.00	24.49	18.00	9.50	7.22
3	14.81	19.20	17.49	14.40	8.55	6.68
4	7.41	11.52	12.49	11.52	7.70	6.18
5		11.52	8.93	9.22	6.93	5.71
6		5.76	8.92	7.37	6.23	5.29
7			9.93	6.55	5.90	4.89
8			4.46	6.55	5.90	4.52
9				6.55	5.91	4.46
10				6.55	5.90	4.46
11				3.28	5.91	4.46
12					5.90	4.46
13					5.91	4.46
14					5.90	4.46
15					5.91	4.46
16					2.95	4.46
17-20						4.46
21						2.23

Las tasas SMARC de depreciación sobre propiedad personal (valores  $d_t$ ) para  $n=3, 5, 7, 10, 15$  y  $20$  para su uso en la ecuación (6.12).

Las tasas de depreciación SMARC incorporan el método SDD ( $d = 2/n$ ) y se cambia la depreciación durante el periodo de recuperación como un componente inherente para la depreciación de la propiedad personal. Las tasas SMARC empiezan con la tasa SDD o con la tasa SD de 1505, y se cambian cuando el método LR permite una depreciación más rápida.

Para la propiedad inmobiliaria, el SMARC utiliza el método LR para  $n=39$  a lo largo del periodo de recuperación. El porcentaje anual de la tasa de depreciación es  $d = 1/39 = 0.02564$ . Sin embargo, el SMARC obliga a una recuperación parcial en los años 1 y 40. La tasa SMARC de propiedad inmobiliaria, en cantidades porcentuales, son:

Año 1	100 $d_1=1.391\%$
Año 2-39	100 $d_t=2.564\%$
Año 40	100 $d_{40}=1.177\%$

Todas las tasas de depreciación SMARC se presentan para 1 año más que el periodo de recuperación dado. También observe que la tasa del año extra es la mitad de la tasa del año anterior. Este hecho sucede porque hay una convención de mitad de año incorporada dentro del SMARC. Tal convención supone que toda la propiedad entra en servicio en el punto medio del año fiscal de instalación. Por consiguiente, para fines impositivos, se aplica solo el 50% de la depreciación SD del primer año. Así se elimina parte de la ventaja de la depreciación acelerada y requiere que se tome la depreciación de medio año en el año  $n + 1$ .

El SMARC simplifica los cálculos de depreciación, pero cancela la flexibilidad para seleccionar el modelo para un negocio o corporación. En general, puede hacerse una comparación económica que incluya la depreciación con más rapidez y sin alterar la decisión final, con la aplicación a las estimaciones de flujo de efectivo del modelo clásico en línea recta, en vez del SMARC.

### 6.3.7 Determinación del periodo de recuperación del SMARC

La vida útil esperada de una propiedad se estima en años y se utiliza como el valor  $n$  en la evaluación de alternativas y en los cálculos de depreciación. Para la depreciación en libros, el valor  $n$  debería ser la vida útil esperada. Sin embargo, cuando la depreciación se aplicara como deducible de impuestos, el valor  $n$  debería ser menor. La ventaja de un periodo de recuperación más corto que la vida útil anticipada se capitaliza mediante el uso de modelos de depreciación acelerada, que deprecian más de la base  $B$  en los años iniciales.

El gobierno exige que toda la propiedad depreciable se clasifique dentro de una clase de propiedad que identifique el periodo de recuperación permitido por su SMARC. La tabla 6.6, muestra un resumen del material de la Publicación 946 de la IRS, ofrece un ejemplo de los activos y de los valores  $n$  del SMARC. Prácticamente toda la propiedad considerada en un análisis económico tiene un valor  $n$  de SMARC de 3, 5, 7, 10, 15 o 20 años.

La tabla 6.7 proporciona dos valores  $n$  de SMARC para cada propiedad. El primero es el valor del sistema de depreciación general (SDG). Las tasa de depreciación en la tabla 6.7 corresponden a los valores  $n$  para la columna SDG y ofrecen la depreciación más rápida permitida. Las tasas utilizan el método SDD o el modelo SD

del 150% con un cambio a la depreciación LR. Observe que bajo SDG a cualquier activo no señalado en alguna clase, se le asigna automáticamente un periodo de recuperación de 7 años.

<b>Tabla 6.3</b> Ejemplo de periodos de recuperación SMARC para diversas descripciones de activos (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2006)		
Descripción del activo (propiedad personal e inmobiliaria)	SMARC	
	SDG	Valor <i>n</i> , años
		Rango del SAD
Dispositivos especiales para manufactura y manejo, tractores, caballos de carreras	3	3-5
Computadoras y periféricos, equipos de duplicación, automóviles, camiones, autobuses, contenedores de carga, algún equipo de manufactura	5	6-9.5
Muebles de oficina; algún equipo de manufactura; vagones de ferrocarril, motores rieles; maquinaria agrícola; equipo para petróleo y gas natural; toda la propiedad no contenida en otra clase	7	10-15
Equipo para transporte de agua, refinación de petróleo, procesamiento de producto agrícola, manufactura de bienes duraderos, construcción de barcos	10	15-19
Mejoramiento a terrenos, muelles, carreteras, drenajes, puentes, jardinería, tubería, equipos de producción de energía nuclear, distribución de teléfonos	15	20-24
Alcantarillados municipales, construcción agrícolas, cambio de líneas telefónicas, equipo de producción de energía (vapor e hidráulica),servicios de agua	20	25-50
Propiedad residencial para arrendar (casa, vivienda móvil)	27.5	40
Propiedad no residencial adherida al terreno, pero no el terreno en si	39	40

La columna del extremo derecho de la tabla 6.7 lista el rango del periodo de recuperación del sistema de depreciación alternativa (SDA). Este método alternativa permite el uso de la depreciación LR durante un periodo de recuperación más largo que el SDG.

La convención de mitad de año se aplica y se ignora cualquier valor de salvamento, como sucede en el SMARC regular. Por lo común, el uso del SDA es una opción que

tienen las compañías, aunque es requerido en algunas situaciones de activos especiales. Puesto que requiere más tiempo para depreciar el activo, y como se requiere el modelo LR (eliminando así la ventaja de la depreciación acelerada), en general, el SDA no se considera una opción en los análisis económicos. Sin embargo, algunas veces esta opción LR elegible es preferida por negocios jóvenes, quienes no necesitan el beneficio fiscal de la depreciación acelerada durante los primeros años de operación y de propiedad de los activos. De seleccionarse el SDA, existen tablas de tasas  $d_t$  disponible.

### 6.3.8 Métodos de agotamiento

Los métodos de agotamiento por costo y porcentual recuperan la inversión en recursos naturales. El factor de agotamiento de costo anual se aplica a la cantidad extraída del recurso. Como el agotamiento por costo no puede recuperarse más de la inversión inicial. El agotamiento porcentual, que puede recuperar más que la inversión inicial, reduce el valor de la inversión en un porcentaje constante de ingreso bruto cada año.

El agotamiento, aunque similar a la depreciación, es aplicable solo a los recursos naturales. Cuando se extraen los recursos, estos no pueden reemplazarse o comprarse de nuevo en la misma forma que puede serlo una máquina, una computadora o una estructura. El agotamiento es aplicable a depósitos naturales extraídos de minas, pozos, canteras, depósitos geotérmicos, bosques y similares. Hay dos métodos de agotamiento: el agotamiento por costos y el agotamiento porcentual. En la IRS Publication 535, Business Expenses, se dan detalladamente sobre los impuestos en Estados Unidos.

El agotamiento por costo, al cual se hace referencia algunas veces como agotamiento de factor, se basa en el nivel de actividad o uso, no en el tiempo, como en la depreciación. Este puede aplicarse a la mayoría de los recursos naturales. El factor de agotamiento por costo para el año  $t$ , denotado por  $p_t$ , es la razón del costo inicial del recurso con respecto al número estimado de unidades recuperables.

$$p_t = \frac{\text{costo inicial}}{\text{capacidad de recursos}} \quad (6.21)$$

El cargo por agotamiento anual es  $p_t$  multiplicado por el uso o volumen del año. El agotamiento por costo total no puede exceder el costo inicial del recurso. Si la capacidad de la propiedad se estima nuevamente en algún año futuro, se determina un nuevo factor de agotamiento por costo, con base en la cantidad no agotada y en la nueva estimación de capacidad.

El agotamiento porcentual, el segundo método de agotamiento, es una consideración especial dada para recursos naturales. Cada año puede agotarse un porcentaje constante dado del ingreso bruto del recurso, siempre que este no exceda el 50% del ingreso gravable de la compañía. Para petróleo y gas, el límite es 100% de ingreso gravable. Entonces, anualmente la cantidad agotada se calcula como:

$$\text{Valor del agotamiento personal} = \text{porcentaje} \quad (6.22)$$

$$\text{x ingreso bruto de la propiedad}$$

Utilizando el agotamiento porcentual, los cargos totales por agotamiento pueden exceder el costo inicial sin límite. Generalmente, el gobierno de Estados Unidos no permite que el agotamiento porcentual se aplique a pozos de petróleo y de gas (excepto los pequeños productores independientes) ni a la madera.

La cuantía del agotamiento cada año se determina utilizando ya sea el método de costo o el método de porcentaje, como lo permita la ley. Por lo común, la cuantía del agotamiento porcentual se prefiere debido a la posibilidad de descartar más el costo original de la inversión. Sin embargo, la ley también exige que se prefiera la cuantía de agotamiento por costo, si el agotamiento porcentual es menor en cualquier año. De esta manera:

Los agotamientos porcentuales anuales para ciertos depósitos naturales se indican a continuación para leyes impositivas estadounidenses. Dichos porcentajes llegan a cambiar de tiempo en tiempo.

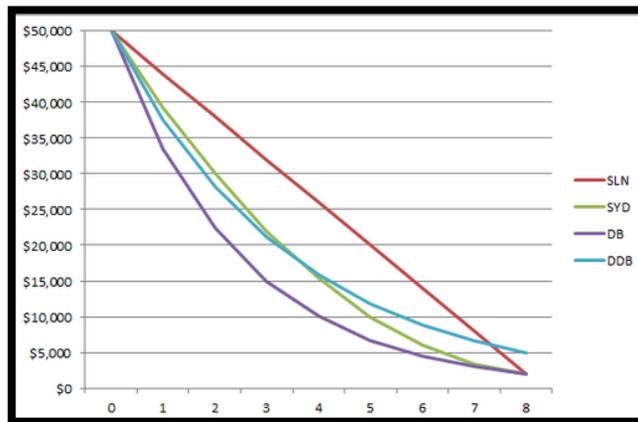
<b>Tabla 6.4</b> Resumen de las relaciones comunes de modelos de depreciación (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2012)			
Modelo	SMARC	LR	SDD
Tasa de depreciación fija $d$	No se define	$1/n$	$2/n$
Tasa anual $d_t$	Tabla 3.5	$1/n$	$d(1 - d)^{t-1}$
Depreciación anual $D_t$	$d_t B$	$\frac{B - S}{n}$	$d(VL_{t-1})$
Valor en libros $VL_t$	$VL_{t-1} - D_t$	$B - tD_t$	$B(1 - d)^t$

### 6.3.9 Cambio entre métodos de depreciación

El cambio entre modelos de depreciación puede ayudar a la reducción acelerada del valor en libros. También maximiza el valor presente de la depreciación acumulada y total durante el periodo de recuperación. Por consiguiente, en general, dicho cambio incrementa la ventaja para efecto de impuestos en años donde la depreciación es mayor. El enfoque que se desarrollara ahora forma parte inherente del SMARC.

El cambio de un modelo SD al método LR es el más común porque generalmente ofrece una ventaja real, en especial si el modelo SD es el SDD. Las reglas básicas de cambio se resumen a continuación.

La figura 6.6 es una gráfica de los valores en libros para un activo de \$80 000 con  $S = \$10\ 000$  y  $n = 10$  años utilizando los cuatro métodos de depreciación. Las curvas SMARC, SDD y SDA tienen un trayecto muy similar



**Figura 6.5**

Graficas entre cambio de métodos de depreciación (Moisés Ortiz,2011)

1. El cambio se recomienda cuando la depreciación para el año  $t$  con el modelo utilizado actualmente es menor que aquella para un modelo nuevo. La depreciación seleccionada  $D_t$  es el monto más grande.
2. Durante el periodo de recuperación solo puede ocurrir un cambio.
3. Independientemente de los modelos de depreciación (clásico) utilizados, el valor en libros nunca puede descender por debajo del valor de salvamento estimado. Cuando se cambia un modelo  $SD$ , el valor de salvamento estimado, no el valor de salvamento implicado, se utiliza para calcular la depreciación para el nuevo método: se supone  $S = 0$  en todos los casos. (Esto no aplica al SMARC, pues este ya incluye el cambio.)

4. La cuantía no depreciada, es decir,  $VL_t$ , se usa como la nueva base ajustada para seleccionar la  $D_t$  mayor para la próxima decisión de cambio.

En todas las situaciones, el criterio es maximizar el valor presente de la depreciación de recuperación total,  $VP_D$ . La mejor estrategia de cambio es la combinación de los modelos de depreciación que producen valor presente más grande.

$$VP_D = \sum_{j=1}^{j=n} D_t(P/F, i, t) \quad (6.23)$$

Esta lógica minimiza la obligación tributaria en la parte inicial del periodo de recuperación de un activo.

El cambio más ventajoso de un modelo de cancelación rápida SDD al modelo de LR. Tal cambio es predeciblemente ventajoso si el valor de salvamento implícito que se calcula, el valor de salvamento estimado en el momento de la compra; es decir, se debe cambiar si:

$$VL_n = b(1 - D)^n > S \text{ estimado} \quad (6.24)$$

Puesto que se supone que el  $S$  será cero por lo anterior regla de 3 y que  $VL_n$  será mayor que cero, el cambio de un modelo SD a LR siempre es ventajoso. Dependiendo de los valores de  $d$  y  $n$ , el cambio puede ser mejor en los últimos años o en el último año del periodo de recuperación, lo cual deduce el monto  $S$  implicado inherente al modelo SDD.

El procedimiento para cambiar de la depreciación SDD a la LR es:

1. Para cada año  $t$ , calcule los dos cargos por depreciación:

$$\text{Para SDD: } D_{SDD} = d(VL_{t-1}) \quad (6.25)$$

$$\text{Para LR: } D_{LR} = \frac{VL_{t-1}}{n-y+1} \quad (6.26)$$

2. Seleccionar el mayor valor de depreciación. La depreciación para cada año es

$$D_t = \text{máx}[D_{SDD}, D_{LR}] \quad (6.27)$$

3. Si es necesario, calcule el valor presente de la depreciación total, utilizando la ecuación

$$VP_D = \sum_{j=1}^{j=n} D_t\left(\frac{P}{F}, i, t\right) \quad (6.28)$$

Es aceptable, aunque en general no es ventajoso financieramente, afirmar que un cambio tendrá lugar en un año específico, la técnica de cambio funcionara correctamente para cualquier modelo de depreciación.

La función DVS (disminución variable del saldo) de la hoja de cálculo. Esta es una función que determina la depreciación para el año 1 o el total durante varios años, para el cambio SD a LR. Es formato de la función es:

$DVS(B, S, n, t_{\text{inicial}}, t_{\text{final}}, d, \text{sin\_cambios})$

En el SMARC, los periodos de recuperación de 3, 5, 7 Y 10 años con convención de mitad de año se aplican en el cambio de SDD a LR. Cuando sucede el cambio a LR, lo cual generalmente ocurre en los últimos 1 a 3 años del periodo de recuperación, cualquier base restante se carga en el año  $n + 1$ , de manera que el valor en libros llegue a cero. Es usual que el 150% del monto LR aplicable permanezca después de haber ocurrido el cambio. Para los periodos de recuperación de 15 y 20 años, se aplica el SD de 150% con la convención de mitad de año y el cambio a LR.

El valor presente de la depreciación  $VP_D$  siempre indicara cual es el modelo más ventajoso. Solo las tasas SMARC para periodos de recuperación SDG (tabla 6.7) utilizan el cambio SDD a LR. Las tasas SMARC alternativas para el sistema de depreciación alternativa tienen periodos de recuperación más largos e imponen el modelo LR para todo el periodo de recuperación.

### Ejemplo 6.2

El licenciado Armando Guerrero compro una copiadora de imágenes de documentos en línea por \$112 000, con una vida útil estimada de 9 años y un periodo de recuperación de depreciación impositiva de 5 años. Compare el valor presente de la depreciación total por a) el método LR, b) el método SDD y c) el cambio de SDD a LR. d) utilice una tasa de  $i=16\%$  anual.

Solución

En esta solución no está involucrado el método SMARC.

La ecuación (6.1) determina la depreciación LR anual.

$$D_t = \frac{112000 - 0}{5} = \$22400$$

Puesto que  $D_t$  es la misma para todos los años, el factor  $P/A$  reemplaza  $P/F$  para calcular  $VP_D$ .

$$VP_D = 22400(P/A, 16\%, 5) = 22400(3.2743) = \$73344.32$$

Para el SDD,  $d=2/5=0.40$ . Los resultados se muestran en la tabla 6.9. El valor  $VP_D = \$79900.3$  excede el valor de \$73344.32 para la depreciación LR. Como se esperaba, la depreciación acelerada SDD maximiza  $VP_D$ .

Utilice el procedimiento de cambio de SDD a LR.

Los valores SDD para  $D_t$  en la tabla 6.9 se repiten en la tabla 6.8 para compararse con los valores de  $D_{LR}$  de la ecuación 6.26. los valores  $D_{LR}$  cambian cada año puesto que  $VL_{t-1}$  es diferente. Solamente en el año 1,  $D_{LR} = 22400$ , el mismo calculo en la parte a). Para ilustración, calcule un valor  $D_{LR}$  para los años 2 y 4. Para  $t=2$ ,  $VL_1 = \$67,200.00$  usando el método SD y

$$D_{LR} = \frac{67200 - 0}{5 - 2 + 1} = \$16800$$

Para  $t=4$ ,  $VL_3 = \$24,192.00$  mediante el método SDD y

$$D_{LR} = \frac{24,192.00 - 0}{5 - 4 + 1} = \$12096$$

**Tabla 6.5** Modelo SDD de depreciación y cálculo de valores presente.

Año t	$D_t$	$VL_t$	(P/F,16%, t)	Valor presente de $D_t$
0				
1	\$44 800.0	\$67 200.00	0.8621	\$38 622.1
2	\$26 880.0	\$40 320.00	0.7432	\$19 977.2
3	\$16 128.0	\$24 192.00	0.6407	\$10 333.2
4	\$9 676.8	\$14 515.20	0.5523	\$5 344.5
5	\$5 806.1	\$8 709.12	0.4761	\$2 764.3
6	\$3 483.6	\$5 225.47	0.4104	\$1 429.7
7	\$2 090.2	\$3 135.28	0.3538	\$1 429.3
Totales	\$10 8864.7			\$79900.3

	A	B	C	D	E
1	costo inicial	\$112,000			$d=2/5=0.40$
2					
3					
4					
5	año t	$D_t$	$VL_t$	(P/F,16%,t)	valor presente de $D_t$
6	0		\$112,000.00		
7	1	44800.0	\$67,200.00	0.8621	38622.1
8	2	26880.0	\$40,320.00	0.7432	19977.2
9	3	16128.0	\$24,192.00	0.6407	10333.2
10	4	9676.8	\$14,515.20	0.5523	5344.5
11	5	5806.1	\$8,709.12	0.4761	2764.3
12	6	3483.6	\$5,225.47	0.4104	1429.7
13	7	2090.2	\$3,135.28	0.3538	1429.3
14	totales	108864.7			79900.3
15			$=(0.4)*(112000)$		$=D13*B13$
16					
17			$=(0.4)*(112000)*(1-0.4)^(7-1)$		
18					

**Figura 6.6** Modelo SDD de depreciación y cálculo de valores presente en Excel (Leland Blank ,Anthony Tarquin,2012)

#### 6.4 Determinación de tasas SMARC

Las tasas de depreciación para SMARC incorporan el modelo de cambio de SD a LR para todos los periodos de recuperación SDG de 3 a 20 años. Durante el primer año, se realiza algunos ajustes para calcular la tasa SMARC. Los ajustes varían y, generalmente, no se consideran en detalle en los análisis económicos. La convención de mitad de año siempre se impone y cualquier valor en libros restante en el año  $n$  se deduce en el año  $n + 1$ . Se supone el valor  $S=0$  para todos los programas SMARC.

Puesto que se utilizan diferentes porcentajes SD para los distintos valores de  $n$ , puede recurrirse al siguiente resumen para determinar los valores  $D_t$  y  $VL_t$ . Para identificar las depreciaciones SD y LR, respectivamente, se utilizan los símbolos  $D_{SD}$  y  $D_{LR}$ .

Los valores de depreciación anuales para cada año  $t$  aplicados a la base ajustada son:

$$D_{SD} = d_t(VL_{t-1}) \quad (6.29)$$

$$D_{LR} = \frac{VL_{t-1}}{n-t+1.5} \quad (6.30)$$

Cuando se realiza el cambio a una depreciación LR, generalmente, en los últimos 1 a 3 años del periodo de recuperación, cualquier valor en libros restante en el año  $n + 1$ .

Resulta claro que es más fácil utilizar las tasas presentadas en la tabla 6.6 que determina cada tasa SMARC empleando la lógica de cambio anterior. Pero la lógica que subyace a las tasas SMARC se describe aquí para aquellos interesados. Las tasas SMARC anuales pueden obtenerse utilizando la tasa aplicable para el método SD. Los subíndices SD y LR se insertaron junto con el año  $t$ . para el primer año  $t=1$ .

$$d_{SD,t} = 1/n$$

Solo para los propósitos de la suma, se introduce el subíndice  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, t$ ) en  $d$ . Entonces, las tasas de depreciación para los años  $t = 2, 3, \dots, n$  son:

$$d_{SD,t} = d(1 - \sum_{i=1}^{t-1} d_i) \quad (6.34)$$

$$d_{LR,t} = \frac{(1 - \sum_{i=1}^{t-1} d_i)}{n-t+1.5} \quad (6.35)$$

También, para el año  $n + 1$ , la tasa SMARC es la mitad de la tasa LR del año anterior  $n$ .

$$d_{LR,n+1} = \frac{1}{d_{LR,n}} \quad (6.36)$$

La tasa SD y LR se comparan cada año para determinar cuál es más grande y cuando debería ocurrir el cambio a la depreciación LR.

### **6.5 Flujo de efectivo antes y después de impuestos**

Se ha aceptado sin poner en duda que en los problemas aparezca un flujo neto de efectivo (FNF), sin saber con certeza como se ha obtenido o como se ha calculado. Simplemente se ha aceptado que hay una ganancia de efectivo o un costo, con los cuales se procede a efectuar la evaluación económica.

La evaluación económica puede efectuarse después de que han sucedido ciertos eventos, como en el caso de empresas en plena actividad productiva. El objetivo de la evaluación económica es el control de los resultados respecto de un plan previamente trazado acerca de ingresos, gastos y rendimientos sobre el capital invertido.

Hay más aplicaciones de la evaluación económica que se utiliza en planeación financiera y evaluación de proyectos. Como su nombre lo indica, la planeación y los proyectos son eventos futuros y aquí la evaluación económica juega un papel fundamental pues es una de las bases sobre la cual se decide la realización de ciertas inversiones monetarias.

La planeación financiera significa, entre otras cosas, obtener fondos de efectivo de diferentes fuentes y poder liquidarlos de varias maneras, lo cual ocasionara diferentes flujos de efectivo. Para tomar la mejor decisión respecto de la fuente, monto y forma en la que debe realizarse el financiamiento, es necesario efectuar una evaluación económica de las alternativas con que se cuenta para así decidir de manera óptima.

### **6.6 Flujo neto de efectivo antes de impuestos y efecto de la depreciación**

En México, como es probable que suceda en muchos países, hay organizaciones que están exentas de pagar impuestos debido a las actividades que realizan, como los sindicatos, asociaciones civiles con fines educativos, instituciones de beneficencia pública con fondos privados y otros, así como el propio gobierno en sus actividades. El hecho de no pagar impuestos lleva a eliminar esta consideración del análisis económico, pero en las inversiones que realicen estas no se debe excluir,

de ninguna forma, la evaluación económica. Es decir, el hecho de no pagar impuestos y operar de forma no lucrativa no implica tomar decisiones de inversión sin ninguna base. Una toma de decisiones óptima, desde el punto de vista económico, es necesaria para cualquier tipo de entidad, sobre todo en épocas de crisis, durante las cuales el dinero es caro y escaso.

Otra consideración que no debe omitirse en este tipo de entidades es la depreciación. Aunque en general esta tiene efecto fiscal de reducir el pago de impuestos, las entidades exentas de esta obligación también deben recuperar la inversión que realizaron, objetivo que solo se logra si hacen el cargo de depreciación al precio del producto o servicio de venta.

Cuando una entidad productiva no paga impuestos, no importa el método de depreciación que utilice, pues esto no afecta los flujos netos de efectivo, la depreciación debe considerarse como un costo de producción que se recupera al vender el producto. El método que se utilice no afecta los FNT porque el cargo que se hace no es real sino virtual.

### **6.7 Influencia de los costos financieros sobre los FNE en entidades exentas del pago de impuestos**

La ley hacendaria permite a cualquier empresa que paga impuestos deducir de su pago de impuestos los intereses provenientes de una deuda, no así el pago del principal. Sin embargo, en el caso de entidades exentas de impuestos esta diferencia se elimina y el pago tanto de intereses como de principal se agrupa en una sola cantidad que es la que resta al FNE. Debido a que es posible pagar una deuda de múltiples formas, el plan que se elija afectara en forma definitiva a los FNE.

### **6.8 Flujo de efectivo después de impuestos y reemplazo de equipo por análisis de VPN incremental**

A diferencia del análisis de remplazo, en la práctica hay empresas con equipos que producen ingresos por sí mismo, es decir, elaboran un producto ya terminado que, cuando se vende, proporciona un ingreso a la empresa. En tales casos es posible hacer un análisis integral de la situación, en el cual se involucran depreciación e impuestos.

Para hacer el análisis económico de este tipo de casos se utiliza la técnica del VPN incremental. Esta técnica considera que la situación económica actual del equipo usado, es decir, el que se pretende reemplazar, es de inversión cero. La inversión en la maquinaria se hizo hace años y en este caso se utiliza el concepto de *costo*

hundido, cuyo significado es que el pasado no influye en las decisiones del presente, las cuales solo son afectadas por los datos presentes y futuros. Por esta razón, en ingeniería económica, el pasado, como concepto, no existe. Este concepto, aplicado al análisis de reemplazo, lleva a considerar a la inversión como cero, o como el valor en libros del equipo usado.

A esta situación de inversión cero se suman una nueva inversión o incremento de ella que puede ser la compra de una maquina nueva. A este aumento de inversión debe corresponder un aumento de las ganancias para justificar el desembolso extra en la compra del nuevo equipo, de tal forma que el análisis se encamina exclusivamente a determinar los incrementos, tanto de inversión como de FNE, y con ellos se calcula el VPN incremental.

**MÓDULO VII INVESTIGACIÓN Y  
MODELACIÓN DE UN ANÁLISIS  
ECONÓMICO EN EL ASPECTO  
OPERACIONAL, PARA  
GENERAR UN ESTUDIO DE  
DEPRECIACIÓN PARA LA TOMA  
DE DECISIONES ECONÓMICAS.**

## **7.1 Estudio de depreciación para la toma de decisiones económicas y su financiamiento en decisiones de reemplazo y conservación de maquinaria.**

Para la siguiente investigación y modelación de un análisis económico la empresa Perfiles Arquitectónicos Xalatlaco con base a la información con la que cuenta sobre los gastos anuales de operación de su máquina In-Tec blast Mod. RR-X29M, ha decidido hacer un estudio económico tomando en cuenta el tema de depreciación, para tomar la decisión de reemplazar su máquina actual por una nueva que brinde un mejor servicio para sus clientes en calidad, diseño y tiempos de entrega de sus productos.

La información recabada se muestra más adelante, los gastos que ha generado año con año el defensor así como los costos que originara el retador con su adquisición, y en base a ellos e tomara la decisión del reemplazo. Cada uno cuenta con ventajas y desventajas las cuales ayudara también a la empresa a tomar su decisión.

La máquina In- Tec blat ofrece el servicio de darle un diseño al vidrio, en este caso el que el cliente requiera dado el caso, tomando en cuenta que el cliente pide más variedad en este servicio, en tamaño, color es porque se eligió la quina que a continuación se mencionara así como su información económica y características del defensor y retador.

### **7.1.1 Datos de la Maquina (Defensor) Cabina In- Tec blast Mod. RR-X29M o RR-X29T**

La traducción de Sand-Blast al español significa “chorro de arena a alta presión” figura 7.1 van desde el uso industrial al artístico. El Sand- Blast se usa para la limpieza de moldes, así como para los moldes de inyección de plástico y los moldes de vidriería tabla 7.1. Sand- Blast significa chorro de arena, es un sistema en el que se rocían a presión abrasivos sobre cualquier superficie, es decir se bombardea continuamente con arenas (abrasivo) un área determinada con el fin de modificarla ya sea para perforarla, matizarla, depurarla, pulirla, limpiarla, etc.



**Figura 7.1** maquina Sand- Blast

Equipo de protección personal; escafandra, mascarilla, lentes o goggles, guantes, etc. Regulador de flujo de abrasivo; boquilla, cámara de vacío, esprea, maneral, manguera de abrasivo, conexión abrasivo, camisa esprea, conexión de aire, manguera de aire, empaque esprea, o´ring esprea.

<b>Tabla 7.1</b> Procesos de la maquina Sand-Blast (Karen Espinosa, 2016)	
Procesos Industriales	Procesos Artísticos
Mantenimiento de barcos	Grabado de vidrio
Plataformas de Pemex	Mármol
Tanques de almacenamiento	Obsidiana
Reactores	Cerámica
Trenes	Cantera
Intercambiadores de calor	Madera
Oleoductos	Barro
Aviones	Latón
	Acero Inoxidable
	Acrílico
	Aluminio
	Cobre
	Muebles rústicos

**Tabla 7.2 Modelos de Sand-Blast (Karen Espinosa, 2016)**



Datos del defensor y el retador para al análisis del VUE

RETADOR: Costo inicial: \$99 070.00

Valores comerciales futuros: decremento del 10%

Periodos estimados de retención: no más de 10 años

Estimados del COA: \$33 640.00 el primer año, con incrementos anuales de \$1010.00 de ahí en adelante.

DEFENSOR: Valor comercial internacional actual: \$48 000.00

Valores comerciales futuros: decremento del 10%

Periodo estimado de retención: no mayor a 6 años

Estimados del COA: \$36 230.00 el próximo año, con incrementos anuales de \$700.00 de ahí en adelante.

Datos el defensor Sant-Blast de 50 kg, de polvo abrasivo (arena sílica y oxido de aluminio) tabla 7.3.

**Tabla 7.3 Datos del defensor Sant – Blast RR-X29 M. (Karen Espinosa, 2016)**

		costos	costos anuales
Precio original		\$80 000.00	
Tiempo que se ha utilizado	4 años		
Número de horas utilizada al días	8 hrs		
Consumo de electricidad	500 kw/hr	\$3665 bimestral	\$21990.00
Mano de obra por persona		\$700.00 semanal	*
Mantenimiento		\$1 500.00 bimestral	\$9 000.00
Guantes		\$350.00 semestral	\$700.00
Manguera		\$280.00 semestral	\$560.00
Boquilla		\$900.00	\$900.00
Vidrio		\$50.00 semanal	\$2400.00
Tela		\$680.00	\$680.00
<b>TOTAL DE COSTOS ANUALES</b>			<b>\$36230.00</b>

500kw/hr(0.733)=3665 bimestral

Datos para depreciación

$t = \text{año } (t=1,2,\dots,n)$

$D_t =$  cargo anual de depreciación en el año  $t$

$P =$  costo inicial o valor de adquisición del activo por depreciar

$VS =$  valor de salvamento o valor de venta estimado del activo al final de su vida útil

$n =$  vida útil del activo o vida depreciable esperada del activo o periodo de recuperación de la inversión

Nota:  $D_t$  se puede calcular con la función de Excel =SLN (80000, 0,10) en cualquier celda.

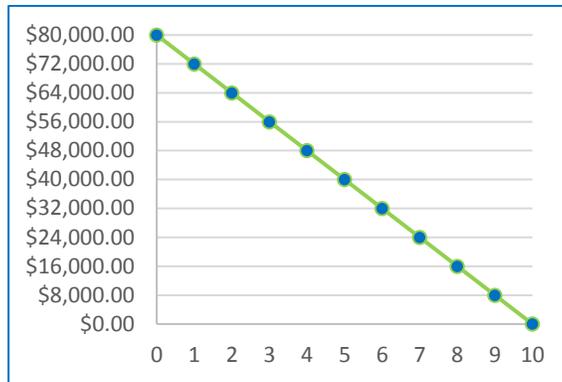
$P = \$ 80\,000.00$ ,  $VS = 0$ ,  $n = 10$

$$\text{Cargo anual } (D) = \frac{\text{valor iriginal } (P) - VS}{\text{vida util } (n)}$$

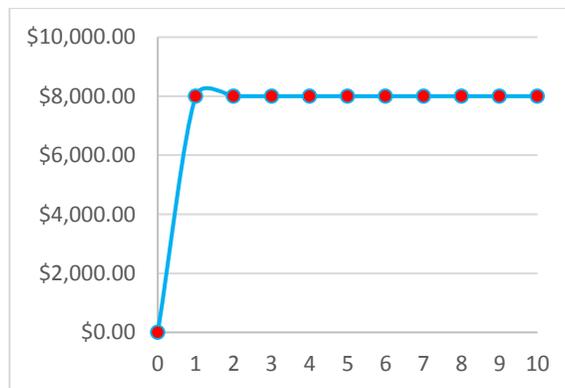
$$D_t = \frac{P - VS}{n} = \frac{80\,000 - 0}{10} = \$8\,000$$

<b>Tabla 7.4</b> Depreciación del defensor(Karen Espinosa,2016)			
Año	Valor en Libros	Cargo anual	Valor recuperado
0	\$80 000.00	0	0
1	\$72 000.00	\$8 000.00	\$8 000.00
2	\$64 000.00	\$8 000.00	\$16 000.00
3	\$56 000.00	\$8 000.00	\$24 000.00
4	\$48 000.00	\$8 000.00	\$32 000.00
5	\$40 000.00	\$8 000.00	\$40 000.00
6	\$32 000.00	\$8 000.00	\$48 000.00
7	\$24 000.00	\$8 000.00	\$56 000.00
8	\$16 000.00	\$8 000.00	\$64 000.00
9	\$8 000.00	\$8 000.00	\$72 000.00
10	0	\$8 000.00	\$80 000.00
$\Sigma D = \$80\,000.00$			

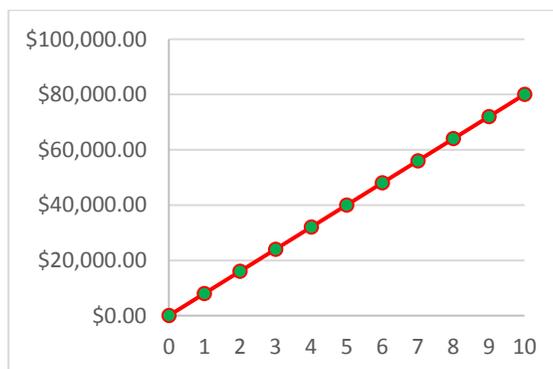
Observe como con la depreciación se recupera íntegramente la inversión inicial.



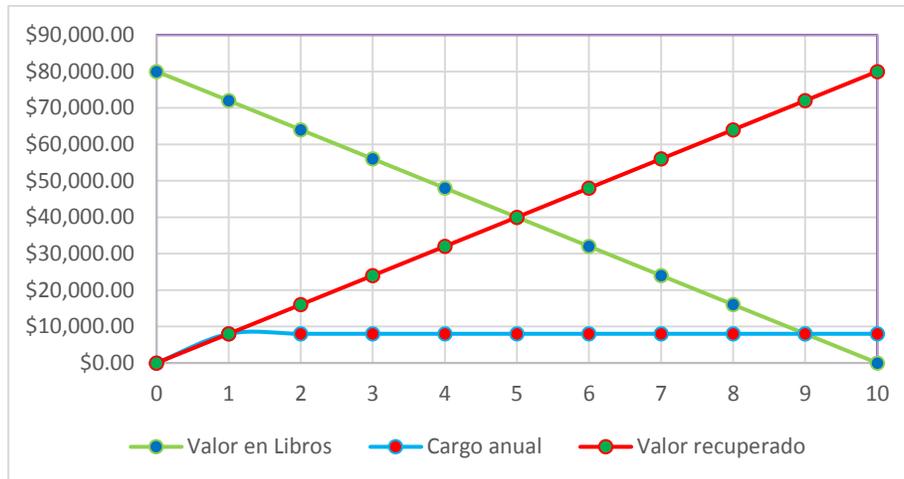
**Figura 7.2** Grafico de Valor en Libros del defensor (Karen Espinosa, 2016)



**Figura 7.3** Grafico de Cargo Anual del defensor (Karen Espinosa, 2016)



**Figura 7.4** Grafico de Valor Recuperado del defensor (Karen Espinosa, 2016)



**Figura 7.5** Grafico de valor en libros, cargo anual y valor recuperado del defensor (Karen Espinosa, 2016)

### 7.1.2 Análisis de reemplazo del retador y defensor.

El análisis de reemplazo determina cuando un retador reemplaza al defensor. El estudio completo se termina si el retador (R) se elige para reemplazar al defensor (D) en ese momento.

La ecuación completa para el VA total de los costos en  $k$  años ( $k = 1,2,3,\dots$ ) es:

$$VA_k total = -P(A/P, i, k) + S_k(A/F, i, k) - \left[ \sum_{j=1}^{j=k} COA_j (P/F, i, j) \right] (A/P, i, k)$$

Dónde:  $P$ =Inversión inicial o valor comercial actual

$S_k$  = valor de rescate o valor comercial después de  $k$  años

$COA_j$ = costo anual de operación por año  $j$  ( $j=1$  a  $k$ )

**Tabla 7.5** Flujo de efectivo discreto: factor de interés compuesto 10%(Karen Espinosa,2016)

n	Pagos único	Pagos de serie uniforme	
	P/F	A/F	A/P
1	0.9091	1.0000	1.10000
2	0.8264	0.47619	0.57619
3	0.7513	0.30211	0.40211
4	0.6830	0.21547	0.31547
5	0.6209	0.16380	0.26380
6	0.5645	0.12961	0.22961
7	0.5132	0.10541	0.20541
8	0.4665	0.08744	0.18744
9	0.4241	0.07364	0.17364
10	0.3855	0.06275	0.16275

$$VA_k total = -P(A/P, i, k) + S_k(A/F, i, k) - [VP del COA_1] (A/P, i, k)$$

$$VA_1 total = -48000(A/P, 10,1) + 40000(A/F, 10,1) - [36230(P/F, 10,1)] (A/P, 10,1)$$

$$VA_1 total = -48000(1.100) + 40000(1.00) - [36230(.9091)] (1.100)$$

$$VA_1 total = -52800 + 40000 - (32936.693)(1.100)$$

$$VA_1 total = -52800 + 40000 - 36230.3623$$

$$VA_1 total = -12800 - 36230.3623$$

$$VA_1 total = -49030.3623$$

$$VA_2 total = -48000(.57619) + 32000(.47619) - [36230(.9091) + 36940(.8264)] (.57619)$$

$$VA_2 total = -27657.12 + 15238.08 - (32936.693 + 30527.216)(.57619)$$

$$= -15619.04 - (63463.612)(.57619)$$

$$= -12419.04 - 36567.0986$$

$$= -48986.1386$$

$$VA_3 total = -48000(.40211) + 24000(.30211) - [36230(.9091) + 36940(.8264) + 37650(.7513)] (.40211)$$

$$VA_3 total = -19301.28 + 7250.6 - (32936.693 + 30527.216 + 28286.445)(.40211)$$

$$= -12050.64 - (91750.057)(.40211)$$

$$= -12050.64 - 36893.61542$$

$$= -48944.25542$$

$$VA_4total = -48000(.31547) + 16000(.21547) - [36230(.9091) + 36940(.8264) + 37650(.7513) + 38360(.6830)] (.31547)$$

$$\begin{aligned} VA_4total &= -15142.56 + 3447.52 \\ &\quad - (32936.693 + 30527.216 + 28286.445 + 26199.88)(.31547) \\ &= -11695.04 - (117949.937)(.31547) \\ &= -11695.04 - 37209.66663 \\ &= -48904.70663 \end{aligned}$$

$$VA_5total = -48000(.26380) + 8000(.16380) - [36230(.9091) + 36940(.8264) + 37650(.7513) + 38360(.6830) + 39070(.6209)] (.26380)$$

$$\begin{aligned} VA_5total &= -12662.4 + 1310.4 \\ &\quad - (32936.693 + 30527.216 + 28286.445 + 26199.88 \\ &\quad + 24258.563)(.26380) \\ &= -11352 - (142208.5)(.26380) \\ &= -11352 - 37514.6023 \\ &= -48866.6023 \end{aligned}$$

$$VA_6total = -48000(.22961) + 0(.12961) - [36230(.9091) + 36940(.8264) + 37650(.7513) + 38360(.6830) + 39070(.6209) + 39780(.5645)] (.22961)$$

$$\begin{aligned} VA_6total &= -11021.28 + 0 \\ &\quad - (32936.693 + 30527.216 + 28286.445 + 26199.88 + 24258.563 \\ &\quad + 22455.81)(.6209) \\ &= -14221.28 - (164664.31)(.22961) \\ &= -11021.28 - 37808.57333 \\ &= -48829.85222 \end{aligned}$$

Recuperación de capital: es el VA de la inversión; esta disminuye con cada año de posesión.

La recuperación de una cantidad de capital P comprometida para un activo, más el valor del capital en el tiempo a una tasa de interés particular, constituye un principio fundamental del análisis económico. La recuperación de capital (RC) es el costo

anual equivalente de la posesión del activo más el rendimiento sobre la inversión inicial.

$$RC = -P(A/P, i, n) + S(A/F, i, n)$$

$$RC_1 = -48000(A/P, 10, 1) + 40\,000(A/F, 10, 1)$$

$$RC_1 = -48000(1.100) + 40\,000(1.000)$$

$$RC_1 = -52800 + 40\,000$$

$$RC_1 = -12800$$

$$RC_2 = -48000(.57619) + 32\,000(.47619)$$

$$RC_2 = -27657.12 + 15238.08$$

$$RC_2 = -12419.04$$

$$RC_3 = -48000(.40211) + 24\,000(.30211)$$

$$RC_3 = -19301.28 + 7250.64$$

$$RC_3 = -12050.64$$

$$RC_4 = -48000(.31547) + 16\,000(.21547)$$

$$RC_4 = -15142.56 + 3447.52$$

$$RC_4 = -11695.04$$

$$RC_5 = -48000(.26380) + 8000(.16380)$$

$$RC_5 = -12662.4 + 1310.4$$

$$RC_5 = -11352$$

$$RC_6 = -48000(.22961) + 0(.12961)$$

$$RC_6 = -11021.26 + 0$$

$$RC_6 = -11021.26$$

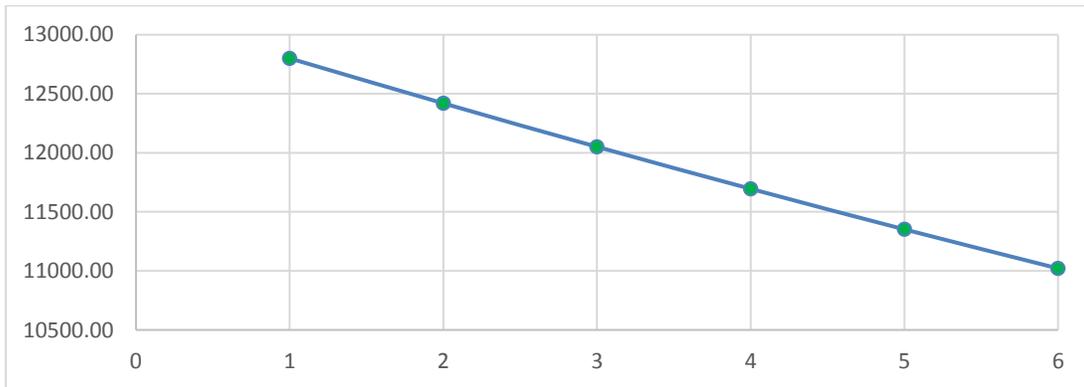
**Tabla 7.6** Cálculo de la Vida Útil Económica del Defensor (Karen Espinosa, 2016)

Año j	VC <sub>j</sub> , \$	COA <sub>j</sub> , \$	Recuperación de capital, \$	VA del COA, \$	VA <sub>k</sub> total, \$
1	40 000.00	-36230	-12800.00	-36230.00	-49030.00
2	32 000.00	-36940	-12419.05	-36568.10	-48987.14
3	24 000.00	-37650	-12050.76	-36894.95	-48954.71
4	16 000.00	-38360	-11695.07	-37210.63	-48905.69
5	8 000.00	-39070	-11351.90	-37515.19	-48867.09
6	0	-39780	-11021.15	-37808.73	-48829.88

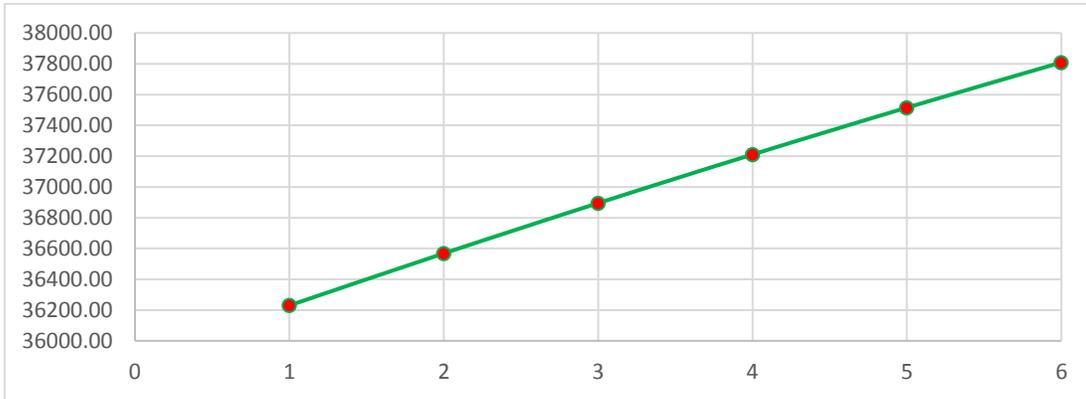
❖ Solución por computadora

	A	B	C	D	E	F
1	tasa de in	10%				
2	costo inic	\$48,000.00				
3						
4						
5						
6	años	Valor Comercial	COA	Recuperación de Capital,\$/año	VA del COA, \$/año	VA total, \$/año
7	1	40000	-36230	12800.00	36230.00	49030.00
8	2	32000	-36940	12419.05	36568.10	48987.14
9	3	24000	-37650	12050.76	36894.95	48945.71
10	4	16000	-38360	11695.07	37210.63	48905.69
11	5	8000	-39070	11351.90	37515.19	48867.09
12	6	0	-39780	11021.15	37808.73	48829.88
13						
14						
15						

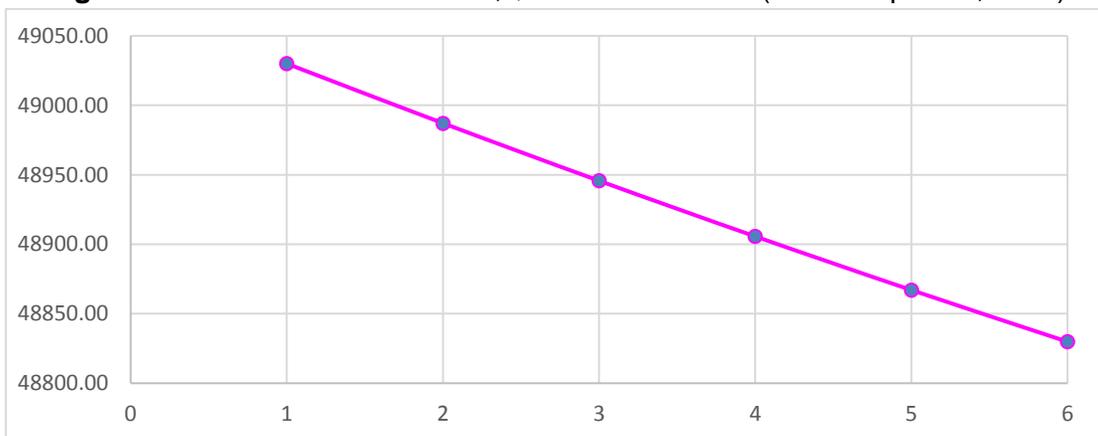
**Figura 7.6** Tabla de la Vida Útil del Defensor en Excel (Karen Espinosa, 2016)



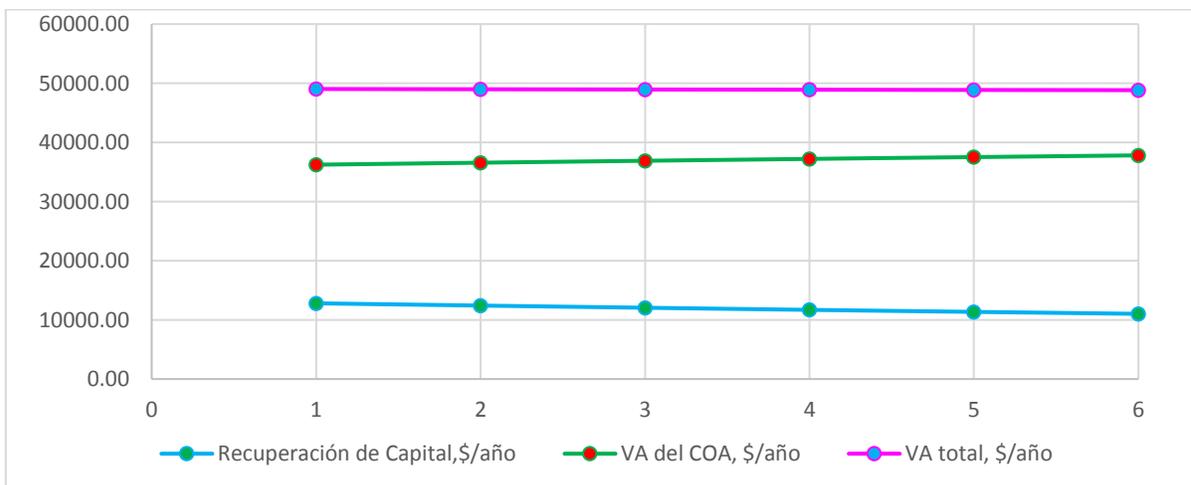
**Figura 7.7** Grafico de la Recuperación de Capital, \$/año del defensor (Karen Espinosa, 2016)



**Figura 7.8** Grafico de VA del COA, \$/año del defensor (Karen Espinosa, 2016)



**Figura 7.9** Grafico de VA total, \$/año del defensor (Karen Espinosa, 2016)



**Figura 7.10** Grafico de VA total, \$/año, VA del COA, \$/año y Recuperação de Capital, \$/año del defensor (Karen Espinosa, 2016)

**7.1.2 Datos el retador Sant-Blast de 125 kg, de polvo abrasivo (arena silica y oxido de aluminio).**

**Tabla 7.7 Sant- Blast RR-X29 M. (Karen Espinosa,2016)**

Precio del equipo	Costos	Costo total	Costo anual
Extractor de polvos	26100		
Equipo presurizado mod.125 INTEC BLAST	20500		
Filtro purificador de aire	4200		
Capucha de lona	1400		1400
Overol de lona	1200		1200
guantes	370		370
Control remoto	14300		
Material para la cabina (2.50x4.00x2.50 metros)	12000		
Cuarto debajo de la cabina.	19000	99070	
Consumo de electricidad	500 kw/h	3665 bimestral	21990
boquilla	900		900
manguera	280		280
tela		1500	1500
mantenimiento		3000 semestral	6000
<b>Total de costos anuales</b>			<b>33640</b>

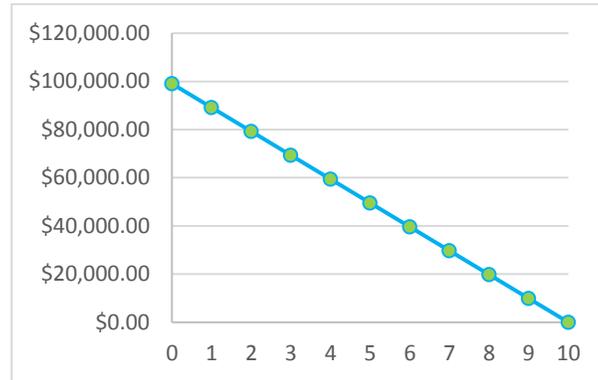
**Tabla 7.8 Depreciación del retador. (Karen Espinosa,2016)**

Año	Valor en Libros	Cargo anual	Valor recuperado
0	\$99,070.00	\$0.00	\$0.00
1	\$89,163.00	\$9,907.00	\$9,907.00
2	\$79,256.00	\$9,907.00	\$19,814.00
3	\$69,349.00	\$9,907.00	\$29,721.00
4	\$59,442.00	\$9,907.00	\$39,628.00
5	\$49,535.00	\$9,907.00	\$49,535.00
6	\$39,628.00	\$9,907.00	\$59,442.00
7	\$29,721.00	\$9,907.00	\$69,349.00
8	\$19,814.00	\$9,907.00	\$79,256.00
9	\$9,907.00	\$9,907.00	\$89,163.00
10	\$0.00	\$9,907.00	\$99,070.00

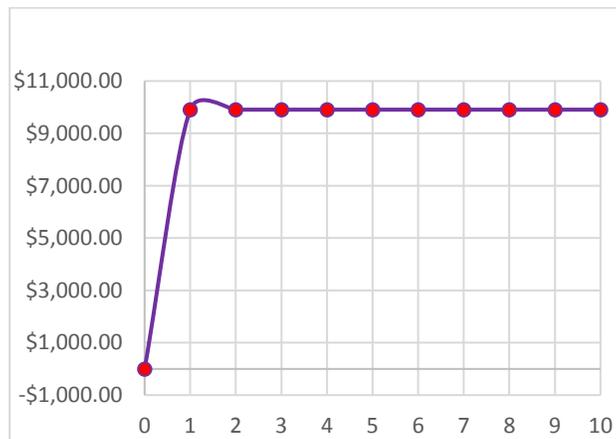
$$P = \$ 99\ 070, VS = 0, n = 10$$

$$\text{Cargo anual (D)} = \frac{\text{valor iriginal (P)} - VS}{\text{vida util (n)}}$$

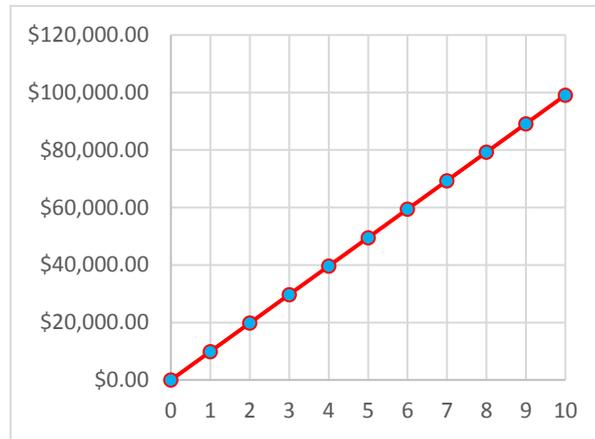
$$D_t = \frac{P - VS}{n} = \frac{99\ 070 - 0}{10} = \$9\ 907$$



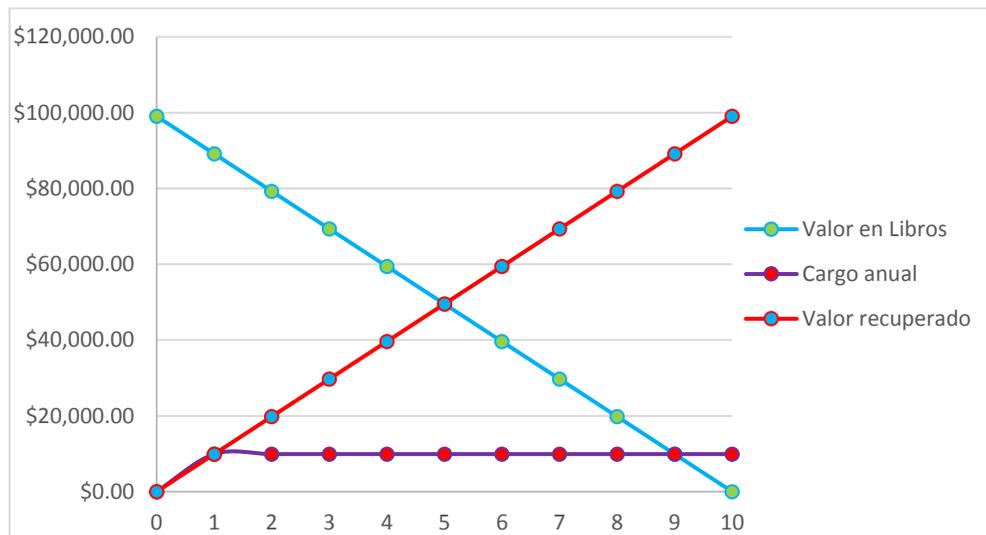
**Figura 7.11** Grafico de Valor en Libros del retador (Karen Espinosa, 2016)



**Figura 7.12** Grafico de Cargo Anual del retador (Karen Espinosa, 2016)



**Figura 7.13** Grafico de Valor Recuperado del retador (Karen Espinosa, 2016)



**Figura 7.14** Grafico de Valor Recuperado, Cargo Anual y Valor en Libros del retador (Karen Espinosa, 2016)

$$VA_k total = -P(A/P, i, k) + S_k(A/F, i, k) - [VP del COA_1] (A/P, i, k)$$

$$VA_1 total = -99070(A/P, 10, 1) + 98136(A/F, 10, 1) - [33640(P/F, 10, 1)] (A/P, 10, 1)$$

$$VA_1 total = -99070(1.100) + 98163(1.00) - [33640(.9091)] (1.100)$$

$$VA_1 total = -108977 + 98163 - (30582.124)(1.100)$$

$$VA_1 total = -10814 - 33640.3364$$

$$VA_1 total = -44454.3364$$

$$VA_2 total = -99070(.57619) + 79253(.47619) - [33640(.9091) + 34649.2(.8264)] (.57619)$$

$$\begin{aligned}
VA_2total &= -57083.1433 + 37739.48607 - (30582.124 + 28634.09888)(.57619) \\
&= -19343.65723 - (59216.22288)(.57619) \\
&= -19343.65723 - 34119.79546 = -53463.45269
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
VA_3total &= -99070(.40211) + 69349(.30211) - [33640(.9091) + 34649.2(.8264) \\
&\quad + 35658.4(.7513)] (.40211)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
VA_3total &= -39837.0377 + 20951.02639 \\
&\quad - (30582.124 + 28634.09888 + 26790.15592)(.40211) \\
&= -18886.01131 - (86006.3788)(.40211) \\
&= -18886.01131 - 34584.02498 = -53470.03629
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
VA_4total &= -99070(.31547) + 59442(.21547) - [33640(.9091) + 34649.2(.8264) \\
&\quad + 35658.4(.7513) + 36667.6(.6830)] (.31547)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
VA_4total &= -31253.6129 + 12807.96774 \\
&\quad - (30582.124 + 28634.09888 + 26790.15592 + 25043.9708)(.31547) \\
&= -18445.64516 - (111050.3496)(.31547) \\
&= -17114.40096 - 35033.05379 = -53478.69895
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
VA_5total &= -99070(.26380) + 49535(.16380) - [33640(.9091) + 34649.2(.8264) \\
&\quad + 35658.4(.7513) + 36667.6(.6830) + 37676.8(.6209)] (.26380)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
VA_5total &= -26134.666 + 8113.833 \\
&\quad - (30582.124 + 28634.09888 + 26790.15592 + 25043.9708 \\
&\quad + 23393.52512)(.26380) = -18020.833 - (134443.8747)(.26380) \\
&= -18020.833 - 35466.29415 = -53487.12715
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
VA_6total &= -99070(.22961) + 39628(.12961) - [33640(.9091) + 34649.2(.8264) \\
&\quad + 35658.4(.7513) + 36667.6(.6830) + 37676.8(.6209) \\
&\quad + 38686(.5645)] (.22961)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
VA_6total &= -22747.4627 + 5136.18508 - (30582.124 + 28634.09888 \\
&\quad + 26790.15592 + 25043.9708 + 23393.52512 + 21838.247)(.6209) \\
&= -17611.27762 - (156282.1217)(.22961) \\
&= -17611.27762 - 35883.93796 = -53495.21558
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
VA_7total &= -99070(.20541) + 29721(.10541) - [33640(.9091) + 34649.2(.8264) \\
&\quad + 35658.4(.7513) + 36667.6(.6830) + 37676.8(.6209) + 38686 \\
&\quad + 39695.2(.5132)] (.20541)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
VA_7total &= -20349.9687 + 3132.89061 \\
&\quad - (30582.124 + 28634.09888 + 26790.15592 + 25043.9708 \\
&\quad + 23393.52512 + 21838.247 + 20371.57664)(.20541) \\
&= -17217.07809 - (1716653.6983)(.20541) \\
&= -17217.07809 - 36286.43618 = \mathbf{-53503.51427}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
VA_8total &= -99070(.18744) + 19814(.08744) - [33640(.9091) + 34649.2(.8264) \\
&\quad + 35658.4(.7513) + 36667.6(.6830) + 37676.8(.6209) + 38686 \\
&\quad + 39695.2(.5132) + 40704.4(.4665)] (.18744)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
VA_8total &= -18569.6808 + 1732.53616 \\
&\quad - (30582.124 + 28634.09888 + 26790.15592 + 25043.9708 \\
&\quad + 23393.52512 + 21838.247 + 20371.57664 + 18988.6026)(.18744) \\
&= -16837.14464 - (195642.301)(.18744) \\
&= -16837.14464 - 36671.19289 = \mathbf{-53508.33753}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
VA_9total &= -99070(.17364) + 9907(.07364) - [33640(.9091) + 34649.2(.8264) \\
&\quad + 35658.4(.7513) + 36667.6(.6830) + 37676.8(.6209) + 38686 \\
&\quad + 39695.2(.5132) + 40704.4(.4665) + 41713.6(.4241)] (.17364)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
VA_9total &= -17202.5148 + 729.55148 \\
&\quad - (30582.124 + 28634.09888 + 26790.15592 + 25043.9708 \\
&\quad + 23393.52512 + 21838.247 + 20371.57664 + 18988.6026 \\
&\quad + 17690.73776)(.17364) = -16472.96332 - (213333.0388)(.17364) \\
&= -16472.96332 - 37043.14885 = \mathbf{-52327.23877}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
VA_{10}total &= -99070(.16275) + 0(.06275) - [33640(.9091) + 34649.2(.8264) \\
&\quad + 35658.4(.7513) + 36667.6(.6830) + 37676.8(.6209) + 38686 \\
&\quad + 39695.2(.5132) + 40704.4(.4665) + 41713.6 \\
&\quad + 42722.8(.3855)] (.16275)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
VA_{10}total &= -16123.6425 + 0 \\
&\quad - (30582.124 + 28634.09888 + 26790.15592 + 25043.9708 \\
&\quad + 23393.52512 + 21838.247 + 20371.57664 + 18988.6026 \\
&\quad + 17690.73776 + 16469.6394)(.16275) \\
&= -16123.6425 - (229802.6782)(.16275) \\
&= -16123.6425 - 37400.38588 = \mathbf{-53524.02838}
\end{aligned}$$

$$RC = -P(A/P, i, n) + S(A/F, i, n)$$

$$RC_1 = -99070(A/P, 10,1) + 98163(A/F, 10,1)$$

$$RC_1 = -92920(1.100) + 98163(1.000)$$

$$RC_1 = -10814$$

$$RC_2 = -99070(.57619) + 79253(.47619)$$

$$RC_2 = -19343.65723$$

$$RC_3 = -99070(.40211) + 69349(.30211)$$

$$RC_3 = -18886.01131$$

$$RC_4 = -99070(.31547) + 59442(.21547)$$

$$RC_4 = -18445.64516$$

$$RC_5 = -99070(.26380) + 49535(.16380)$$

$$RC_5 = -18020.833$$

$$RC_6 = -99070(.22961) + 39628(.12961)$$

$$RC_6 = -17611.27762$$

$$RC_7 = -99070(.20541) + 29721(.10541)$$

$$RC_7 = -17217.07809$$

$$RC_8 = -99070(.18744) + 19814(.08744)$$

$$RC_8 = -16837.14464$$

$$RC_9 = -99070(.17364) + 9907(.07364)$$

$$RC_9 = -16472.96332$$

$$RC_{10} = -99070(.16275) + 0(.06275)$$

$$RC_{10} = -16123.6425$$

**Tabla 7.9** Cálculo de la Vida Útil Económica Retador. (Karen Espinosa, 2016)

Año j	VC <sub>j</sub> , \$	COA <sub>j</sub> , \$	Recuperación de capital, \$	VA del COA, \$	VA <sub>k</sub> total, \$
1	89163	-33640	-10814	-33640.336	-44454.336
2	79256	-34649.2	-19343.657	-34119.795	-53463.452
3	69349	-35658.4	-18886.011	-34584.024	-53470.036
4	59442	-36667.6	-18445.645	-35033.053	-53478.698
5	49535	-37676.8	-18020.833	-35466.294	-53487.127
6	39628	-38686	-17611.277	-35883.937	-53495.215
7	29721	-39695.2	-17217.078	-36286.436	-53503.514
8	19814	-40704.4	-16837.144	-36671.192	-53508.337
9	9907	-41713.6	-16472.963	-37043.148	-52327.238
10	0	-42722.8	-16123.642	-37400.385	-53524.028

## ❖ Solución por computadora

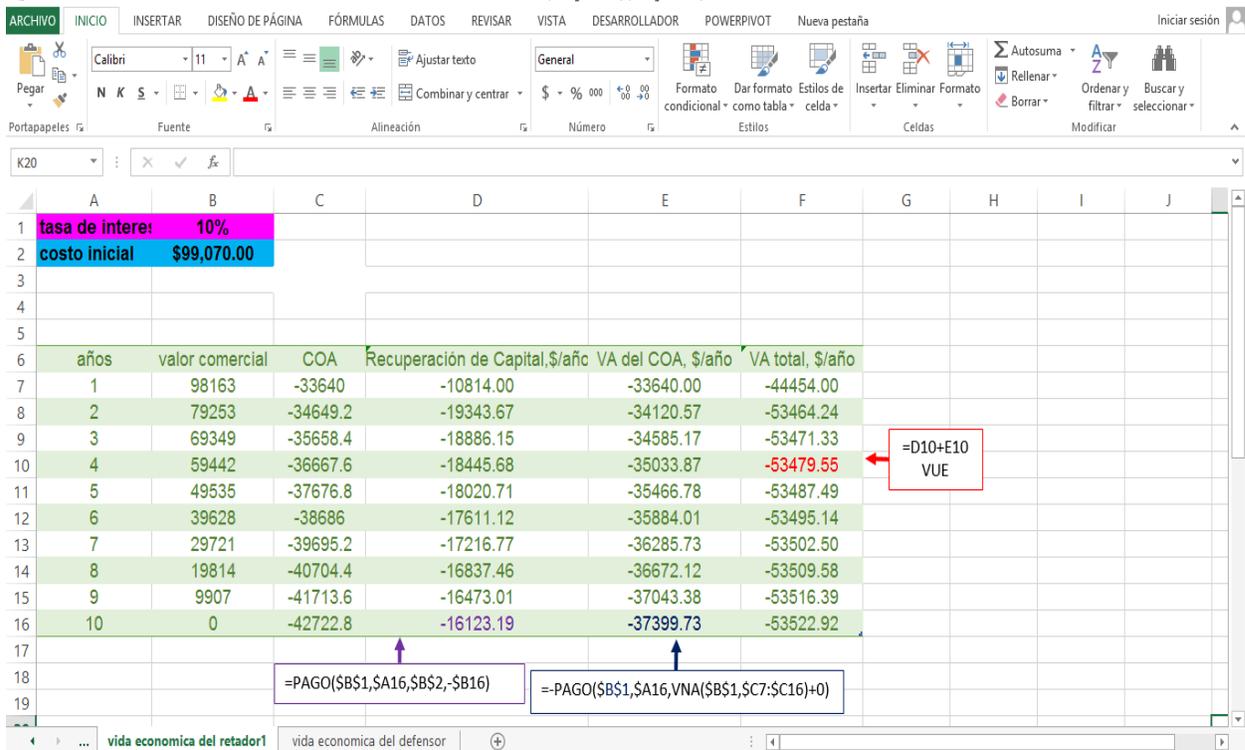


Figura 7.15 Tabla de la Vida Útil del Retador en Excel (Karen Espinosa, 2016)

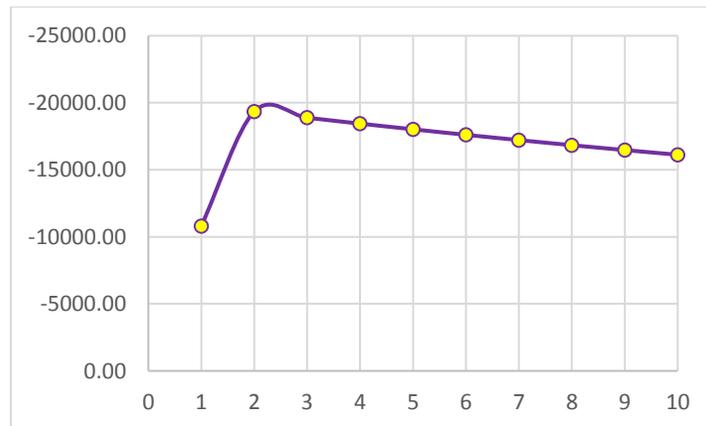
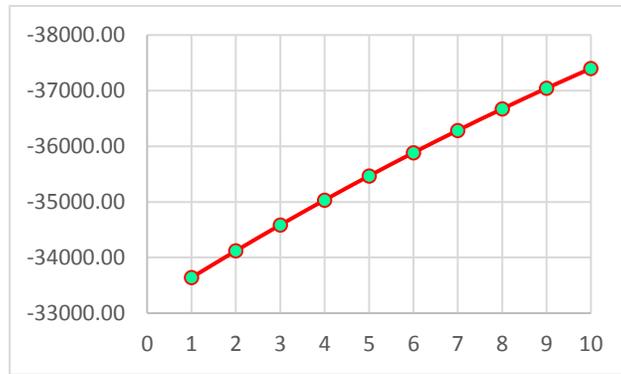
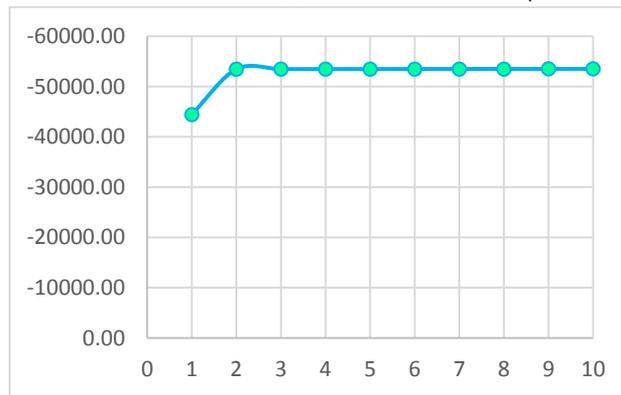


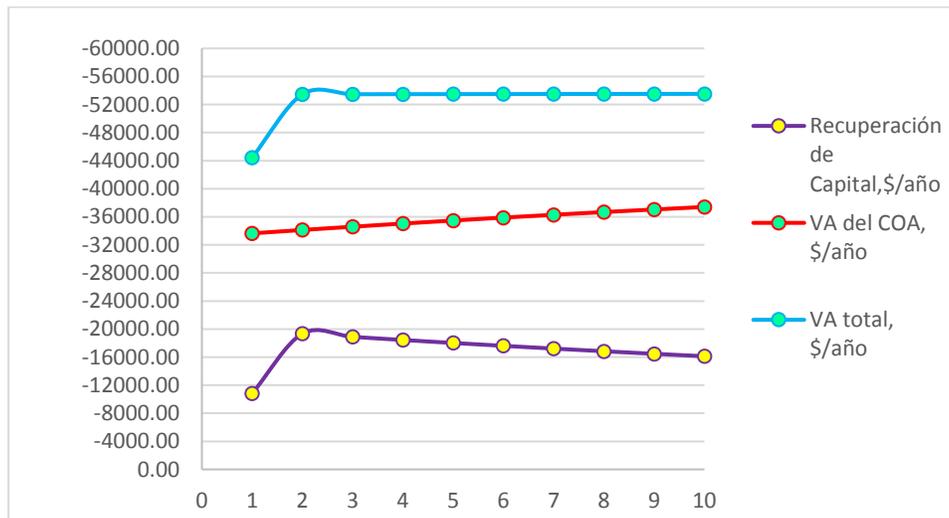
Figura 7.16 Grafico de Recuperación de Capital, \$/año del retador (Karen Espinosa, 2016)



**Figura 7.17** Grafico de VA del COA, \$/año del retador (Karen Espinosa, 2016)



**Figura 7.18** Grafico de VA total, \$/año del retador (Karen Espinosa, 2016)



**Figura 7.19** Grafico de VA total, \$/año, VA del COA, \$/año y Recuperaçión de Capital, \$/año del retador (Karen Espinosa, 2016)

### 7.1.3 Análisis de vida útil económica (VUE) para los costos de a) retador y b) defensor

Tabla 7.10 Análisis de vida útil económica (VUE) para los costos de a) retador y b) defensor. (Karen Espinosa, 2016)

<b>a) Retador</b>				
Retador año k	Valor comercial	COA	VA total si es propietario k años	
0	\$99,070.00			
1	\$98,163.00	\$33,640.00	\$44,454.00	
2	\$79,253.00	\$34,649.00	\$53,464.00	
3	\$69,349.00	\$35,658.00	\$53,471.00	
4	\$59,442.00	\$36,667.00	\$53,479.00	
5	\$46,535.00	\$37,676.00	\$53,487.00	
6	\$39,628.00	\$38,686.00	\$53,495.00	
7	\$29,721.00	\$39,695.00	\$53,502.00	
8	\$19,814.00	\$40,704.00	\$53,509.00	
9	\$9,907.00	\$41,713.00	\$53,516.00	
10	\$0.00	\$42,722.00	\$53,522.00	
<b>b) Defensor</b>				
Defensor año k	Valor comercial	COA	VA total si es propietario k años	
0	\$48,000.00			
1	\$40,000.00	\$36,230.00	\$49030.00	
2	\$32,000.00	\$36,940.00	\$ 48987.14	
3	\$24,000.00	\$37,650.00	\$ 48945.71	
4	\$16,000.00	\$38,360.00	\$ 48905.69	
5	\$ 8,000.00	\$39,070.00	\$ 48867.09	
6	0	\$39,780.00	\$48829.88	

### 7.1.4 Conclusión

La maquinaria progresa a la par con la innovación tecnológica y resulta necesario para todo tipo de fabricación y manufactura, orientadas a las producciones y servicios. Facilita tareas complejas, tiempo invertido y nos brinda precisión para trabajar en este caso con los diseños que nos pide el cliente.

En México solo se utiliza la depreciación en línea recta, la cual deprecia el activo en cantidades iguales durante los años productivos de la maquina a depreciar. Sin embargo la depreciación de activos de valor económico alto tienen más tendencia a ser depreciables, esto estipulado en la Ley del Impuesto Sobre la Renta (LISR), que establece cuales son los conceptos deducibles de impuestos.

Se entiende que los impuestos se pagan sobre la base de restar a los ingresos todos los gastos comprobables, como la mano de obra, que se comprueba con nominas firmadas; las materias primas, cuyos gastos se comprueban con facturas, etc. a la diferencia entre ingresos y costos se le llama utilidad antes de impuestos. Es claro que mayores costos, la utilidad antes de impuestos (UAI) será menor, y se pagara menos en impuestos. La LISR establece que serán deducibles de impuestos los cargos de depreciación y amortización en los porcentajes que establece la propia ley.

Las características de las dos maquinarias retador (maquina nueva que será el remplazo) y defensor (maquina con la que cuenta la empresa) tienen ventajas importantes, el defensor no utiliza mucho espacio pero la cabina donde se lleva acabo el Sant Blastado es reducido para piezas grandes, la arena que se utiliza para este proceso se recoge por la persona que la ópera, sin embargo, el retador cuenta con un sistema vibratorio en la parte inferior de la máquina, este permite el ahorro de tiempo en esta actividad, característica significativa ya que lo que se pretende con el remplazo es generar una mayor gama de tamaños y colores para el cliente.

El retador sin embargo utiliza mayor espacio pero con la característica de que se podrá hacer diseños de tamaño significativo, con una calidad a un mayor y un tiempo corto que en nuestro defensor.

Tomando en cuenta el análisis de depreciación en los valores del costo menor VA (valor anual) para el análisis de reemplazo son para el primer año:

Retador:	$VA_R = \$ 44454.00$	para $n_D = 1$ años
Defensor:	$VA_D = \$ 49030.00$	para $n_D = 1$ años

Tomando en cuenta los costos menores VA del retador y defensor para el primer año es recomendable hacer el reemplazo en este momento, porque el retador tiene menores costos durante su primer año, en comparación del defensor que tiene 4 años de servicio sus costos son mayores y no nos ofrece la calidad que se obtendrán con el retador, la gama de diseños en formas y colores para los clientes que demandan este servicio.

El factor precio es decisivo sobre todo en las pequeñas y medianas empresas, sin embargo si la maquinaria consigue incrementar la eficiencia del proceso productivo y genera valor añadido al producto final.

Un punto importante en la adquisición del retador es que la empresa capacitara a su personal o representantes, porque ellos serán los que tengan el trato directo con el dueño de Perfiles Arquitectónicos, por lo tanto éstos tendrán los conocimientos técnicos sobre el equipo que permitirá optimizar el rendimiento y solucionar las dudas acerca del funcionamiento.

Brindaran programas de entrenamiento para los operadores de línea, el personal de mantenimiento y los gerentes de producción para favorecer la mejora en la capacidad de producción, la funcionalidad del equipo y la resolución de dudas o problemas que pudieran surgir.

La asistencia de personal especializado, con habilidades técnicas y conocimiento de la maquinaria es muy relevante para Perfiles Arquitectónicos. Dicha asistencia comenzara desde el momento de la instalación del Sand-Blast, que debe ser rápida porque la empresa necesita que el plazo de entrega e instalación sea el mínimo posible y esta nos lo ofrece. Una pronta y adecuada puesta a disposición de la maquinaria en la planta de producción, nos garantiza una imagen de fiabilidad y de buen desempeño.

En el caso de problemas con el equipo, un rápido servicio de reparación puede marcar la diferencia. El tiempo de paro de una máquina significa pérdidas económicas por el retraso en la producción. Esto hace que la posibilidad de consultar a un técnico preparado para solucionar complicaciones que puedan surgir en un breve espacio de tiempo, sea de vital importancia para Perfiles Arquitectónicos y el proveedor nos garantiza la asistencia de un técnico en el momento que se solicite, además, de que el proveedor cuente con un completo y preciso catálogo de partes y componentes de maquinaria nos da una mayor seguridad. Lo ideal en el caso de las partes es que sean originales y garanticen el buen funcionamiento al equipo.

El proporcionar asistencia para la instalación de las piezas perfecciona el servicio aportado y también puede ser un punto diferenciador y un valor añadido.

Beneficios percibidos por las personas al generarse un remplazo, son beneficios no monetarios percibidos de manera subjetiva por las personas o definido, si se pone en marcha un proyecto para crear empleo, podríamos tener interés en evaluar la calidad de los empleos creados y entonces, se definirá con precisión qué entendemos por calidad: influencia en la toma de decisiones en la empresa, retribuciones regulares y ajustadas al coste de la vida, valoración de las relaciones personales, etc.

Tabla 7.11 Cuadro comparativo del defensor y retador tomando en cuenta ventajas y desventajas de cada uno. (Karen Espinosa,2016)

Defensor Sant-Blast de 50 kg	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza poco espacio</li> <li>• Utiliza poco material, polvo abrasivo (arena sílica y oxido de aluminio)</li> <li>• Fácil manejo de la maquinaria por el tiempo de utilización.</li> <li>• La máquina puede desplazarse de un lugar a otro sin ningún problema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca variedad de diseños</li> <li>• Atrasos en tiempo de entrega del producto</li> <li>• Atraso tecnológico y servicio al cliente.</li> <li>• Aumento de los costos anuales de operación de la máquina.</li> <li>• Demasiado tiempo utilizado para recoger el polvo abrasivo por el operador.</li> </ul>
Retador Sant-Blast de 125 kg	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entregas rápidas al cliente.</li> <li>• Variedad de diseños.</li> <li>• Calidad en cada diseño.</li> <li>• Rápido servicio de reparación de la maquina por parte del distribuidor.</li> <li>• Adquisición de piezas auténticas para la reparación del mismo dado el caso de necesitarlas.</li> <li>• Capacitación de parte del distribuidor para la aplicación de colores al material.</li> <li>• Reducción de tiempo por parte del operador para recoger el polvo abrasivo, ya que se facilitara por medio de un sistema de vibrador en la superficie de la máquina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza mucho espacio el cual causaría remodelación completa de la empresa</li> <li>• Mayor gasto en la arena sílica y oxido de aluminio</li> <li>• Tiempo de capacitación y adaptación para la nueva máquina.</li> </ul>

Los sistemas productivos cuentan con la participación de múltiples factores, todos ellos sin importar la naturaleza de la organización a las que pertenezcan son susceptibles de la toma de decisiones en aras de aumentar la eficiencia de los procesos, por ende la productividad depende de la optimización de los mismos.

El área productiva o de fabricación es el proceso de mayor generación de valor económico en cualquier organización. Los sistemas productivos son el eje de los procesos de desarrollo de las empresas del mundo. Hoy por hoy, suele subestimarse el alcance de los sistemas productivos en el proceso de obtener una ventaja competitiva, dado a que distintos factores y prácticas de vanguardia como la innovación, la optimización de los flujos logísticos y la implementación de nuevos sistemas de información están dando resultados muy positivos.

No obstante, los sistemas de producción son totalmente susceptibles de ser optimizados en materia de innovación, flexibilidad, calidad y costo, además de ser integrados a funciones tan importantes como la participación en el diseño y el mejoramiento continuo del producto, lo cual es totalmente compatible

## Referencias

1. Stanley Fischer, Ruchger Dornbusch, Richard Schmalensee. Economía 2 edición. Libro (1990).
2. James L. Riggs, David D. Bedworth, Sabah U. Randhawa. Ingeniería económica 4 edición. Libro (2002).
3. Leland Blank .P. E., Anthony Tarquin, P.E., Ingeniería económica 6 edición. Libro (2006).
4. Leland Blank .P. E., Anthony Tarquin, P.E., Ingeniería económica 7 edición. Libro (2012).
5. Gabriel Baca Urbina. Fundamentos de Ingeniería Económica 5 edición. Libro (2010).
6. Banco de México (28 de agosto del 2012). Recuperado el 8 de noviembre del 2016, de inflación: [http://uae.uan.mx/d/f/album\\_uae/Inflacion.pdf](http://uae.uan.mx/d/f/album_uae/Inflacion.pdf)
7. Introducción a la economía-Facultad de ciencias económicas (Mochón y Becker, 1997). Recuperado el 8 de noviembre del 2016, economía: [http://www.econo.unlp.edu.ar/uploads/docs/clase\\_2\\_economia.pdf](http://www.econo.unlp.edu.ar/uploads/docs/clase_2_economia.pdf)
8. <http://ocw.unican.es/ciencias-sociales-y-juridicas/principios-de-economia/materiales/Principios-economia5.pdf>
9. Riggs, Bedworth, Randhawa (2002) unidad 16 depreciación. Recuperado el 8 de noviembre del 2016 economía : [http://ual.dyndns.org/Biblioteca/Matematicas\\_Financieras/Pdf/Unidad\\_16.pdf](http://ual.dyndns.org/Biblioteca/Matematicas_Financieras/Pdf/Unidad_16.pdf)
10. Handy A. Taho Investigación de Operaciones Ed. Alfaomega ( 6 de noviembre del 2004). Recuperado el 8 de noviembre del 2016) análisis de sensibilidad: <http://docente.ucol.mx/gallardo/ANALISIS%20DE%20SENSIBILIDAD.pdf>
11. MC. Marcel Ruiz Martínez Antología del libro: Blank Leland, T. Ingeniería Económica, 4th Edición. McGraw-Hill Interamericana (2002) .Recuperado el 8 de noviembre del 2016, Economía: <http://marcelrzm.comxa.com/IngenieriaEconomica/51TecnicasAnalisisDeReemplazo.pdf>

### Se omitieron las siguientes referencias

12. Elsa Norma Elizalde Ángeles, 2012. Recuperado 9 de noviembre [http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/economico\\_administrativo/Microeconomia.pdf](http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/economico_administrativo/Microeconomia.pdf)
13. José Silvestre Méndez Morales, 2004. Recuperado 9 de noviembre <http://www.redalyc.org/pdf/395/39521308.pdf>
14. Guillermo Enrique Jiménez Meneses, 2011 Recuperado 9 de noviembre <http://guilloyjimenez-informator.blogspot.mx/2011/04/diagrama-de-flujo-circular.html>
15. Jorge Moreno, 2012. Recuperado 9 de noviembre <https://calidademprendedora.wordpress.com/2012/05/31/metodologia-diagrama-de-dispersion/>
16. Jorge Núñez acosta, 2016. Recuperado 9 de noviembre <http://macroeconomiaconines.blogspot.mx/2016/02/explicar-la-grafica-de-oferta-y-demanda.html>
17. Josué , 2016 Recuperado 9 de noviembre <http://opcionis.mx/blog/ciclo-economico/>
18. Diego, 2011 Recuperado 9 de noviembre <http://lobasicodegestion.blogspot.mx/2014/04/un-arbol-para-tomar-una-decision.html>
19. Iván José Turmero Astros, 2009 Recuperado 9 de noviembre <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/decisiones-reemplazo-y-conservacion/decisiones-reemplazo-y-conservacion.shtml>
20. Moisés Ortíz, 2011 Recuperado 9 de noviembre <https://exceltotal.com/calcular-depreciacion-en-excel/>