

EVALUACIÓN FINANCIERA

DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

MÉTODOS Y APLICACIONES

DIP | Dirección de
Postgrado

 **UPSA**

Mauricio M. Virreira Ávila

EVALUACIÓN FINANCIERA

DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

MÉTODOS Y APLICACIONES

Mauricio M. Virreira Avila



Santa Cruz - Bolivia, 2020

CONTENIDO

PRESENTACIÓN DE LA RECTORA	7
PRÓLOGO	9
CAPÍTULO 1	
VALOR DEL DINERO EN EL TIEMPO	11
1.1. VALOR FUTURO (VF)	12
1.2. VALOR PRESENTE (VP) O VALOR ACTUAL (VA)	13
1.3. VALOR FUTURO VERSUS VALOR PRESENTE	14
1.4. MATEMÁTICA FINANCIERA	15
Anualidades	15
Anualidades crecientes	17
Perpetuidades	19
Perpetuidades crecientes	19
Series combinadas	20
1.5. VP y VF CUANDO LAS TASAS SON DIFERENTES CADA AÑO	21
1.6. HERRAMIENTAS DE CÁLCULO	22
1.7. APLICACIONES	22
EJERCICIOS	28
ANEXO 1: Cálculo de Equivalencias con EXCEL	30
Cálculo del Valor Futuro (VF) de una cantidad ahora	30
Cálculo del Valor Futuro de una serie uniforme (anualidad)	31
Cálculo del Valor Actual (VA) de una cantidad ahora	32
Cálculo del Valor Actual de una serie uniforme (anualidad)	32
Cálculo del Valor Actual de una serie de cuotas no iguales	33
Cálculo del valor de la cuota (C) de una serie uniforme (anualidad)	34
Cálculo del número de periodos dados el VA y el VF	35
Cálculo del número de periodos dados una serie y el VF	35
Cálculo de la tasa dados el VA y una serie de pagos	36
CAPÍTULO 2	
INDICADORES FINANCIEROS DE FACTIBILIDAD	37
2.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN)	37
2.2. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	42
2.3. TASA INTERNA DE RETORNO MODIFICADA (TIR _m)	44
2.4. PERIODO DE RECUPERACIÓN	45
2.5. RESUMEN	46
2.6. APLICACIONES	46
EJERCICIOS	50
ANEXO 1: Cálculo de Indicadores Financieros usando EXCEL	53
Cálculo del VAN	53
Cálculo de la TIR	54
Cálculo de la TIR _m	55
Cálculo del periodo de recuperación	55
Función Objetivo	56

CAPÍTULO 3	
ELEMENTOS DEL FLUJO DE FONDOS	59
3.7. DEFINICIÓN DE FLUJOS INCREMENTALES	59
3.8. ELEMENTOS DEL FLUJO DE CAJA	59
3.2.1. Inversiones	59
3.2.2. Ingresos	63
3.2.3. Costos del proyecto	63
3.2.4. Impuestos	65
3.2.5. Valor terminal (VT)	68
3.3. COMPONENTES DEL FLUJO DE CAJA	73
3.4. NORMAS BÁSICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE FLUJOS DE CAJA	73
EJERCICIOS	74
ANEXO 1: Modelos para estimar el capital de trabajo de un proyecto	77
CAPÍTULO 4	
EVALUACIÓN FINANCIERA SIN CONSIDERAR EL FINANCIAMIENTO DE LA INVERSIÓN	81
4.1. FLUJO DE CAJA CON VL	82
4.2. FLUJO DE CAJA CON VCO	89
4.3. PROYECTOS QUE INVOLUCRAN EL REEMPLAZO DE ACTIVOS EXISTENTES	92
EJERCICIOS	95
ANEXO 1: Cálculos de los valores del flujo de caja del ejercicio 4.1	99
ANEXO 2: Evaluación Financiera cuando se incluye el IVA en el FC	104
CAPÍTULO 5	
ANÁLISIS DEL FINANCIAMIENTO DE LA INVERSIÓN (EVALUACIÓN FINANCIERA CON FINANCIAMIENTO)	109
RESUMEN DE LAS ALTERNATIVAS	115
5.1. CONCLUSIONES	116
EJERCICIOS	117
CAPÍTULO 6	
ANÁLISIS INCREMENTAL DE ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN	121
6.1. ANÁLISIS CUANDO LA VIDA DE LAS ALTERNATIVAS ES IGUAL	121
6.2. ANÁLISIS CUANDO LA VIDA DE LAS ALTERNATIVAS ES DIFERENTE	128
6.3. ÁRBOLES DE DECISIÓN	132
EJERCICIOS	142
CAPÍTULO 7	
ANÁLISIS DE RIESGO	149
7.1. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO	149
7.2. RIESGO	150
7.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	151
7.4. ANÁLISIS DE ESCENARIOS	156
7.5. SIMULACIÓN	160
EJERCICIOS	163
ANEXO 1: Modelo del ejercicio 4.1	164
ANEXO 2: Pasos para construir Tornado chart y hacer simulación usando Crystall Ball	166
RESULTADOS DE LOS EJERCICIOS	171
BIBLIOGRAFÍA	173
EL AUTOR	175

PRESENTACIÓN DE LA RECTORA

Con mucho beneplácito, la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra pone en manos de sus estudiantes del área financiera y económica en el nivel de postgrado, el libro ***Evaluación Financiera de Proyectos de Inversión. Métodos y aplicaciones***, de nuestro destacado y muy apreciado docente Mgs. Mauricio M. Virreira Avila.

Con esta obra, el Prof. Virreira reafirma su condición de investigador nato, respaldado por una sólida formación y vocación como docente universitario que data de casi dos décadas.

Subrayo particularmente en este libro de texto, la claridad de la exposición y la pertinencia temática, fruto evidente de muchos años en la práctica docente y profesional, pero también del rigor conceptual y de la pasión de quien nutre el conocimiento y el análisis de los temas de su especialidad.

Una mención especial a la Dirección de Postgrado de la UPSA, unidad que ha sido la gestora principal para hacer realidad este emprendimiento académico.

La UPSA no duda de la buena acogida que tendrá este aporte literario en el mundo académico boliviano y se complace en ser promotora de esta iniciativa, con la seguridad de que la obra será consultada con mucho interés por los estudiosos de la economía y las finanzas, así como por quienes se están formando en esta importante área de las ciencias sociales.

Lauren Müller de Pacheco
RECTORA

Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra - UPSA

PRÓLOGO

La evaluación de proyectos involucra diferentes estudios que se deben realizar para poder determinar la conveniencia o no de ejecutar una cierta inversión. Entre ellos se encuentran los estudios de mercado, estudio técnico, ingeniería, etc., los que proveen la información para poder realizar el estudio financiero del proyecto. El presente texto se ha elaborado para servir de guía a los alumnos de pregrado y postgrado en la construcción de flujos de caja y posterior evaluación financiera de un proyecto de inversión. No cubre todos los estudios que se requieren para la evaluación y formulación de un proyecto, solamente se enfoca en el estudio financiero del mismo. Es el resultado de muchos años de docencia en materias de finanzas corporativas, como también de experiencias y evaluaciones financieras realizadas a lo largo de mi carrera profesional.

A pesar de que la evaluación financiera de proyectos de inversión se cubre en la mayoría de los textos de finanzas, las principales motivaciones detrás de este libro son:

1. Entregar un libro con un texto sencillo, fácil de entender, con ejemplos didácticos y aplicaciones a la normativa contable y tributaria de Bolivia, cuyo objetivo sea solamente los diferentes aspectos que involucra la evaluación financiera de un proyecto de inversión.
2. Poner al alcance de estudiantes universitarios (tanto de pregrado como de postgrado) un texto guía para los cursos de finanzas y evaluación de inversiones, que les proporcione las herramientas necesarias para que puedan construir el flujo de caja de un proyecto, calcular indicadores financieros, realizar un análisis de riesgo e interpretar los resultados.
3. Entregar un texto de consulta permanente a ejecutivos de empresas que necesitan proyectar flujos de caja para realizar evaluaciones financieras.

El primer capítulo del libro es un breve repaso del valor del dinero en el tiempo, concepto fundamental para el cálculo de indicadores financieros de viabilidad, los cuales se cubren en el segundo capítulo. En ambos capítulos, hay un apartado final donde se muestra como realizar los cálculos utilizando planillas electrónicas.

En el capítulo tres se analizan los diferentes elementos que se deben considerar en la construcción del flujo de caja, que fue utilizado en el capítulo dos para el cálculo de indicadores de viabilidad financiera.

El capítulo cuatro muestra como realizar la evaluación del proyecto sin importar quien pone los fondos para financiar la inversión, o sea, se muestra la evaluación sin financiamiento que se conoce como Evaluación Económica del Proyecto. Es en base a esta evaluación que se debería tomar la decisión de invertir o no.

La Evaluación Financiera del Proyecto (considerando el financiamiento de la inversión) se cubre en el capítulo cinco. El objetivo de esta evaluación es analizar la rentabilidad de los fondos aportados por los dueños del proyecto, analizar el impacto del financiamiento en el valor del proyecto y/o analizar la viabilidad de una determinada estructura de financiamiento.

En el capítulo seis se puede encontrar herramientas para analizar alternativas de inversión, como ser reemplazos de maquinaria y equipos, subcontratación y outsourcing. En este capítulo también se encuentra un apartado acerca de árboles de decisión, una herramienta útil cuando se presentan decisiones escalonadas que dependen de decisiones o sucesos anteriores.

Finalmente, el capítulo siete esta dedicado a mostrar como se realiza un análisis de riesgo al proyecto, para tratar de cuantificar en los indicadores financieros del proyecto posibles variaciones de los valores de las variables consideradas.

Para terminar, quiero agradecer a mi esposa, Maria Fernanda, a mis hijos, Daniel y Sebastian, por todo el tiempo dedicado a la preparación de mis cursos y materiales. Este libro, y mi pasión por la docencia, no serían posibles sin la comprensión y apoyo permanente de mi familia.

Mauricio M. Virreira Avila

CAPÍTULO 1

VALOR DEL DINERO EN EL TIEMPO

La base de la evaluación financiera de proyectos es lo que se conoce como valor del dinero en el tiempo. Esto se refiere a un concepto tan simple como “\$1 hoy vale más que \$1 mañana” debido al costo de oportunidad implícito.

Considere la siguiente situación:

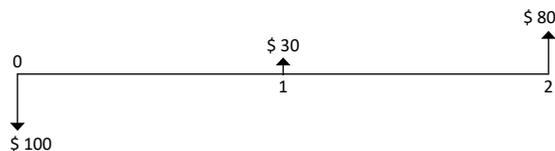
- Usted quiere comprar un producto que cuesta \$1,000
- En la tienda le dicen que puede pagar al contado o de aquí a 30 días los mismos \$1,000.
- Obviamente, aunque usted tenga los \$1,000 en efectivo, usted elegirá pagar de aquí a 30 días, ya que puede depositar la plata en un banco y ganarse un cierto interés.
- En este ejemplo, el costo de oportunidad sería la tasa de interés que puede obtener por poner su plata en un banco.

De igual forma que este sencillo ejemplo, la temporalidad con la que se presenten los flujos de efectivo y la cuantificación adecuada del costo de oportunidad influyen en el proceso de valoración de los proyectos.

Se puede decir que el valor del dinero en el tiempo es el análisis cuantitativo de la interrelación de 3 factores: (1) monto de dinero, (2) momento en el que se genera el movimiento del dinero y (3) el costo de oportunidad del inversionista.

El hecho de que no se puedan comparar directamente cantidades que ocurren en diferentes periodos de tiempo (por el valor del dinero en el tiempo), hace que para poder evaluar decisiones financieras en base a flujos de caja que ocurren en diferentes periodos se tenga que calcular “equivalencias” de estas cantidades. Estas equivalencias expresan todas las cantidades en un solo periodo, pudiendo luego sumar o restar todas estas equivalencias.

Por ejemplo, asuma que a usted le proponen invertir \$100 en un cierto negocio. Esta inversión generaría unos flujos de caja netos esperados de \$30 el primer año y \$80 el segundo año. La línea de tiempo de esta inversión es:



La primera “tentación” podría ser sumar los flujos de caja positivos y compararlos con el monto a invertir: $-\$100 + \$30 + \$80 = +\10 . Este análisis recomendaría invertir, ya que se “estaría ganando” \$10. Sin embargo, esta metodología es totalmente errada, ya que cada uno de los flujos de caja ocurren en diferentes periodos, por lo que no pueden realizarse operaciones matemáticas de suma o resta directamente.

Para entender esto, consideremos que usted puede invertir sus fondos en el banco a una tasa del 8% anual. Si en lugar de invertir \$100 en el proyecto pone los mismos \$100 en el banco, al final del primer año tendría una cantidad de \$108 (los \$100 más los intereses al 8%: $\$100 + \$100 \times 0.08 = \$100 \times 1.08 = \108). Al final del primer año toma estos \$108 y los vuelve a invertir al 8%, teniendo al final del segundo año la cantidad de \$116.64 ($\108×1.08). Por lo tanto, invertir \$100 ahora en el banco a una tasa del 8% significa que de aquí a 2 años se tiene \$116.64.

Ahora analicemos el proyecto: usted recibe \$30 al finalizar el primer año, los cuales los podría invertir al 8% por un año llegando a recibir \$32.4 al finalizar el segundo año. En este momento recibe \$80 del proyecto, por lo que al finalizar el segundo año termina teniendo \$112.4 (los \$32.4 que retira del banco más el flujo del proyecto).

Ante estas dos alternativas, obviamente usted preferiría poner su plata en el banco que invertir en el proyecto. Por lo tanto, al evaluar una inversión, **nunca se deben sumar o restar directamente flujos de caja que ocurren en diferentes periodos**, ya que se estaría ignorando el valor del dinero en el tiempo.

1.1 VALOR FUTURO (VF)

El Valor Futuro de una cantidad es un monto de dinero expresado en un periodo posterior, considerando el costo de oportunidad del mismo (r).

El valor futuro de una cantidad se puede interpretar como la suma que estamos dispuestos a recibir en un periodo futuro específico a cambio de renunciar a una cierta cantidad ahora. Por lo tanto, el valor futuro de una suma representa el monto EQUIVALENTE DADA una cierta tasa de descuento.

Por ejemplo, el valor futuro de \$100 ahora de aquí a un año con una tasa del 8% anual es \$108. Si la tasa cambia, el valor futuro de la cantidad también cambia. Si la tasa fuera del 10% anual, el valor futuro de \$100 ahora de aquí a un año sería \$110.

El valor futuro en el periodo "n" de una cierta cantidad en el periodo "i" se calcula como (se considera interés compuesto):

$$VF_{t=n} = C_i \times (1 + r)^n$$

Donde: C_i = flujo de caja en $t=i$
 r = tasa de descuento para el periodo considerado
 n = # de periodos entre i y n

Por ejemplo, si usted espera recibir una suma de \$40 de aquí a dos años, y cree que puede invertir esta cantidad a una tasa del 10% anual, el valor futuro de esta suma de aquí a 20 años sería:

$$\left. \begin{array}{l} i = 2 \\ r = 10\% \\ n = 18 \end{array} \right\} VF_{t=20} = 40 \times (1 + 0.10)^{18} = \$222.40$$

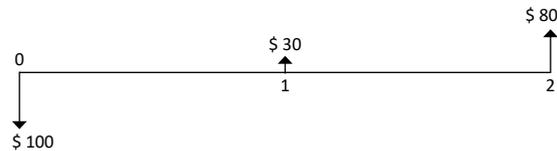
Si se consideran periodos semestrales (capitalización semestral), el valor futuro sería:

$$\left. \begin{array}{l} i = 2 \\ r = 5\% \text{ (10\% anual, 5\% semestral)} \\ n = 36 \end{array} \right\} VF_{t=20} = 40 \times (1 + 0.05)^{36} = \$231.67$$

Por lo general las tasas de descuento se expresan en forma anual, pero es muy importante que la tasa de descuento utilizada corresponda a la longitud del periodo considerado. Por ejemplo, si los flujos de caja son trimestrales y se está considerando una tasa de descuento del 12% anual, se debe utilizar un r del 3%. Finalmente, mientras mayor sea el número de periodos de capitalización, mayor va a ser el valor futuro de una cantidad.

El cálculo de valores futuros nos permite expresar flujos de caja que ocurren en diferentes periodos en un solo periodo a través del cálculo de las equivalencias. Una vez que todos los flujos de caja se han expresado en un solo periodo, se puede sumar o restar los mismos.

En el caso del ejemplo analizado previamente cuyos flujos de caja son:



Vamos a expresar todos los flujos de caja en el periodo 2 a través del cálculo de valores futuros ($r = 8\%$):

$$VF_{t=2} \text{ de } \$-100 \text{ en } t=0: -100 \times (1+0.08)^2 = \$-116.64$$

$$VF_{t=2} \text{ de } \$30 \text{ en } t=1: 30 \times (1+0.08)^1 = \$32.40$$

De esta manera, invertir \$100 en $t=0$ para recibir \$30 en $t=1$ y \$80 en $t=2$ es equivalente a (dada una tasa de descuento del 8%):

✓ Invertir \$116.64 en $t=2$

✓ Recibir \$112.40 en $t=2$ (la suma de \$32.4 y \$80 (se puede sumar debido a que ambos flujos ocurren en el mismo periodo))

Así, se llega a la conclusión de que no se debe invertir ya que el Valor Futuro Neto es negativo ($-\$116.4 + \$112.40 = -\$4$).

1.2 VALOR PRESENTE (VP) O VALOR ACTUAL (VA)

El valor actual o valor presente es un monto de dinero expresado en el periodo cero, u otro indicado, considerando el costo de oportunidad del mismo. Este costo de oportunidad se expresa como una tasa porcentual, generalmente anual, y se llama Tasa de Descuento (r).

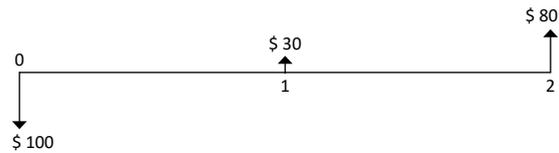
El valor presente de una suma a ser recibida en el futuro es el monto equivalente que se estaría dispuesto a recibir ahora dada una cierta tasa de descuento. Si la tasa de descuento cambia, el valor presente de la suma futura también cambia. El valor presente de una cantidad se puede interpretar como la suma que estamos dispuestos a recibir ahora a cambio de renunciar a una cierta cantidad en el futuro.

El valor presente en $t=0$ de una suma en el periodo "n" se calcula como (asumiendo interés compuesto):

$$VP = \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

Donde: C_n = flujo de caja en $t=n$
 r = tasa de descuento para el periodo considerado
 n = # de periodos

Por ejemplo, en el ejercicio analizado previamente cuyos flujos de caja son:



El valor presente en t=0 de los \$30 que se reciben en t=1 es:

$$VP_{t=0} \text{ de } \$30 \text{ en } t=1: \frac{30}{(1+0.08)^1} = 27.78$$

El valor presente en t=0 de los \$80 que se reciben en t=2 es:

$$VP_{t=0} \text{ de } \$80 \text{ en } t=2: \frac{80}{(1+0.08)^2} = 68.59$$

De esta manera, invertir \$100 en t=0 para recibir \$30 en t=1 y \$80 en t=2 es equivalente a (dada una tasa de descuento del 8%):

- ✓ Invertir \$100 en t=0
- ✓ Recibir \$96.37 en t=0 (la suma de \$27.78 y \$68.59 (se puede sumar debido a que ambos flujos ocurren en el mismo periodo))

Así, se llega a la misma conclusión de que no se debe invertir.

Como veremos en los próximos capítulos, la técnica más utilizada para evaluar decisiones de inversión es traer todo al presente (calcular valores presentes) y no calcular valores futuros. Esto debido a la interpretación del valor presente: *se calcula el equivalente en plata de ahora de todo lo que se va a recibir en el futuro y se lo compara con lo que se debe invertir. Si el valor presente de lo que se va a recibir en el futuro es mayor a la inversión necesaria, se procede con la inversión.*

1.3 VALOR FUTURO VERSUS VALOR PRESENTE

Hay una relación intrínseca entre el Valor Actual y el Valor Futuro, porque se trata del mismo monto expresado en distintos momentos del tiempo.

Por ejemplo, suponga que usted va a recibir \$100 de aquí a dos años (t=2). Si la tasa de interés relevante es del 10%, el valor presente en t=0 y el valor futuro en t=5 es:

$$VP_{t=0} = \frac{100}{1.10^2} = \$82.64$$

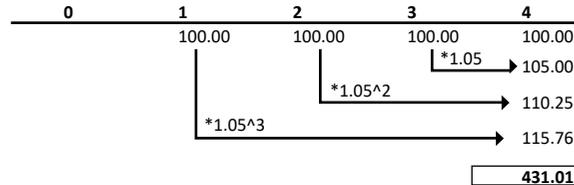
$$VF_{t=5} = 100 \times 1.10^3 = \$133.10$$

Esto quiere decir que para usted es equivalente tener \$82.64 ahora, \$100 de aquí a dos años o \$133.10 de aquí a 5 años. Por lo tanto, el valor futuro en t=5 de \$82.64 ahora debería ser también \$133.10, lo cual usted puede comprobar si hace los cálculos.

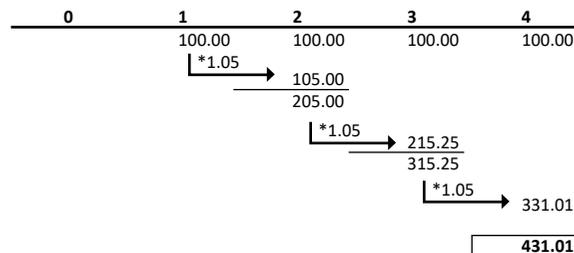
Suponga que usted espera recibir el siguiente flujo de caja por los siguientes cuatro años:

Año	0	1	2	3	4
Flujo de Caja		100	100	100	100

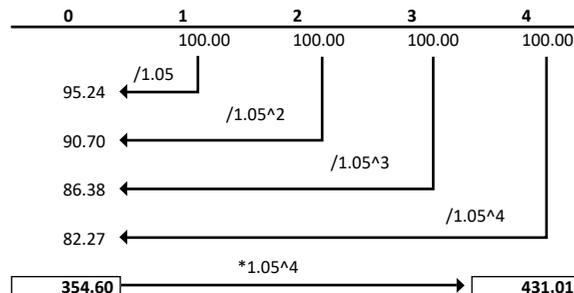
Si su tasa de interés es del 5% anual, el valor futuro de este flujo de caja en el año 4 es \$431.01:



Fíjese que el cálculo anterior es equivalente a:



Por lo tanto, recibir \$100 cada año por 4 años es equivalente a recibir \$431.01 al final del año 4 si el costo de oportunidad es del 5%. Si usted calcula el valor presente de este flujo de caja, obtiene un monto de \$354.60:



Es decir, recibir \$100 cada año por 4 años es equivalente a recibir hoy \$354.60. Si usted calcula el valor futuro en el año 4 de \$354.60 llega a un valor de \$431.01 como era de esperarse.

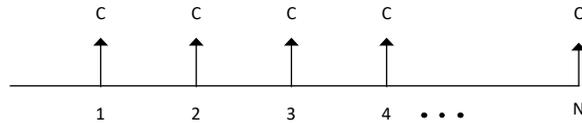
1.4 MATEMÁTICA FINANCIERA

El área de la ciencia económica que se encarga de esquematizar y ordenar los conceptos relacionados al valor del dinero en el tiempo recibe el nombre de *matemática financiera*.

La matemática financiera nos permite calcular las equivalencias de valor presente y valor futuro mediante el empleo de ciertas fórmulas matemáticas. El empleo de estas fórmulas depende de las características de los flujos. A continuación, se muestran las fórmulas más utilizadas.

Anualidades

Se entiende por anualidad a una serie de flujos en los cuales el monto que se recibe o se paga en cada periodo es siempre el mismo. Si llamamos "C" a este monto, la línea de tiempo de una anualidad es:



El valor presente de todos estos flujos de caja UN PERIODO ANTES DEL PERIODO DONDE COMIENZA LA SERIE es:

$$VP = \frac{C}{r} \times \left(1 - \frac{1}{(1+r)^N} \right)$$

Donde: C = flujo de caja de cada periodo (\$) (cuota)
 r = tasa de descuento para el periodo considerado (%)
 N = número de cuotas

Por ejemplo, asuma que usted tiene una inversión que espera que le produzca el siguiente flujo de caja:

Periodo	1	2	3	4	5
Flujo de Caja	50	50	50	50	50

Si su tasa de descuento es del 10% anual (los periodos del flujo de caja son anuales), el valor presente de estos flujos de caja en t=0 es:

$$VA = \frac{50}{1.1} + \frac{50}{1.1^2} + \frac{50}{1.1^3} + \frac{50}{1.1^4} + \frac{50}{1.1^5} = \$189.54$$

Alternativamente, se puede calcular el valor actual de estos flujos de caja con la fórmula planteada:

$$VA = \frac{50}{0.10} \times \left(1 - \frac{1}{1.1^5} \right) = \$189.54$$

El valor actual coincide con el calculado anteriormente y está ubicado en el periodo cero ya que la serie de cuotas comienzan en t=1.

Ahora suponga que el flujo de caja hubiera comenzado en el periodo tres:

Periodo	3	4	5	6	7
Flujo de Caja	50	50	50	50	50

El valor actual de esta serie calculado con la fórmula sigue siendo el mismo:

$$VA = \frac{50}{0.10} \times \left(1 - \frac{1}{1.1^5} \right) = \$189.54 \text{ (ya que se mantiene C y también N); pero este valor actual está ubicado en } t=2$$

(UN periodo antes del periodo en que comienza la serie). Para calcular el valor actual en t=0 basta actualizar este monto ubicado en t=2 hasta t=0:

$$VA_{t=0} = \frac{189.54}{1.1^2} = \$156.64$$

Este monto coincide con el valor actual si se calcula trayendo al presente cada flujo por separado:

$$VA = \frac{50}{1.1^3} + \frac{50}{1.1^4} + \frac{50}{1.1^5} + \frac{50}{1.1^6} + \frac{50}{1.1^7} = \$156.64$$

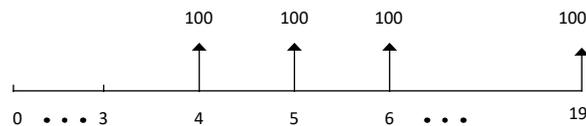
Finalmente, si los periodos hubieran sido semestrales y no anuales, se debe utilizar una tasa de descuento del 5% (ya que el 10% es anual). En este caso, el valor actual de la serie es (asumiendo que la serie comienza en $t=1$ y $r=10\%$ anual):

$$VA = \frac{50}{0.05} \times \left(1 - \frac{1}{1.05^8} \right) = \$216.47$$

La tasa de descuento a utilizar debe ser tal que represente una tasa para la longitud del periodo considerado. Por ejemplo, si la tasa de descuento es 12% anual y los periodos son trimestrales, el valor a utilizar es 3% trimestral.

Ejercicio 1.1: Usted tiene una inversión que espera que le genere un flujo de caja de \$100 semestralmente por 8 años a partir de aquí a 2 años. Si su tasa de descuento es del 12% anual, ¿cuál es el valor actual de estos flujos de caja?

A continuación se muestra la línea de tiempo de estos flujos:



Como los periodos son semestrales y el flujo de caja ocurre por 8 años, tenemos 16 flujos de caja. El primer flujo de caja ocurre en el periodo 4 (de aquí a 2 años) y el último en el periodo 19.

Por lo tanto, los datos para utilizar la fórmula de anualidad son:

$$C = \$100$$

$$r = 6\% \text{ (12\% anual } \Rightarrow \text{ 6\% semestral)}$$

$$N = 16 \text{ (\# de flujos de caja)}$$

Reemplazando:

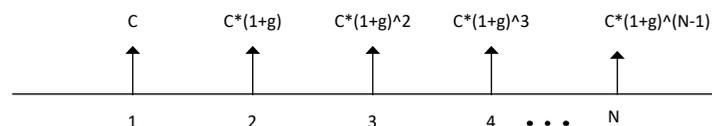
$$VA_{t=3} = \frac{100}{0.06} \times \left(1 - \frac{1}{1.06^{16}} \right) = \$1,010.59$$

Este VA es en el periodo tres ya que la serie comienza en el periodo 4. Para calcular el VA en el periodo cero basta actualizar este valor por tres periodos:

$$VA_{t=0} = \frac{1,010.59}{1.06^3} = \$848.51$$

Anualidades crecientes

Se entiende por anualidad creciente a una serie de flujos en los cuales el monto que se recibe o se paga en cada periodo aumenta en un porcentaje constante "g" con respecto al periodo anterior. Si llamamos "C" al monto inicial de la anualidad creciente, la línea de tiempo de una anualidad creciente es:



El valor presente de todos estos flujos de caja UN PERIODO ANTES DEL PERIODO DONDE COMIENZA LA SERIE es:

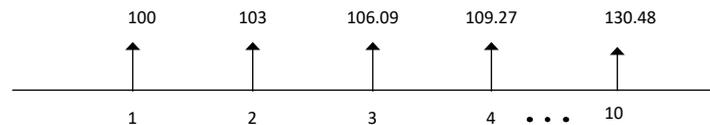
$$VP = \frac{C}{r-g} \times \left(1 - \left(\frac{1+g}{1+r} \right)^N \right)$$

Donde: C = flujo de caja de cada periodo (\$) (cuota inicial)
 r = tasa de descuento para la longitud de periodo considerado (%)
 N = número de flujos de caja
 g = tasa de crecimiento (%)

Se debe cumplir que g sea menor que r ($g < r$).

Ejercicio 1.2: Usted tiene una inversión que espera que le genere \$100 el próximo año, y que el valor del flujo de los siguientes años se incremente un 3% cada año. Esta inversión sería capaz de generar flujos de caja por 10 años. Si la tasa de descuento es 8% anual, ¿cuál es el valor actual de los flujos de esta inversión?

A continuación se muestra la línea de tiempo de estos flujos:



$$\begin{aligned} FC_2 &= 100 \times 1.03 = 103 \\ FC_3 &= 100 \times 1.03^2 = 106.09 \\ FC_4 &= 100 \times 1.03^3 = 109.27 \\ &\vdots \\ FC_{10} &= 100 \times 1.03^9 = 130.48 \end{aligned}$$

En este caso: $C = 100$, $r = 0.08$, $g = 0.03$, $N = 10$. Luego:

$$VA_{t=0} = \frac{100}{0.08-0.03} \times \left(1 - \left(\frac{1.03}{1.08} \right)^{10} \right) = \$755.01$$

Ejercicio 1.3: Usted tiene una inversión que espera le genere un flujo de caja de \$100 de aquí a 3 años. Asimismo, usted espera que este flujo de caja crezca un 5% cada año hasta el año 10. Si la tasa de descuento es 10% anual, ¿Cuál es el valor actual de esta inversión?

Primero calcularemos el valor actual de la anualidad creciente en $t=2$ (un año antes del comienzo de la serie):

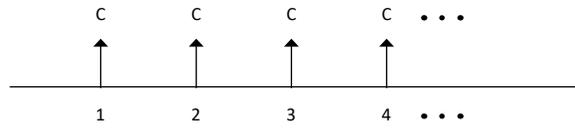
$$VA_{t=2} = \frac{100}{0.10-0.05} \times \left(1 - \left(\frac{1.05}{1.10} \right)^8 \right) = \$621.51$$

Luego actualizamos al año cero este valor:

$$VA_{t=0} = \frac{621.51}{1.10^2} = \$513.64$$

Perpetuidades

Se entiende por perpetuidad a una serie de flujos en los cuales el monto que se recibe o se paga en cada periodo es el mismo y que se extiende por un número indefinido de periodos (supuestamente un N muy grande). Si llamamos "C" al monto inicial de la perpetuidad, la línea de tiempo de una perpetuidad es:



El valor presente de todos estos flujos de caja UN PERIODO ANTES DEL PERIODO DONDE COMIENZA LA SERIE es:

$$VP = \frac{C}{r}$$

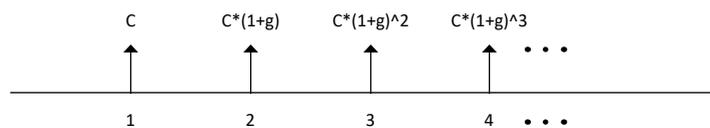
Donde: C = flujo de caja de cada periodo (\$) (cuota)
 r = tasa de descuento para la longitud de periodo considerado (%)

Ejercicio 1.4: Suponga un cierto proyecto que se espera que genere \$300 al año indefinidamente (a partir de t=1). Si la tasa de descuento relevante es 15% anual, ¿Cuál es el valor actual de este proyecto?

En este caso: C = 300, r = 0.15, por lo tanto: $VA_{t=0} = \frac{300}{0.15} = \$2,000$

Perpetuidades crecientes

Se entiende por perpetuidad creciente a una serie de flujos en los cuales el monto que se recibe o se paga en cada periodo aumenta en un porcentaje constante "g" con respecto al periodo anterior y que se extiende por un número indefinido de periodos (supuestamente un N muy grande). Si llamamos "C" al monto inicial de la perpetuidad, la línea de tiempo de una perpetuidad creciente es:



El valor presente de todos estos flujos de caja UN PERIODO ANTES DEL PERIODO DONDE COMIENZA LA SERIE es:

$$VP = \frac{C}{r - g}$$

Donde: C = flujo de caja de cada periodo (\$) (cuota)
 r = tasa de descuento para la longitud de periodo considerado (%)
 g = tasa de crecimiento (%)

Ejercicio 1.5: Suponga un cierto proyecto que se espera que genere \$300 el próximo año y que este flujo crezca un 4% al año indefinidamente. Si la tasa de descuento relevante es 15% anual, ¿Cuál es el valor actual de este proyecto?

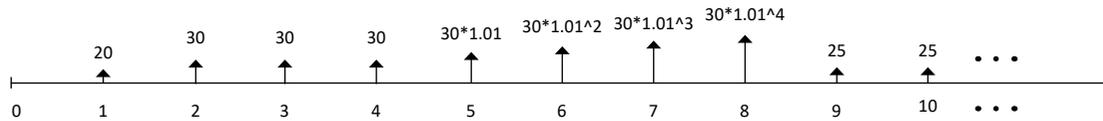
En este caso: C = 300, r = 0.15, g = 0.04, por lo tanto:

$$VA_{t=0} = \frac{300}{0.15 - 0.04} = \$2,727.27$$

Series combinadas

Cuando la estructura del flujo de caja no responde a una sola serie también se puede aplicar las fórmulas por tramos y luego se suman todos los resultados parciales. A continuación un par de ejemplos:

Ejercicio 1.6: A continuación se muestra el flujo de caja de un cierto proyecto. Si la tasa de descuento es 10%, ¿Cuál es el valor actual de este flujo de caja?



Vamos a separar este flujo de caja en 4 partes:

1. un ingreso en el año 1;
2. una anualidad de 3 cuotas entre el año 2 al 4;
3. una anualidad creciente entre los años 5 al 8, y;
4. una perpetuidad del año 9 en adelante.

Primero, calculamos el valor actual del ingreso en el año 1. Este valor actual está localizado en $t=0$:

$$(VA_1)_{t=0} = \frac{20}{1.1} = \$18.18$$

Segundo, calculamos el valor actual de la anualidad por 3 periodos. Este valor actual está localizado en $t=1$ (ya que la anualidad empieza en $t=2$):

$$(VA_2)_{t=1} = \frac{30}{0.10} \times \left(1 - \frac{1}{1.1^3}\right) = \$74.61$$

Traemos este valor actual a $t=0$: $(VA_2)_{t=0} = \frac{74.61}{1.1} = \67.83

Tercero, calculamos el valor actual de la anualidad creciente. Este valor actual está localizado en $t=4$:

$$(VA_3)_{t=4} = \frac{30 \times 1.01}{0.10} \times \left(1 - \left(\frac{1.01}{1.10}\right)^4\right) = \$87.64$$

Traemos este valor actual a $t=0$: $(VA_3)_{t=0} = \frac{87.64}{1.1^4} = \59.86

Cuarto, calculamos el valor actual de la perpetuidad. Este valor actual está localizado en $t=8$:

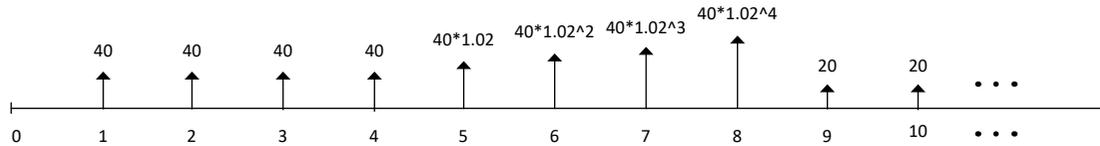
$$(VA_4)_{t=8} = \frac{25}{0.1} = \$250$$

Traemos este valor actual a $t=0$: $(VA_4)_{t=0} = \frac{250}{1.1^8} = \116.63

Finalmente, sumamos todos los VA en t=0:

$$(VA)_{t=0} = (VA_1)_{t=0} + (VA_2)_{t=0} + (VA_3)_{t=0} + (VA_4)_{t=0} = 18.18 + 67.83 + 59.86 + 116.63 = \$262.5$$

Ejercicio 1.7: A continuación se muestra el flujo de caja de un cierto proyecto. Si la tasa de descuento es 10%, ¿Cuál es el valor actual de este flujo de caja?



El valor actual de este flujo de caja en t=0 es:

$$VA_{t=0} = \frac{40}{0.10} \times \left(1 - \frac{1}{1.10^4}\right) + \left[\frac{40 \times 1.02}{0.10 - 0.02} \times \left(1 - \left(\frac{1.02}{1.10}\right)^4\right) \right] \times \frac{1}{1.10^4} + \left[\frac{20}{0.10} \right] \times \frac{1}{1.10^8} = \$310.90$$

VA en t=0 de una anualidad por 4 periodos

VA en t=4 de una anualidad creciente por 4 periodos

Factor para llevar a t=0 la anualidad creciente

VA en t=8 de una perpetuidad

Factor para llevar a t=0 la perpetuidad

1.5 VP y VF CUANDO LAS TASAS SON DIFERENTES CADA AÑO

Hasta aquí se ha asumido que la tasa de descuento es la misma para todos los periodos considerados. En el caso que exista una tasa de descuento distinta para cada periodo, el procedimiento de cálculo de equivalencias es el mismo, solamente varía la manera de calcular el factor de descuento. Se lo explicara a través de un ejemplo:

Asuma el siguiente flujo de caja:



Las tasas de descuento son:

- r_1 = tasa de descuento para el periodo 1 = 8%
- r_2 = tasa de descuento para el periodo 2 = 9%
- r_3 = tasa de descuento para el periodo 3 = 10%
- r_4 = tasa de descuento para el periodo 4 = 11%

El valor actual de este flujo de caja sería:

$$VA_{t=0} = \frac{20}{1.08} + \frac{30}{1.08 \times 1.09} + \frac{30}{1.08 \times 1.09 \times 1.10} + \frac{30}{1.08 \times 1.09 \times 1.10 \times 1.11} = \$88.04$$

Si reemplazamos en la expresión anterior todas las tasas por una sola tasa igual para todos los periodos, la expresión anterior se convierte en la fórmula de VA vista anteriormente.

Cuando las tasas de descuento son diferentes para cada periodo, la expresión general del VA es:

$$VA_{t=0} = \frac{C_1}{(1+r_1)} + \frac{C_2}{(1+r_1) \times (1+r_2)} + \frac{C_3}{(1+r_1) \times (1+r_2) \times (1+r_3)} + \dots + \frac{C_N}{(1+r_1) \times (1+r_2) \times \dots \times (1+r_N)}$$

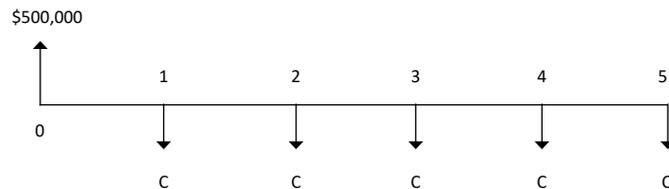
1.6 HERRAMIENTAS DE CÁLCULO

En la sección de matemática financiera se estudió fórmulas matemáticas que ayudan al cálculo de valores actuales y valores futuros. Sin embargo, la evolución de las calculadoras financieras y hojas de cálculo en computadoras ha hecho que los procesos de cálculo de valores actuales y futuros sean más sencillos. La mayoría de las calculadoras financieras traen programas que permiten el cálculo de las equivalencias financieras, como también las hojas de cálculo de las computadoras traen ya insertas las fórmulas para calcular las equivalencias. En el anexo 1 de este capítulo se muestra como calcular equivalencias usando EXCEL.

1.7 APLICACIONES

Ejercicio 1.8: La empresa Sigma ha decidido ampliar la capacidad de su planta. El banco XX le ha ofrecido prestarle \$500,000 a 5 años plazo con una tasa de interés del 12% anual. Si el préstamo es con cuotas fijas anuales, ¿Cuánto es el monto de cada cuota? ¿Cuánto gana el banco?

A continuación se muestra la línea de tiempo de los flujos desde el punto de vista de la empresa:



Para encontrar el valor de esta cuota se puede utilizar la fórmula de anualidad vista anteriormente:

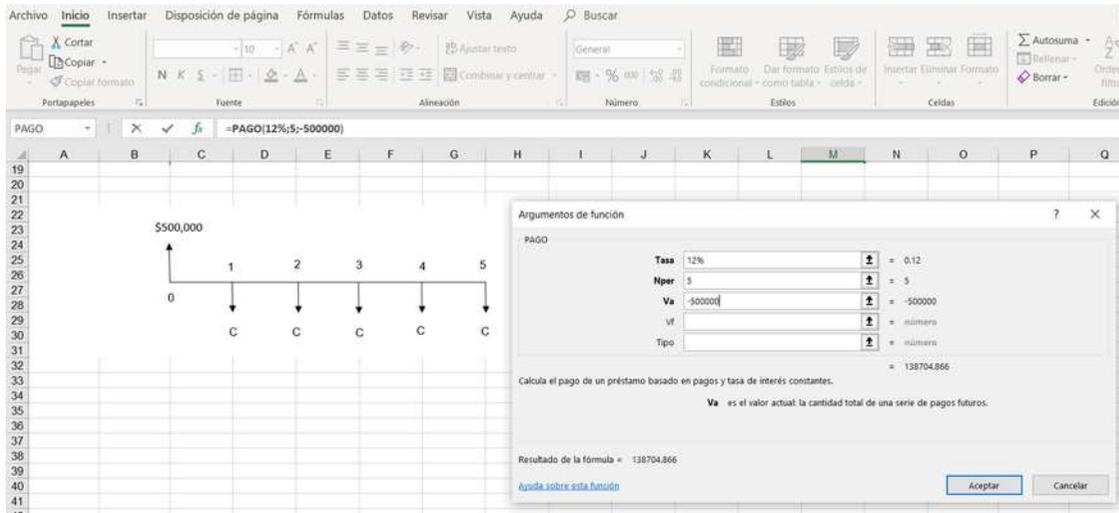
$$VP = \frac{C}{r} \times \left(1 - \frac{1}{(1+r)^N} \right)$$

Donde: C = cuota anual del préstamo
 VP = monto del préstamo = \$500,000
 r = tasa del préstamo = 12% anual
 N = número de cuotas del préstamo = 5

Reemplazando estos valores en la fórmula: $500,000 = \frac{c}{0.12} \times \left(1 - \frac{1}{(1+0.12)^5} \right)$

Despejando se encuentra el valor de C: C = \$138,704.87

Alternativamente, se podía utilizar la fórmula de EXCEL (ver Anexo 1): "PAGO":



La tabla de amortización del préstamo sería:

Periodo	Monto inicial préstamo	Monto cuota	Monto intereses	Pago Capital	Monto final préstamo
1	500,000.00	138,704.87	60,000.00	78,704.87	421,295.13
2	421,295.13	138,704.87	50,555.42	88,149.45	333,145.68
3	333,145.68	138,704.87	39,977.48	98,727.39	234,418.29
4	234,418.29	138,704.87	28,130.19	110,574.68	123,843.61
5	123,843.61	138,704.87	14,861.23	123,843.64	-0.03

El monto de intereses de cada periodo es igual al monto inicial del préstamo multiplicado por la tasa de interés. El pago de capital sale de la diferencia entre el monto de la cuota y el monto de intereses. El monto final del préstamo que aparece en el periodo 5 es debido al redondeo de la cuota.

Se ve que el banco ha ganado el 12% que pide en cada periodo, ya que las cuotas están compuestas por su rentabilidad (12%) más la devolución de capital.

Ejercicio 1.9: Pedro Rojas se encuentra actualmente pensando en los planes futuros que había realizado y las metas financieras que había trazado para lograr sus planes. En el último tiempo el creía que no estaba pudiendo cumplir con sus objetivos de ahorro, por lo que el logro de sus planes futuros se podría ver afectado.

ANTECEDENTES

Pedro se tituló como Ingeniero Industrial de la universidad XYZ hace 4 años atrás como el mejor de su clase. Pedro siempre fue un alumno sobresaliente, lo que le valió conseguir un trabajo en el área de producción en una empresa multinacional. Desde que empezó a trabajar en la empresa Pedro realizó un buen trabajo, lo que le valió escalar posiciones hasta el puesto que tiene actualmente de jefe de producción de una de las líneas de la empresa.

Después de un año de graduarse como ingeniero, Pedro se casó con su novia de toda la vida, Rosa Fuentes, la cual es abogada y trabaja actualmente en un bufete prestigioso de la ciudad. La pareja tiene actualmente dos hijos, tuvieron mellizos, que tienen dos años de edad.

Pedro siempre fue una persona muy organizada y que le gusta pensar en el futuro, por lo que siempre se fijaba metas muy ambiciosas que le gustaría cumplir. Entre las metas que se había trazado Pedro están:

- Jubilarse a la edad de 55 años con un monto que le permita vivir tranquilamente sus años de jubilación. Actualmente Pedro tiene 28 años y espera tener que trabajar como máximo 27 años más.
- Hacer estudiar a sus dos hijos en la universidad.
- Retirarse a vivir en un departamento en la playa durante su jubilación.

Para poder cumplir estas metas, Pedro cree que tiene que seguir escalando puestos en la empresa hasta puestos gerenciales, por lo que Pedro quiere complementar su educación con una maestría en administración de empresas en el corto plazo.

SITUACIÓN ACTUAL

La situación actual de la familia es buena, ya que ambos aportan con sus sueldos para cubrir sus costos de vida. De hecho, los Rojas viven en una casa en un barrio residencial valuada actualmente en \$120,000, la cual fue comprada con una herencia que recibió Pedro.

Pedro y Rosa piensan vender esta casa cuando se jubilen y con estos fondos pagar una parte del costo del departamento en la playa. Ellos estiman que el valor de su casa se incrementará en un 75% hasta el momento en que se jubilen (de aquí a 27 años), y que el costo del departamento en la playa solamente subirá un 1% anual. El costo actual del departamento es de \$210,000.

Por otro lado, el costo actual de la maestría que quiere realizar Pedro es de \$18,000 (dos cuotas anuales de \$9,000 al inicio de cada año), y el tiempo de estudio es de dos años. Pedro estima que empezaría la maestría de aquí a tres años, y que el costo de la maestría se está incrementando un 2% al año.

En cuanto a los estudios de sus hijos en la universidad, a Pedro le gustaría que ambos vayan a la universidad donde él se graduó. El costo actual de esta universidad es de \$1,800/año (pagadero al inicio de cada año) y la mayoría de las carreras tienen una duración promedio de 5 años. El espera que este costo anual se incremente un 2% anual hasta que sus hijos vayan a la universidad dentro de 16 años más.

Finalmente, a Pedro y Rosa les gustaría disponer de \$28,000/año cuando estén jubilados. Ellos esperan vivir por lo menos 30 años más después de jubilarse.

Actualmente la familia tiene ahorrados \$8,000 en un fondo mutuo. La tasa promedio de rendimiento de sus ahorros es 8% anual.

PREGUNTAS

1. Si Pedro piensa utilizar los ahorros actuales para pagar su maestría, ¿qué monto adicional debe ser ahorrado en los siguientes cuatro años para poder pagar la maestría? Asuma que los pagos de la maestría se realizan a principio de año (el primero en el año 3 y el segundo en el año 4).
2. ¿Qué monto anual debe ser ahorrado por la pareja para poder pagar los estudios de sus hijos en la universidad? Asuma que los pagos de universidad se realizan a principio de año y que Pedro y Rosa van a ahorrar un monto anual hasta que sus hijos entren al último año de universidad.
3. Si los Brady piensan ahorrar un cierto monto anual para poder comprar el departamento en la playa, ¿qué monto anual se debe separar para poder comprar el departamento en la playa de aquí a 27 años?
4. ¿Qué monto se debe ahorrar anualmente (por 27 años) para poder cumplir con sus planes de jubilación?
5. Según los cálculos anteriores, indique el monto anual a ahorrarse mientras los Brady sigan trabajando para cumplir con todas sus metas (pagar la maestría, pagar la universidad de sus hijos, comprarse el departamento, y jubilarse).
6. Si los Brady quieren ahorrar un monto fijo anual por los siguientes 27 años, ¿cuál sería este monto?

SOLUCIÓN

1. El siguiente cuadro muestra los flujos de caja que enfrenta Pedro para pagar la maestría:

Periodo	0	1	2	3	4
Ingresos	8,000	A1	A1	A1	A1
Egresos				-M/2	-M/2

Donde:

A1 = monto anual que se debe ahorrar cada año durante los cuatro siguientes años para poder pagar la maestría (se asume que se ahorra el último día de cada periodo)

M = costo de la maestría dentro de tres años (Pedro debe pagar el 50% cuando empiece a estudiar (principio del año 4 o finales del año 3) y el otro 50% al comenzar el segundo año de estudio)

El valor de M es igual al valor futuro del costo de la maestría dentro de tres años más:

$$M = 18,000 \times (1+0.02)^3 = \$19,101.74$$

Por lo tanto, los flujos de caja quedan:

Periodo	0	1	2	3	4
Ingresos	8,000	A1	A1	A1	A1
Egresos				-9,550.87	-9,550.87

Para que Pedro pueda pagar la maestría, el valor actual de sus ingresos debe ser igual al valor actual de sus egresos utilizando su tasa de rendimiento del 8%:

$$VA_{\text{ingresos}} = 8,000 + \frac{A_1}{1.08} \times \left(1 - \frac{1}{1.08^4}\right) \quad VA_{\text{egresos}} = \frac{9,550.87}{1.08^3} + \frac{9,550.87}{1.08^4} = \$14,601.96$$

Igualando ambas expresiones y despejando A1, se obtiene: $A1 = \$1,993.27$

Este sería el monto anual que Pedro debería ahorrar (por los siguientes cuatro años) para poder cumplir con el pago de su maestría. Para corroborar esto, construyamos el siguiente cuadro:

Periodo	Saldo al inicio del periodo (SI)	Ahorro del periodo	Pagos del periodo	Intereses ganados periodo (8% SI)	Saldo al final del periodo
1	8,000.00	1,993.27	0.00	640.00	10,633.27
2	10,633.27	1,993.27	0.00	850.66	13,477.20
3	13,477.20	1,993.27	9,550.87	1,078.18	6,997.78
4	6,997.78	1,993.27	9,550.87	559.82	0.00

Como se ve en el cuadro anterior, el saldo al final del periodo 4 es cero, pudiendo haber cumplido con los pagos previstos de la maestría.

2. El siguiente cuadro muestra los flujos de caja que enfrenta Pedro para pagar la universidad de sus hijos:

Periodo	0	1	2	...	15	16	17	18	19	20
Ingresos		A2	A2	...	A2	A2	A2	A2	A2	A2
Egresos						-4,942.03	-5,040.87	-5,141.69	-5,244.52	-5,349.41

Donde:

A2 = monto anual que se debe ahorrar cada año durante los siguientes veinte años para poder pagar la universidad (se asume que se ahorra el último día de cada periodo)

Los montos que se tienen que pagar por la universidad son iguales al valor futuro del costo actual con una tasa del 2%:

Costo universidad en $t = 16$: $1,800 \times (1+0.02)^{16} = 2,471.01 \times 2 = \$4,942.03$ (dos hijos)

Costo universidad en $t = 17$: $1,800 \times (1+0.02)^{17} = 2,520.43 \times 2 = \$5,040.87$

Para que Pedro pueda pagar la universidad, el valor actual de sus ingresos debe ser igual al valor actual de sus egresos. Utilizando su tasa de rendimiento del 8%:

$$VA_{\text{ingresos}} = \frac{A_2}{0.08} \times \left(1 - \frac{1}{1.08^{20}}\right) \quad VA_{\text{egresos}} = \frac{4,942.03}{(0.08 - 0.02)} \times \left(1 - \frac{(1+0.02)^5}{(1+0.08)^5}\right) \times \frac{1}{1.08^{15}} = \$6,454.55$$

Igualando ambas expresiones y despejando A_2 , se obtiene: $A_2 = \$657.41$

Este sería el monto anual que Pedro debería ahorrar (por los siguientes veinte años) para poder cumplir con el pago de la universidad de sus hijos.

3. El siguiente cuadro muestra los flujos de caja que enfrenta Pedro para pagar la compra del departamento:

Periodo	0	1	2	26	27
Ingresos		A3	A3	A3	A3+210,000
Egresos						-274,723.86

Donde:

A_3 = monto anual que se debe ahorrar cada año durante los siguientes veintisiete años para poder comprar el departamento (se asume que se ahorra el último día de cada periodo)

En el periodo 27 además de ahorrar se vendería la casa, recibiendo un monto igual al valor futuro de la misma: $\$120,000 \times 1.75 = \$210,000$

El valor del departamento representa el valor futuro esperado del mismo:

$$\$210,000 \times 1.01^{27} = \$274,723.86$$

Para que Pedro pueda comprar el departamento, el valor actual de sus ingresos debe ser igual al valor actual de sus egresos utilizando su tasa de rendimiento del 8%:

$$VA_{\text{ingresos}} = \frac{A_3}{0.08} \times \left(1 - \frac{1}{1.08^{27}}\right) + \frac{210,000}{1.08^{27}} \quad VA_{\text{egresos}} = \frac{274,723.86}{1.08^{27}} = \$34,391.81$$

Igualando ambas expresiones y despejando A_3 , se obtiene: $A_3 = \$740.97$

Este sería el monto anual que Pedro debería ahorrar (por los siguientes veintisiete años) para poder cumplir con la compra del departamento.

4. El siguiente cuadro muestra los flujos de caja que enfrenta Pedro para poder obtener el monto de jubilación deseado:

Periodo	0	1	2	26	27	28	29	57
Ingresos		A4	A4	A4	A4				
Egresos							-28,000	-28,000	-28,000

Donde:

A_4 = monto anual que se debe ahorrar cada año durante los veintisiete siguientes años para poder obtener el monto de jubilación deseado (se asume que se ahorra el último día de cada periodo).

Se debe cumplir que el valor actual de los ingresos sea igual al valor actual de los egresos:

$$VA_{\text{ingresos}} = \frac{A_4}{0.08} \times \left(1 - \frac{1}{1.08^{27}}\right) \quad VA_{\text{egresos}} = \frac{28,000}{0.08} \times \left(1 - \frac{1}{1.08^{30}}\right) \times \frac{1}{1.08^{27}} = \$39,477.66$$

Igualando ambas expresiones y despejando A4, se obtiene: $A_4 = \$3,608.65$

Este sería el monto anual que Pedro debería ahorrar (por los siguientes veintisiete años) para poder cumplir con el monto esperado de jubilación.

5. El siguiente cuadro resume el monto anual que Pedro debe ahorrar para poder cumplir con todos sus planes:

Anno	Ahorro maestría A1	Ahorro universidad A2	Ahorro Depto. A3	Ahorro Jubilación A4	Ahorro total anual
1	1,993.27	657.41	740.97	3,608.65	7,000.30
2	1,993.27	657.41	740.97	3,608.65	7,000.30
3	1,993.27	657.41	740.97	3,608.65	7,000.30
4	1,993.27	657.41	740.97	3,608.65	7,000.30
5		657.41	740.97	3,608.65	5,007.03
6		657.41	740.97	3,608.65	5,007.03
7		657.41	740.97	3,608.65	5,007.03
8		657.41	740.97	3,608.65	5,007.03
9		657.41	740.97	3,608.65	5,007.03
10		657.41	740.97	3,608.65	5,007.03
11		657.41	740.97	3,608.65	5,007.03
12		657.41	740.97	3,608.65	5,007.03
13		657.41	740.97	3,608.65	5,007.03
14		657.41	740.97	3,608.65	5,007.03
15		657.41	740.97	3,608.65	5,007.03
16		657.41	740.97	3,608.65	5,007.03
17		657.41	740.97	3,608.65	5,007.03
18		657.41	740.97	3,608.65	5,007.03
19		657.41	740.97	3,608.65	5,007.03
20		657.41	740.97	3,608.65	5,007.03
21			740.97	3,608.65	4,349.62
22			740.97	3,608.65	4,349.62
23			740.97	3,608.65	4,349.62
24			740.97	3,608.65	4,349.62
25			740.97	3,608.65	4,349.62
26			740.97	3,608.65	4,349.62
27			740.97	3,608.65	4,349.62

6. Para encontrar el monto fijo anual que deberían ahorrar en lugar de los montos variables anteriores, lo único que se debe hacer es encontrar el monto de una anualidad por 27 años que iguale el valor actual de los montos ahorrados:

$$VA_{\text{ahorros}} = \frac{7,000.30}{0.08} \times \left(1 - \frac{1}{1.08^4}\right) + \frac{5,007.03}{0.08} \times \left(1 - \frac{1}{1.08^{16}}\right) \times \frac{1}{1.08^4} + \frac{4,349.62}{0.08} \times \left(1 - \frac{1}{1.08^7}\right) \times \frac{1}{1.08^{20}} = \$60,286.65$$

Por lo tanto:

$$\frac{A_{eq}}{0.08} \times \left(1 - \frac{1}{1.08^{27}}\right) = \$60,286.65$$

$$A_{eq} = \$5,543.60$$

EJERCICIOS

1. Usted espera recibir una herencia de \$100,000 dentro de 5 años. Usted necesita el dinero ahora, por lo que está dispuesto a recibir una suma menor si se la dan inmediatamente. Si su costo de oportunidad es del 5%, ¿cuánto vale esa herencia hoy?
2. A un inversionista se le presentan 2 alternativas de elección:
 - ✓ Una anualidad de \$100 por 20 años.
 - ✓ Una perpetuidad de \$50, con un crecimiento anual del 5%.

Si la tasa de descuento es del 10%. ¿Cuál debería escoger?

3. Si la tasa de descuento es 7%, ¿a cuánto debe ascender una inversión que ofrezca pagar:
 - a. \$100 al final de cada año en forma perpetua?
 - b. \$100 al comienzo de cada año en forma perpetua?
 - c. \$100 al final del primer año y que crece al 5% por año en forma perpetua?
 - d. \$100 al final de cada año por un período de 15 años?
4. La empresa Delta se encuentra actualmente evaluando la posibilidad de invertir en una nueva línea de productos. Los flujos de caja que se podrían generar son:
 - Años 1 al 3: \$100,000 al año
 - Año 4: \$-20,000
 - Año 5 al 10: \$120,000 al año
 - Año 11: \$100,000, y de ahí en adelante crece a una tasa de 5% al año indefinidamente.

Si la tasa de descuento de la empresa es 20%, ¿Cuánto es el valor presente de estos flujos?

5. Un ingeniero tiene 30 años y su salario el próximo año será de \$3,500. El estima que su salario crecerá a una tasa constante del 3% hasta su jubilación a la edad de 60 años.
 - a. Si la tasa de descuento es el 6%, ¿cuál es el valor actual de su sueldo futuro?
 - b. Si él ahorra un 5% de su salario cada año e invierte estos ahorros a una tasa de interés del 6%, ¿cuánto habrá ahorrado a los 60 años?
6. Usted está pensando comprar un automóvil que tiene un precio de \$20,000. Un banco local le ofrece financiarle el 80% del precio del automóvil con un préstamo a 5 años plazo, con cuotas fijas y una tasa de interés anual del 7%.
 - a. Si las cuotas son anuales, ¿cuánto sería la cuota anual que debería pagar?
 - b. Si las cuotas son mensuales, ¿cuánto sería la cuota mensual que debería pagar?
7. Usted está pensando comprar una nueva maquinaria para su empresa. El costo de esta maquinaria es de \$50,000, y el vendedor le dice a usted que puede pagar el 20% al contado y el saldo en dos cuotas iguales cada seis meses sin intereses. Asimismo, el vendedor le dijo que si paga al contado le puede hacer un descuento del 5% del costo total. Si su tasa de descuento relevante es 12%, ¿le conviene tomar el descuento y pagar al contado?
8. Usted puede cancelar un servicio de salud de una de dos formas:
 - a. Cancelar hoy \$50,000 por el servicio de todo un año, al cabo del cual vuelve a cancelar la cuota anual correspondiente, la que se espere crezca a una tasa del 5% por año.
 - b. Cancelar por una vez \$500,000 por el servicio mientras usted viva.

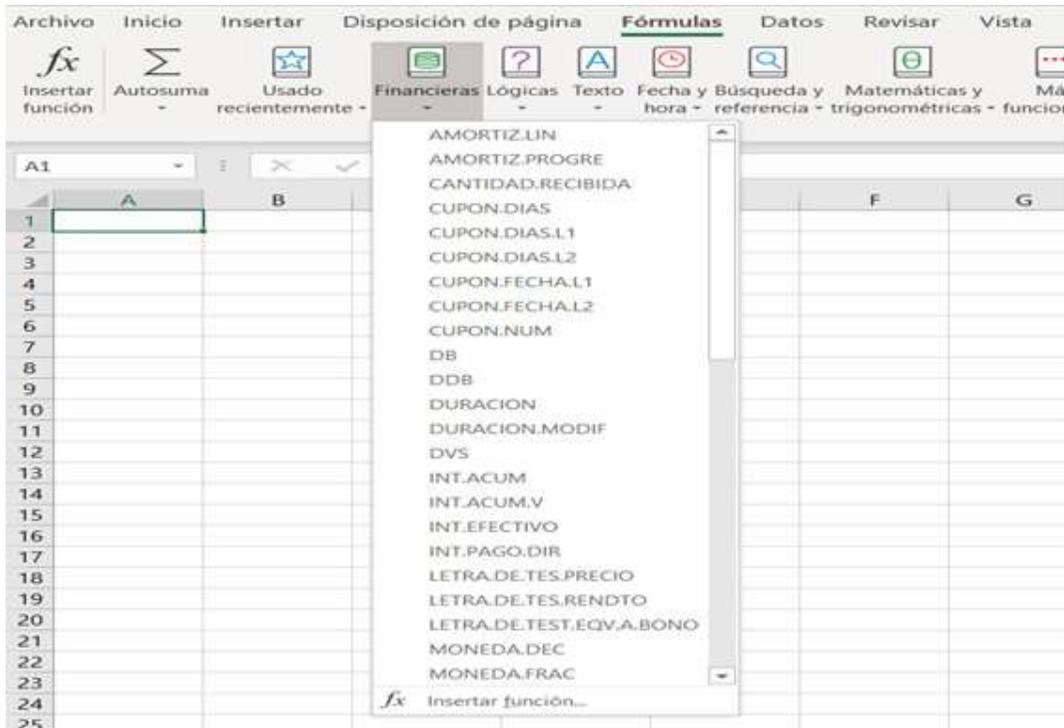
Si la tasa de descuento es 12%, plantee una ecuación que permita determinar su expectativa de vida mínima para que se le justifique tomar la alternativa b)

9. El Sr. Pérez quiere saber cuánto tiene que ahorrar cada año para poder pagarle a su hijo sus estudios universitarios. El Sr. Pérez estima que los estudios de su hijo van a costar \$12,000 el primer año, y que este monto va a aumentar en un 2% al año hasta que su hijo termine su carrera después de 5 años de estudio. Si actualmente faltan 6 años para que el hijo del Sr. Pérez vaya a la universidad, y el Sr. Pérez puede invertir sus ahorros al 8% anual, ¿cuánto debe ahorrar el Sr. Pérez cada año para poder pagarle los estudios a su hijo? Asuma que el Sr. Pérez va a ahorrar por 11 años.
10. El Sr. Luna quiere comprarse un departamento en la playa de aquí a ocho años cuando se retire. El Sr. Luna tiene planificado comprarse el departamento con el dinero que recaude por la venta de su casa, que actualmente tiene un valor de \$220,000 y se está incrementando un 7% cada año. El precio actual del departamento es \$500,000, el cual se espera se incremente a una tasa del 4% al año. ¿Cuánta plata adicional debe ser depositada al final de cada año en una cuenta de ahorro que paga un 9% anual de interés para que el Sr. Luna pueda comprar el departamento cuando se retire?
11. El Sr. y Sra. Delgadillo están planificando su jubilación. Ellos estiman que necesitarán \$2,000 al mes para que puedan vivir confortablemente una vez que se jubilen. Ellos se van a jubilar de aquí a 10 años y esperan vivir 20 años más una vez que dejen de trabajar. Si el sueldo combinado de la pareja es \$8,000 al mes, ¿qué porcentaje de este sueldo deben ahorrar mensualmente para lograr sacar \$2,000 al mes cuando se jubilen? La tasa de descuento es 9% anual.
12. Usted está pensando realizar una maestría en una universidad de EE.UU. de aquí a tres años más. El costo actual de la maestría es de \$16,000/año y los costos de vida usted estima que alcanzan actualmente a \$14,000/año. Usted espera que el costo de la maestría se incremente en un 3% cada año y que los costos de vida se incrementen un 2% cada año. Su sueldo actual es de \$36,000/año y usted espera que se mantenga constante durante los siguientes tres años, después de los cuales renunciaría a su trabajo para realizar la maestría. Usted tiene actualmente ahorrados \$15,000, y ahora quiere determinar qué porcentaje de su sueldo debe ahorrar cada año por los siguientes tres años para cumplir dos objetivos:
 - a. pagar los costos de la universidad y los costos de vida durante los dos años que estaría estudiando (estos dos costos se pagan al inicio de año, es decir, el primer pago al finalizar el año 3 y el segundo pago al finalizar el año 4), y
 - b. terminar la maestría con un saldo en su cuenta de \$6,000 (al final del año 5).

Si usted puede ahorra al 10% anual, ¿qué porcentaje de su sueldo debe ahorrarse para cumplir dichos objetivos?

ANEXO 1: Cálculo de Equivalencias con EXCEL

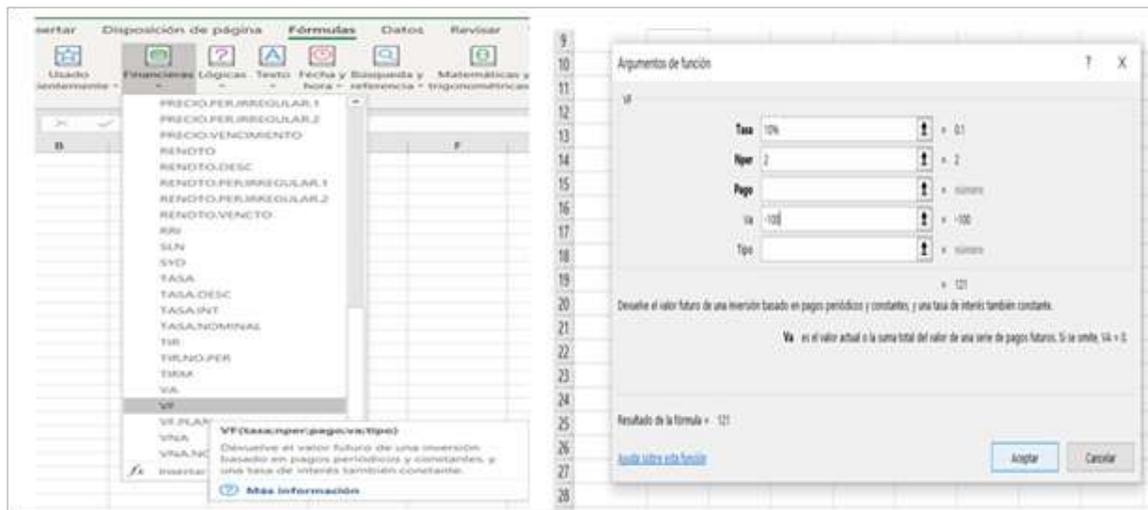
Las planillas de cálculo como EXCEL traen incorporadas funciones que nos ayudan a calcular diferentes valores. Se va a utilizar el menú “Formulas” y dentro de este la categoría “Financieras”:



Cálculo del Valor Futuro (VF) de una cantidad ahora

Se quiere encontrar el VF dentro de 2 años de \$100 que tenemos invertidos a una tasa del 10%.

Dentro la categoría de fórmulas financieras se busca la función “VF”:



El cuadro de dialogo de esta función se muestra arriba a la derecha. En la casilla que dice “Tasa” se ingresa el valor de la tasa de descuento o la celda que contiene esta tasa. En la casilla que dice “Nper” se ingresa el número de periodos en los cuales se quiere encontrar el VF. En la casilla que dice “Va” se ingresa el monto, o la celda que contiene el monto, del cual se quiere calcular el VF.

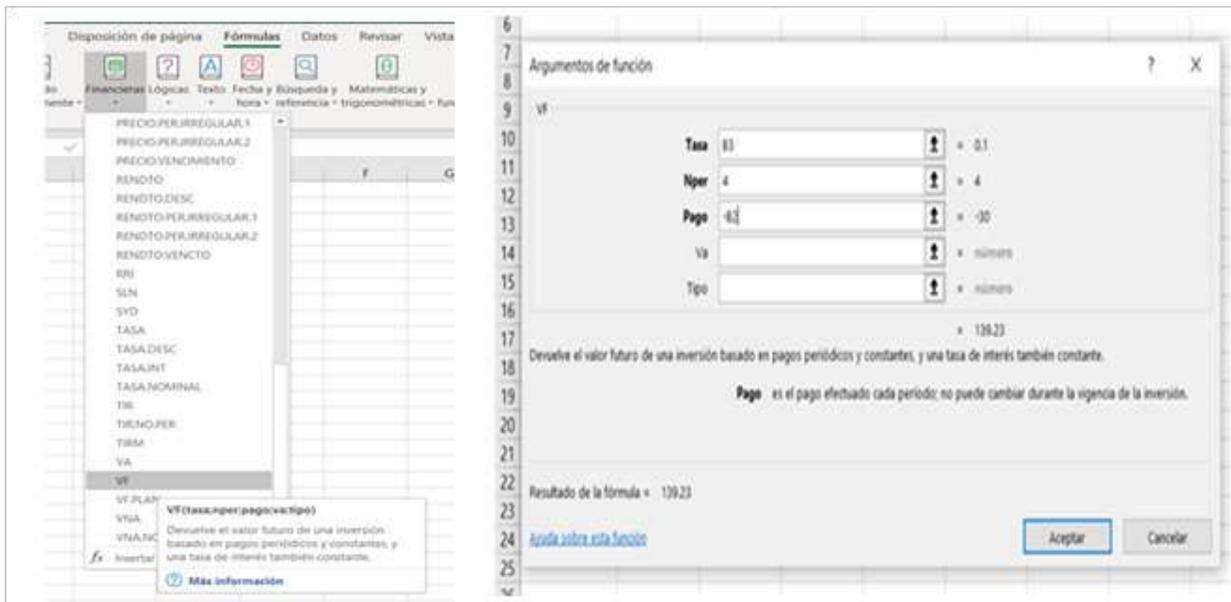
El resultado es \$121 (notar que se ingresa el valor de -100 para que retorne un valor positivo; si se ingresaba 100 retornaba -121).

Cálculo del Valor Futuro de una serie uniforme (anualidad)

Usted espera recibir \$30 cada año por los siguientes 4 años (al final de cada año). Se quiere determinar el monto con el que se contaría al final de este periodo si la tasa es del 10%.

Periodo	1	2	3	4
Flujo de caja	30	30	30	30
Tasa descuento	10%			

Dentro la categoría de fórmulas financieras se busca la función “VF”:



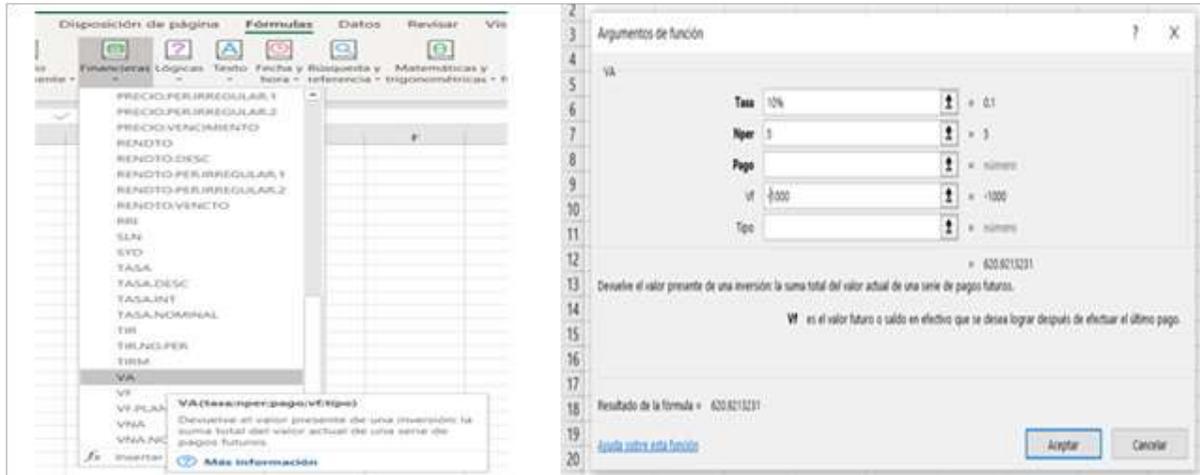
El cuadro de dialogo de esta función se muestra arriba a la derecha. En la casilla que dice “Tasa” se ingresa el valor de la tasa de descuento o la celda que contiene esta tasa. En la casilla que dice “Nper” se ingresa el número de periodos que componen la serie. En la casilla que dice “Pago” se ingresa el monto, o una de las celdas que contiene el monto, de los pagos de la serie (se la ingresa con signo cambiado para que el resultado sea positivo). En la casilla que dice “Tipo” se puede ingresar el número “1” para pagos al inicio del periodo o dejarlo en blanco si los pagos son al final del periodo.

El resultado es \$139.23. Si se hubiera considerado pagos al inicio del periodo, el resultado hubiera sido \$153.15 ya que igual esta fórmula calcula el VF al final del último periodo (actualizaría un periodo más cada valor).

Cálculo del Valor Actual (VA) de una cantidad ahora

Usted espera recibir una herencia de \$1,000 de aquí a 5 años. Si la tasa de descuento es 10%, ¿a cuánto equivale esta herencia en plata de ahora?

Dentro la categoría de fórmulas financieras se busca la función “VA”:



El cuadro de dialogo de esta función se muestra arriba a la derecha. En la casilla que dice “Tasa” se ingresa el valor de la tasa de descuento o la celda que contiene esta tasa. En la casilla que dice “Nper” se ingresa el número de periodos en los cuales se recibiría el monto. En la casilla que dice “Vf” se ingresa el monto, o la celda que contiene el monto, del cual se quiere calcular el VA.

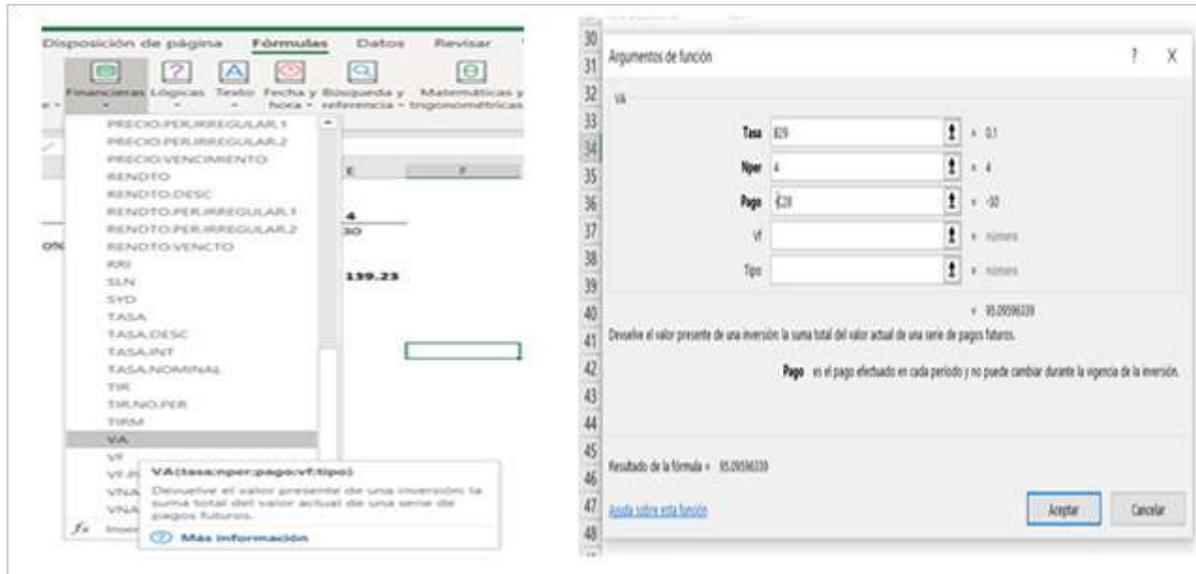
El resultado es \$620.92. Esto significa, que usted debería estar dispuesto a recibir esta cantidad ahora en lugar de los \$1,000 de aquí a 5 años. Si recibe \$620.92 ahora y lo invierte al 10% anual termina con \$1,000 de aquí a 5 años.

Cálculo del Valor Actual de una serie uniforme (anualidad)

Usted espera recibir \$30 cada año por los siguientes 4 años (al final de cada año). Se quiere determinar el monto equivalente ahora de esta serie.

Periodo	1	2	3	4
Flujo de caja	30	30	30	30
Tasa descuento	10%			

Dentro la categoría de fórmulas financieras se busca la función “VA”:



El cuadro de dialogo de esta función se muestra arriba a la derecha. En la casilla que dice “Tasa” se ingresa el valor de la tasa de descuento o la celda que contiene esta tasa. En la casilla que dice “Nper” se ingresa el número de periodos que componen la serie. En la casilla que dice “Pago” se ingresa el monto, o una de las celdas que contiene el monto, de los pagos de la serie (se la ingresa con signo cambiado para que el resultado sea positivo). En la casilla que dice “Tipo” se puede ingresar el número “1” para pagos al inicio del periodo o dejarlo en blanco si los pagos son al final del periodo. El resultado es \$95.10.

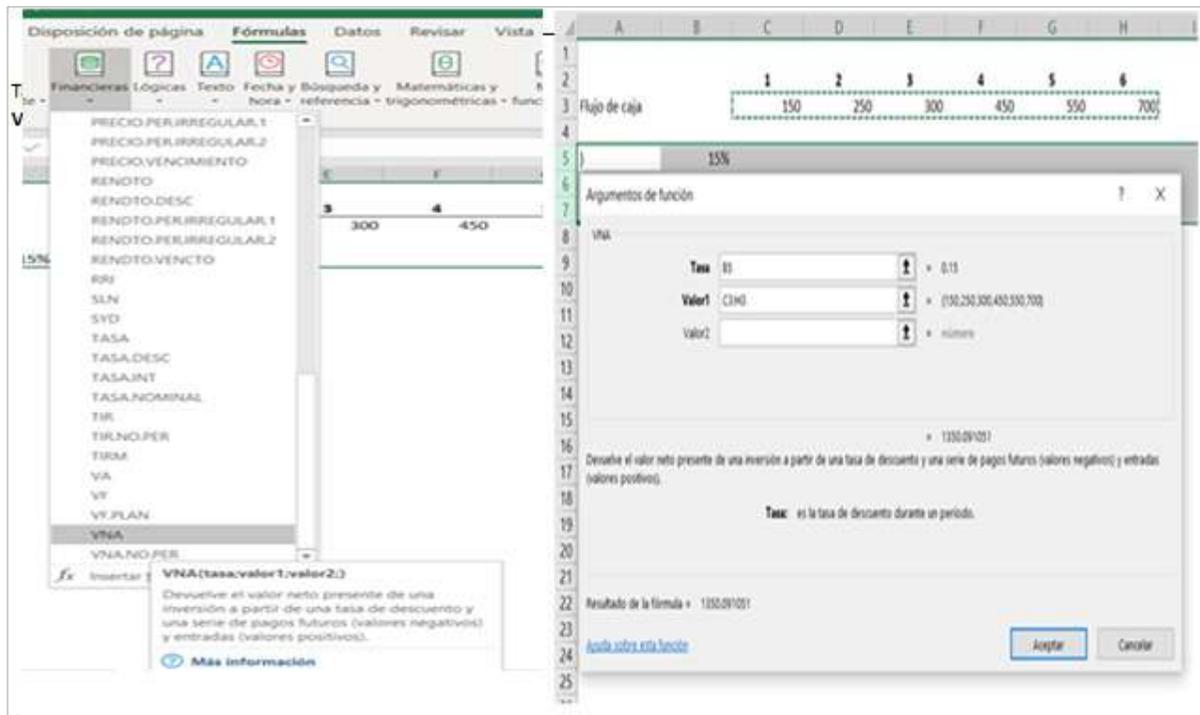
Cálculo del Valor Actual de una serie de cuotas no iguales

La empresa Alfa se encuentra evaluando un cierto proyecto que espera que le genere el siguiente flujo de caja:

	1	2	3	4	5	6
Flujo de caja	150	250	300	450	550	700

Si la tasa de descuento es 15%, determine el valor actual de este flujo de caja.

Dentro la categoría de fórmulas financieras se busca la función “VNA”:

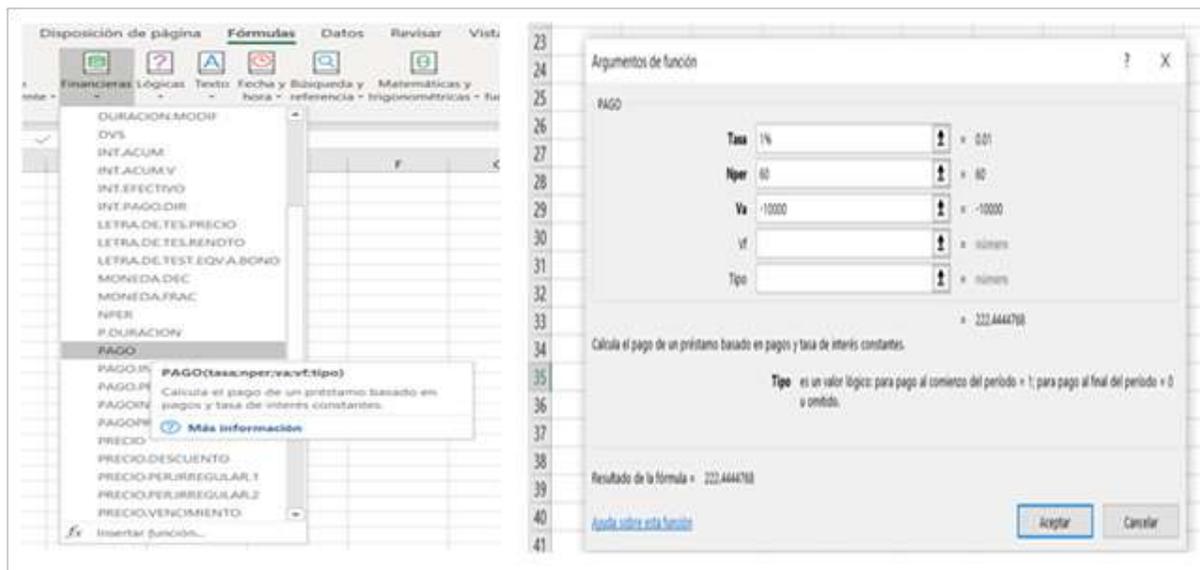


El cuadro de diálogo de esta función se muestra arriba a la derecha. En la casilla que dice “Tasa” se ingresa el valor de la tasa de descuento o la celda que contiene esta tasa. En la casilla que dice “Valor1” se ingresa todo el rango de valores que se quiere actualizar (en esta función no se debe cambiar de signo). El resultado es \$1,350.09.

Cálculo del valor de la cuota (C) de una serie uniforme (anualidad)

Usted necesita conseguir financiamiento por \$10,000 para la compra de un nuevo activo. El banco XX le ofrece un préstamo a 5 años con cuotas mensuales fijas a una tasa del 12% anual. Se necesita determinar la cuota mensual fija.

Dentro la categoría de fórmulas financieras se busca la función “PAGO”:

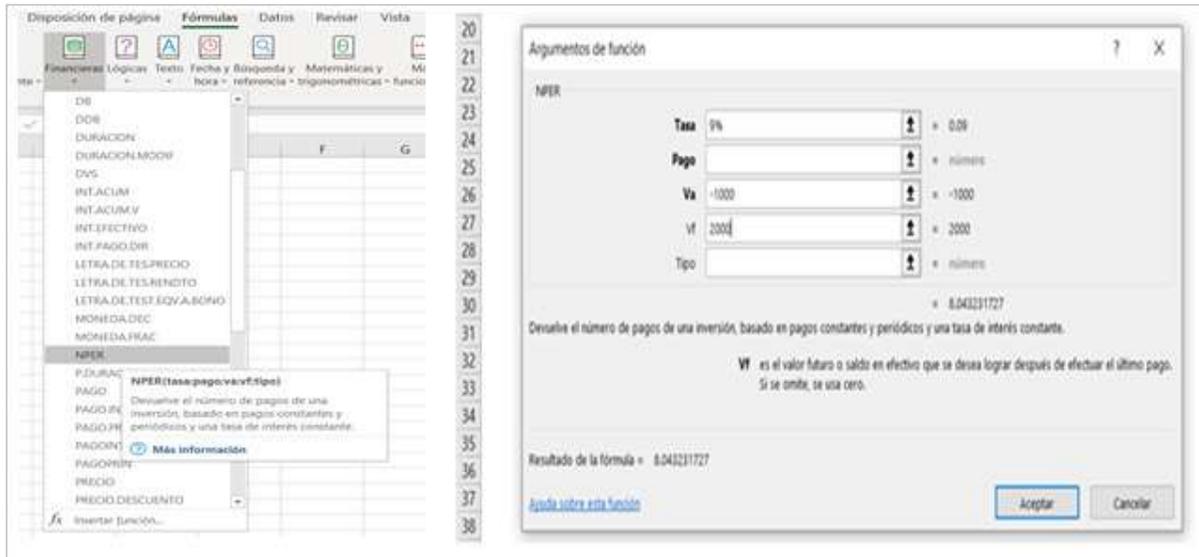


El cuadro de dialogo de esta función se muestra arriba a la derecha. En la casilla que dice “Tasa” se ingresa el valor de la tasa de descuento o la celda que contiene esta tasa (en este caso se ingresó 1% que es la tasa mensual). En la casilla que dice “Nper” se ingresa el número de periodos que componen la serie. En la casilla que dice “Va” se ingresa el monto, o la celda que contiene el monto, del préstamo (se la ingresa con signo cambiado para que el resultado sea positivo). El resultado es \$222.44 que es el monto de la cuota mensual (incluye capital e intereses).

Cálculo del número de periodos dados el VA y el VF

Usted acaba de recibir una herencia de \$1,000, y quiere saber cuánto tiempo necesita para tener \$2,000 si puede invertir a una tasa del 9%.

Dentro la categoría de fórmulas financieras se busca la función “NPER”:

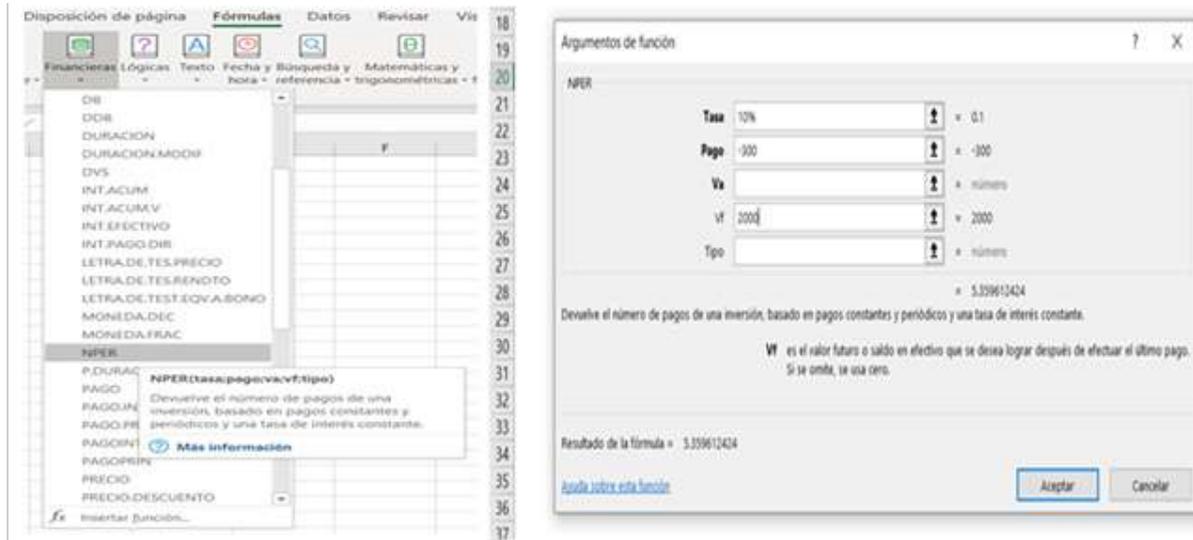


El cuadro de dialogo de esta función se muestra arriba a la derecha. En la casilla que dice “Tasa” se ingresa el valor de la tasa de descuento o la celda que contiene esta tasa. En la casilla que dice “Va” se ingresa el monto, o la celda que contiene el monto, del valor actual (se la ingresa con signo cambiado para que el resultado sea positivo). En la casilla que dice “Vf” se ingresa el monto, o la celda que contiene el monto, del Valor Futuro deseado. El resultado es 8.04 años.

Cálculo del número de periodos dados una serie y el VF

Usted recibe \$300 al final de cada año y los invierte al 10%. Quiere saber cuánto tiempo necesita para tener \$2,000.

Dentro la categoría de fórmulas financieras se busca la función “NPER”:

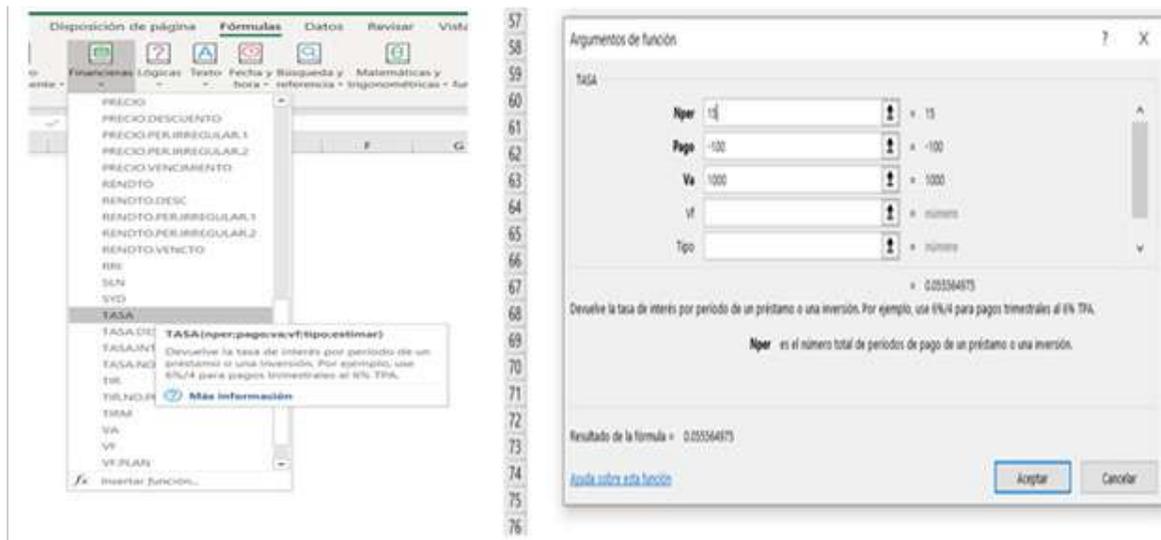


El cuadro de diálogo de esta función se muestra arriba a la derecha. En la casilla que dice “Tasa” se ingresa el valor de la tasa de descuento o la celda que contiene esta tasa. En la casilla que dice “Pago” se ingresa el monto, o la celda que contiene el monto, del valor del ingreso anual (se la ingresa con signo cambiado para que el resultado sea positivo). En la casilla que dice “Vf” se ingresa el monto, o la celda que contiene el monto, del Valor Futuro deseado. El resultado es 5.34 años.

Cálculo de la tasa dados el VA y una serie de pagos

Usted debe \$1,000 a una tienda comercial que debe pagar en 15 cuotas de \$100. Calcule la tasa de interés mensual que está pagando.

Dentro la categoría de fórmulas financieras se busca la función “TASA”:



El cuadro de diálogo de esta función se muestra arriba a la derecha. En la casilla que dice “Nper” se ingresa el número de periodos o pagos. En la casilla que dice “Pago” se ingresa el monto, o la celda que contiene el monto, del valor del pago periodico (se la ingresa con signo cambiado para que el resultado sea positivo). En la casilla que dice “Va” se ingresa el monto, o la celda que contiene el monto, de la deuda actual. El resultado es 0.056. O sea 5.56% mensual, o 66.72% anual.

CAPÍTULO 2

INDICADORES FINANCIEROS DE FACTIBILIDAD

La evaluación financiera de un proyecto se basa en la proyección del flujo de fondos del proyecto y el cálculo de indicadores de factibilidad financiera. Esta proyección se debe realizar por un cierto número de periodos, que pueden ser anuales, semestrales, trimestrales, etc., dependiendo de las características del proyecto y de los ingresos y egresos del mismo. El número de periodos lo vamos a denotar con la letra N y vamos a utilizar periodos anuales sin que ello suponga alteración sustancial en lo que se verá posteriormente.

Para poder estudiar los diferentes indicadores de factibilidad financiera vamos a suponer que ya hemos proyectado el flujo de fondos y disponemos de la tasa de descuento del proyecto. En los siguientes capítulos se verá la proyección del flujo de fondos.

Los criterios financieros que se va a analizar son:

- a) Valor Actual Neto (VAN) o Valor Presente Neto (VPN)
- b) Tasa Interna de Retorno (TIR)
- c) Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRm)
- d) Periodo de recuperación de la inversión

En el anexo 1 de este capítulo se encuentra la manera como calcular estos indicadores utilizando una planilla de cálculo como EXCEL.

2.1 VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El VAN de una inversión se define como la diferencia entre el valor presente de los flujos futuros del proyecto y la inversión inicial necesaria para ejecutar el mismo. Es un indicador que mide el beneficio económico de un proyecto dado su flujo de fondos y su tasa de descuento. La tasa de descuento podría ser diferente para cada periodo, pero para simplicidad se asumirá que esta es igual en todos los periodos considerados.

Suponga un proyecto que requiere una inversión inicial de I_0 y producirá una corriente de flujos futuros netos de $FFN_1, FFN_2, FFN_3, \dots, FFN_N$. Si denotamos la tasa de descuento relevante como r , el VAN de invertir en este proyecto sería:

$$VAN = -I_0 + \frac{FFN_1}{(1+r)} + \frac{FFN_2}{(1+r)^2} + \frac{FFN_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{FFN_N}{(1+r)^N}$$

Donde la expresión $\frac{FFN_1}{(1+r)} + \frac{FFN_2}{(1+r)^2} + \frac{FFN_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{FFN_N}{(1+r)^N}$ representa el valor actual de los flujos de caja futuros.

Ejercicio 2.1: Suponga un cierto proyecto que requiere una inversión inicial de \$1,000. Los flujos de caja netos esperados de este proyecto son:

Periodo	1	2	3	4	5	6
FFN	150	200	300	400	400	700

Si la tasa de descuento es 15%, el VAN de este proyecto es:

$$VAN = -1,000 + \frac{150}{(1+0.15)} + \frac{200}{(1+0.15)^2} + \frac{300}{(1+0.15)^3} + \frac{400}{(1+0.15)^4} + \frac{400}{(1+0.15)^5} + \frac{700}{(1+0.15)^6}$$

$$VAN = \$209.12$$

Cabe hacer notar que no todos los FFN deben ser positivos. Puede haber FFN de algún periodo que sean negativos (mayores egresos que ingresos), siendo el signo de los mismos incluido dentro el FFN.

Ejercicio 2.2: Suponga un cierto proyecto que requiere una inversión inicial de \$1,000. Los flujos de caja netos esperados de este proyecto son:

Periodo	1	2	3	4	5	6
FFN	100	400	-100	600	400	700

Si la tasa de descuento es 15%, el VAN del proyecto es:

$$VAN = -1,000 + \frac{100}{(1+0.15)} + \frac{400}{(1+0.15)^2} - \frac{100}{(1+0.15)^3} + \frac{600}{(1+0.15)^4} + \frac{400}{(1+0.15)^5} + \frac{700}{(1+0.15)^6}$$

$$VAN = \$168.21$$

El criterio del VAN establece que:

- ✓ Si el VAN es mayor que cero ($VAN > 0$), entonces el proyecto es factible ya que la rentabilidad generada es mayor que la rentabilidad requerida.
- ✓ Si el VAN es menor que cero ($VAN < 0$), entonces el proyecto no es factible ya que la rentabilidad generada es menor que la rentabilidad requerida.
- ✓ Si el VAN es cero ($VAN = 0$), entonces estamos en el punto mínimo de aceptación, ya que la rentabilidad generada es igual a la rentabilidad requerida.

El VAN de un proyecto representa el valor económico añadido por el mismo para los inversionistas. Se entiende por valor económico añadido a la diferencia entre los ingresos y egresos tomando en cuanto el costo de oportunidad del dinero invertido. Para entender mejor este concepto, vamos a utilizar los datos del ejemplo 2.1 y a partir de estos datos desarrollar la siguiente tabla:

Periodo (1)	Inversión al inicio del periodo (2)	Flujo de caja del periodo (3)	Rentabilidad requerida del periodo (4)	Recuperación de la inversión (5)	Ganancia o pérdida económica del periodo (6)	Valor presente ganancia o pérdida periodo (7)	Inversión al final del periodo (8)
1	1,000.00	150.00	150.00	0.00	0.00	0.00	1,000.00
2	1,000.00	200.00	150.00	50.00	0.00	0.00	950.00
3	950.00	300.00	142.50	157.50	0.00	0.00	792.50
4	792.50	400.00	118.88	281.13	0.00	0.00	511.38
5	511.38	400.00	76.71	323.29	0.00	0.00	188.08
6	188.08	700.00	28.21	118.08	483.71	209.12	0.00

209.12

En la columna 1 se registra el periodo de proyección.

En la columna 2 se registra el monto de inversión que queda pendiente por devolver al inicio del periodo. Este monto es igual al monto de inversión al final del periodo anterior (columna 8). Por ejemplo, la inversión al inicio del periodo 3 es \$950, que es el mismo monto de la inversión al final del periodo 2. La inversión al inicio del periodo 1 es la inversión inicial del proyecto.

En la columna 3 se registra el flujo de caja neto del periodo.

En la columna 4 se calcula la rentabilidad requerida del monto invertido al inicio del periodo. El valor de esta columna es igual a la tasa de rentabilidad requerida multiplicada por el monto de la inversión al inicio del periodo. Este valor representa el monto de "intereses" que el proyecto debería pagar a los inversionistas por tener sus fondos invertidos en el mismo.

En la columna 5 se registra el monto de capital invertido que se está recuperando en el periodo considerado. El cálculo de este monto depende de la relación entre el flujo de caja del periodo, la rentabilidad requerida y la inversión al inicio del periodo:

- ✓ si el flujo de caja del periodo no alcanza o es igual a la rentabilidad requerida, entonces no se recupera nada del monto invertido ya que todo el flujo de caja del proyecto es para pagar los "intereses" del capital invertido. Por ejemplo, en el periodo 1 la recuperación de la inversión es cero ya que todo el flujo de caja del periodo 1 es para pagar los "intereses" del capital invertido en el mismo;
- ✓ si el flujo de caja del periodo es mayor a la rentabilidad requerida del periodo, y la diferencia entre el flujo de caja del periodo y la rentabilidad requerida es menor al monto de la inversión al inicio del periodo, entonces la recuperación de la inversión es igual a la diferencia entre el flujo de caja del periodo y la rentabilidad requerida del periodo. Por ejemplo, en el periodo 2 el flujo de caja del periodo excede a la rentabilidad requerida en \$50 y este monto de \$50 es menor que el monto de inversión al inicio del periodo (\$1,000), por lo que estos \$50 vendría a ser una devolución parcial del monto invertido. El análisis es igual para los periodos 3, 4 y 5, donde el flujo de caja solamente alcanza para pagar los "intereses" del monto invertido y devolver parte del monto invertido;
- ✓ si el flujo de caja del periodo es mayor a la rentabilidad requerida del periodo, y la diferencia entre el flujo de caja del periodo y la rentabilidad requerida es mayor al monto de la inversión al inicio del periodo, entonces la recuperación de la inversión es igual al saldo de inversión que queda al inicio del periodo. Por ejemplo, en el periodo 6 la diferencia entre el flujo de caja del periodo y la rentabilidad requerida es de \$671.79, que es mayor que el saldo que queda invertido al inicio del periodo 6. Por lo tanto, la recuperación de la inversión en este periodo sería de \$188.08.

En la columna 6 se registra la ganancia o la pérdida económica del periodo. El monto de esta columna es igual a:

- ✓ la diferencia entre el flujo de caja del periodo, la rentabilidad requerida del periodo y la recuperación de la inversión si el flujo de caja del periodo es positivo;
- ✓ la rentabilidad requerida del periodo con signo negativo (pérdida) si el flujo de caja del periodo es negativo (un flujo de caja del periodo negativo indica que los inversionistas tienen que invertir en dicho periodo);

En la columna 7 se registra el valor presente del monto de la columna 6 descontado a la rentabilidad requerida del proyecto.

En la columna 8 se registra la inversión al final del periodo. El monto de esta columna es igual:

- ✓ a la diferencia entre la inversión al inicio del periodo y la recuperación de la inversión del periodo cuando el flujo de caja del periodo es positivo;
- ✓ a la suma de la inversión al inicio del periodo y el flujo de caja del periodo cambiado de signo cuando el flujo de caja del periodo es negativo.

Como se ve en la tabla, el VAN del proyecto vendría a ser la sumatoria de todos los valores presentes de las ganancias o pérdidas del periodo. Es decir, el VAN de un proyecto representa el valor presente de las ganancias o pérdidas que el proyecto está generando **después** de cubrir la rentabilidad requerida (definición de valor económico añadido).

Ejercicio 2.3: Volviendo al ejemplo anterior que requería una inversión inicial de \$1,000 y cuyos flujos de caja futuros son:

Periodo	1	2	3	4	5	6
FFN	100	400	-100	600	400	700

Si construimos la tabla para este proyecto se obtiene (rentabilidad requerida 15%):

Periodo (1)	Inversión al inicio del periodo (2)	Flujo de caja del periodo (3)	Rentabilidad requerida del periodo (4)	Recuperación de la inversión (5)	Ganancia o pérdida económica del periodo (6)	Valor presente ganancia o pérdida periodo (7)	Inversión al final del periodo (8)
1	1,000.00	100.00	150.00	0.00	-50.00	-43.48	1,000.00
2	1,000.00	400.00	150.00	250.00	0.00	0.00	750.00
3	750.00	-100.00	112.50	0.00	-112.50	-73.97	850.00
4	850.00	600.00	127.50	472.50	0.00	0.00	377.50
5	377.50	400.00	56.63	343.38	0.00	0.00	34.13
6	34.13	700.00	5.12	34.13	660.76	285.66	0.00

168.21

El VAN del proyecto viene a ser la sumatoria de los valores de la columna 7 (que da el mismo valor previamente calculado en el ejercicio 2.2).

En el periodo 1 el flujo de caja del periodo no alcanza para pagar la rentabilidad requerida, por lo que se produce una pérdida económica de la diferencia (notar que el inversionista no está poniendo \$50 más en el proyecto, sino que solamente está recibiendo \$100 y no los \$150 que debería recibir).

En el periodo 3 el flujo de caja es negativo, lo que implica que el inversionista está realizando una inversión de \$100. Este flujo de caja negativo se suma a la inversión final para tener la inversión al final del periodo (no es una pérdida). El monto de la pérdida económica viene a ser igual a la rentabilidad requerida que el inversionista no ha recibido.

Limitaciones del VAN

Cabe hacer notar que el criterio del VAN, a pesar de ser el más idóneo de cara a la valoración de los proyectos, tiene algunas limitaciones que es conveniente conocer:

- El VAN de un proyecto no toma en cuenta el valor de la flexibilidad gerencial y de las opciones que puede tener el mismo (de crecimiento, abandono, diferimiento, aprendizaje, etc.). Esto hace que cuando un proyecto tiene este tipo de opciones, que el VAN sea negativo no siempre resulta en un rechazo del mismo. Un análisis más detallado de este punto se lo ve en el tema de opciones reales.
- El VAN de un proyecto asume, implícitamente, que los flujos de fondos que genera a lo largo de su vida son reinvertidos hasta el final de la misma (año N) a la misma tasa de descuento o rentabilidad requerida. La incidencia de esta limitación depende de la capacidad que se tenga de reinvertir los fondos generados por el proyecto a una tasa de rentabilidad igual a la requerida del proyecto (que ya se está asumiendo que es constante a lo largo del periodo de proyección, lo cual ya es un supuesto muy fuerte). Si la tasa de reinversión es mayor, entonces el valor de proyecto es más grande que el calculado por el VAN, y si es menor viceversa. Consideremos un ejemplo para ilustrar este punto.

Ejercicio 2.4: En el caso del proyecto que requería una inversión de \$1,000 y cuyos flujos de caja eran:

Periodo	1	2	3	4	5	6
FFN	150	200	300	400	400	700

Si la tasa de descuento es del 15%, se obtiene un VAN de \$209.12. Este valor requiere que los flujos de caja intermedios sean reinvertidos al 15% anual compuesto hasta el periodo final:

$$VAN = -1,000 + \frac{150 \times 1.15^5 + 200 \times 1.15^4 + 300 \times 1.15^3 + 400 \times 1.15^2 + 400 \times 1.15 + 700}{1.15^6}$$

$$VAN = \$209.12$$

Si la tasa de reinversión es mayor al 15%, entonces el VAN sería más grande que \$209.12. Si la tasa de reinversión es menor al 15%, entonces el VAN sería más chico que \$209.12:

✓ Si la tasa de reinversión es 18%, el VAN es:

$$VAN = -1,000 + \frac{150 \times 1.18^5 + 200 \times 1.18^4 + 300 \times 1.18^3 + 400 \times 1.18^2 + 400 \times 1.18 + 700}{1.18^6}$$

$$VAN = \$276.57$$

✓ Si la tasa de reinversión es 12%, el VAN es:

$$VAN = -1,000 + \frac{150 \times 1.12^5 + 200 \times 1.12^4 + 300 \times 1.12^3 + 400 \times 1.12^2 + 400 \times 1.12 + 700}{1.12^6}$$

$$VAN = \$145.80$$

Resumen

El criterio más utilizado para evaluar la factibilidad financiera es el VAN. El VAN de un proyecto representa el valor económico añadido por el proyecto para el inversionista. Para calcular el VAN de un proyecto se descuentan los flujos de caja futuros a la tasa de rentabilidad requerida y se resta la inversión inicial:

$$VAN = -I_0 + \frac{FFN_1}{(1+r)} + \frac{FFN_2}{(1+r)^2} + \frac{FFN_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{FFN_N}{(1+r)^N}$$

El criterio de decisión establece que:

- ✓ $VAN > 0 \rightarrow$ rentabilidad generada por el proyecto $>$ rentabilidad requerida del proyecto (tasa de descuento) \rightarrow se acepta el proyecto
- ✓ $VAN < 0 \rightarrow$ rentabilidad generada por el proyecto $<$ rentabilidad requerida del proyecto (tasa de descuento) \rightarrow se rechaza el proyecto
- ✓ $VAN = 0 \rightarrow$ rentabilidad generada por el proyecto $=$ rentabilidad requerida del proyecto (tasa de descuento) \rightarrow se acepta el proyecto

El VAN asume que los flujos de caja intermedios son reinvertidos a la misma tasa de descuento o rentabilidad requerida del proyecto.

2.2 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La TIR de un proyecto representa la tasa de descuento que hace que el VAN del proyecto valga cero. Por lo tanto, en cierta medida, representa la rentabilidad que el proyecto estaría generando para los inversionistas.

Su valor se lo encuentra de igualar a cero el VAN del proyecto:

$$0 = -I_0 + \frac{FFN_1}{(1+TIR)} + \frac{FFN_2}{(1+TIR)^2} + \frac{FFN_3}{(1+TIR)^3} + \dots + \frac{FFN_N}{(1+TIR)^N}$$

Como se ve, es imposible despejar la TIR de la ecuación anterior. Para encontrar su valor hay que utilizar una calculadora financiera, alguna planilla de cálculo (por ejemplo EXCEL) o algún método iterativo.

Si se utilizaría la TIR como criterio de decisión, este criterio establece que:

- ✓ Si la TIR es mayor que la tasa de descuento ($TIR > r$), entonces el proyecto es viable ya que la rentabilidad generada es mayor que la rentabilidad requerida.
- ✓ Si la TIR es menor que la tasa de descuento ($TIR < r$), entonces el proyecto no es viable ya que la rentabilidad generada es menor que la rentabilidad requerida.
- ✓ Si la TIR es igual a la tasa de descuento ($TIR = r$), estamos en el nivel mínimo de aceptación ya que rentabilidad generada igual a rentabilidad requerida.

Existe una relación directa entre el VAN y la TIR:

- ✓ $TIR > r \rightarrow VAN > 0$
- ✓ $TIR < r \rightarrow VAN < 0$
- ✓ $TIR = r \rightarrow VAN = 0$

Más que ver a la TIR como un criterio independiente se puede pensar a la TIR como un acompañamiento del VAN. El VAN nos dice cuál es el valor económico agregado por el proyecto, mientras que la TIR nos indica la rentabilidad aproximada del proyecto.

Ejercicio 2.5: En el caso del proyecto que requería una inversión de \$1,000 y cuyos flujos de caja eran:

Periodo	1	2	3	4	5	6
FFN	150	200	300	400	400	700

El VAN calculado con una tasa de descuento del 15% es de \$209.12. Como el VAN es mayor que cero sabemos que el proyecto está generando una rentabilidad mayor a la requerida del 15%. Esta rentabilidad generada se la puede estimar con la TIR:

$$0 = -1,000 + \frac{150}{(1+TIR)} + \frac{200}{(1+TIR)^2} + \frac{300}{(1+TIR)^3} + \frac{400}{(1+TIR)^4} + \frac{400}{(1+TIR)^5} + \frac{700}{(1+TIR)^6}$$

Resolviendo la ecuación con Excel se obtiene: $TIR = 20.80\%$

Por lo tanto, el proyecto estaría generando una rentabilidad del 20.80%

Problemas de la TIR

El problema de la reinversión de los flujos

La TIR asume que los flujos de caja intermedios se van a reinvertir hasta el año N a la misma tasa TIR. Es decir, el proyecto va a generar la rentabilidad TIR si y solo si los flujos de caja intermedios son reinvertidos a la misma tasa TIR.

Para entender esto, volvamos al ejercicio que requería una inversión de \$1,000 y cuyos flujos de caja eran:

Periodo	1	2	3	4	5	6
FFN	150	200	300	400	400	700

Anteriormente se calculó que la TIR de este proyecto es del 20.80%. Para que el proyecto genere el 20.80% se requiere que los flujos de caja intermedios sean reinvertidos al 20.80%:

$$0 = -1,000 + \frac{150 \times 1.208^5 + 200 \times 1.208^4 + 300 \times 1.208^3 + 400 \times 1.208^2 + 400 \times 1.208 + 700}{(1 + r_{\text{generada}})^6}$$

Despejando: $r_{\text{generada}} = 20.80\%$

Esto no está en línea con el supuesto del VAN que asume que los flujos intermedios son reinvertidos a la misma tasa de descuento o rentabilidad requerida del proyecto. Es por esta razón que la TIR represente solamente en cierta medida la rentabilidad generada por el proyecto.

El problema de tasas múltiples que hacen que el VAN valga cero

Cuando el flujo de caja de un proyecto tiene la estructura de un desembolso inicial y flujos de caja futuros netos positivos entonces existe solamente una tasa interna de retorno. Sin embargo, cuando hay flujos de fondos netos positivos y negativos puede presentarse más de una tasa que haga que el VAN valga cero.

Por ejemplo, considere el siguiente flujo de fondos de un cierto proyecto:

Periodo	0	1	2	3	4	5
FFN	-10	6	9	-3	10	-12

La TIR se obtiene de igualar el VAN a cero:

$$0 = -10 + \frac{6}{(1 + TIR)} + \frac{9}{(1 + TIR)^2} - \frac{3}{(1 + TIR)^3} + \frac{10}{(1 + TIR)^4} - \frac{12}{(1 + TIR)^5}$$

Encontrando las tasas que hacen que el VAN valga cero con Excel: TIR1 = 0%
 TIR2 = 10.52%

Como se ve, existen dos tasas que hacen que el VAN valga cero, lo que origina que no se pueda precisar con exactitud cuál sería la rentabilidad generada por el proyecto.

Resumen

La TIR de un proyecto representa aproximadamente la rentabilidad que el proyecto estaría generando para los inversionistas. Para calcular la TIR de un proyecto se iguala el VAN del proyecto a cero descontando los flujos de caja netos a la tasa TIR:

$$0 = -I_0 + \frac{FFN_1}{(1+TIR)} + \frac{FFN_2}{(1+TIR)^2} + \frac{FFN_3}{(1+TIR)^3} + \dots + \frac{FFN_N}{(1+TIR)^N}$$

El criterio de decisión establece que:

- ✓ TIR > r → rentabilidad generada por el proyecto > rentabilidad requerida del proyecto (tasa de descuento) → se acepta el proyecto
- ✓ TIR < r → rentabilidad generada por el proyecto < rentabilidad requerida del proyecto (tasa de descuento) → se rechaza el proyecto
- ✓ TIR = r → rentabilidad generada por el proyecto = rentabilidad requerida del proyecto (tasa de descuento) → se acepta el proyecto

Existe una relación directa entre el VAN y la TIR:

- ✓ TIR > r → VAN > 0
- ✓ TIR < r → VAN < 0
- ✓ TIR = r → VAN = 0

La TIR asume que los flujos de caja netos intermedios son reinvertidos a la misma tasa TIR hasta el año N. En otras palabras, para que el proyecto genere la TIR, se debe ser capaz de reinvertir los FFN a la tasa TIR y no a la rentabilidad requerida del proyecto como establece el criterio del VAN.

2.3 TASA INTERNA DE RETORNO MODIFICADA (TIR_m)

La TIR_m de un proyecto representa la tasa de descuento que hace que el VAN del proyecto valga cero, pero, a diferencia de la TIR, asumiendo que los flujos de fondos intermedios son reinvertidos hasta el año N a la tasa de descuento del proyecto. Por lo tanto, también es una medida de la rentabilidad que el proyecto estaría generando.

Este indicador está más en línea con los supuestos del VAN, y se lo encuentra igualando a cero el VAN del proyecto pero asumiendo la reinversión de los fondos a la tasa de descuento del proyecto.

En el caso del proyecto que requería una inversión de \$1,000 y cuyos flujos de caja eran:

Periodo	1	2	3	4	5	6
FFN	150	200	300	400	400	700

Anteriormente se calculó que la TIR de este proyecto es del 20.80%. Para calcular la TIR_m se debe reinvertir los flujos de caja hasta el año 6 a la rentabilidad requerida y luego igualar el VAN a cero descontando a la tasa TIR_m:

$$0 = -1,000 + \frac{150 \times 1.15^5 + 200 \times 1.15^4 + 300 \times 1.15^3 + 400 \times 1.15^2 + 400 \times 1.15 + 700}{(1+TIR_m)^6}$$

$$\text{Luego: } 0 = -1,000 + \frac{2,796.77}{(1+TIR_m)^6}$$

Despejando de la ecuación anterior:

$$TIRm = \left(\frac{2,796.77}{1,000} \right)^{\frac{1}{6}} - 1$$

$$TIRm = 18.70\%$$

Como se puede observar, la TIRm arroja un valor menor a la TIR. Esta relación se va a cumplir siempre que el VAN sea positivo. En general:

- ✓ Si el VAN > 0, entonces la TIRm va a ser menor que la TIR. Esto debido a que el VAN positivo indica que la tasa de descuento del proyecto es menor a la TIR, por lo tanto la tasa de reinversión del criterio de la TIR es mayor a la tasa de reinversión del criterio de la TIRm.
- ✓ Si el VAN < 0, entonces la TIRm va a ser mayor que la TIR. Esto debido a que el VAN negativo indica que la tasa de descuento del proyecto es mayor a la TIR, por lo tanto la tasa de reinversión del criterio de la TIR es menor a la tasa de reinversión del criterio de la TIRm.

A diferencia de la TIR, existe una única TIRm para cada proyecto y existe una fórmula de cálculo para la TIRm:

$$TIRm = \left(\frac{VP(FC^+) \times (1+r)^N}{(I_0 + VP(FC^-))} \right)^{1/N} - 1$$

Donde:

$VP(FC^+)$ = Valor presente en t=0 de todos los FFN positivos

$VP(FC^-)$ = Valor presente en t=0 de todos los FFN negativos

I_0 = Inversión inicial

Ejercicio 2.6: Para el ejemplo anterior que requería una inversión inicial de \$1,000 y cuyos flujos de caja futuros son:

Periodo	1	2	3	4	5	6
FFN	100	400	-100	600	400	700

Si calculamos la TIRm usando Excel, obtenemos un valor de 17.84%. Si utilizamos la fórmula:

$$TIRm = \left(\frac{\left(\frac{100}{1.15} + \frac{400}{1.15^2} + \frac{600}{1.15^4} + \frac{400}{1.15^5} + \frac{700}{1.15^6} \right) \times (1+0.15)^6}{1,000 + \frac{100}{1.15^3}} \right)^{1/6} - 1$$

$$TIRm = \left(\frac{(1,233.97) \times 1.15^6}{1,065.75} \right)^{1/6} - 1$$

$$TIRm = 17.84\%$$

2.4 PERIODO DE RECUPERACIÓN

El periodo de recuperación mide el periodo en el cual se recupera la inversión tomando en cuenta el valor del dinero en el tiempo. El periodo en el cual se recupera la inversión es cuando la inversión al final del periodo considerado es cero.

Volviendo al ejemplo que requería una inversión inicial de \$1,000 y cuyos flujos de caja futuros son:

Periodo	1	2	3	4	5	6
FFN	100	400	-100	600	400	700

Anteriormente se construyó la siguiente tabla para calcular el VAN:

Periodo (1)	Inversión al inicio del periodo (2)	Flujo de caja del periodo (3)	Rentabilidad requerida del periodo (4)	Recuperación de la inversión (5)	Ganancia o pérdida económica del periodo (6)	Valor presente ganancia o pérdida del periodo (7)	Inversión al final del periodo (8)	
1	1,000.00	100.00	150.00	0.00	-50.00	-43.48	1,000.00	
2	1,000.00	400.00	150.00	250.00	0.00	0.00	750.00	
3	750.00	-100.00	112.50	0.00	-112.50	-73.97	850.00	
4	850.00	600.00	127.50	472.50	0.00	0.00	377.50	
5	377.50	400.00	56.63	343.38	0.00	0.00	34.13	
6	34.13	700.00	5.12	34.13	660.76	285.66	0.00	
							168.21	

Así, el periodo en el cual se estaría recuperando la inversión sería el periodo seis (inversión al final del periodo igual a cero).

2.5 RESUMEN

Los tres indicadores que generalmente se utilizan para medir la viabilidad financiera de un proyecto son: el VAN, la TIR o la TIRm y el periodo de recuperación.

Estos tres indicadores por lo general se presentan juntos, ya que cada uno de ellos nos entrega cierta información acerca del proyecto:

- ✓ El VAN dice cuál es el valor añadido por el proyecto;
- ✓ La TIR o TIRm dice cuál sería la rentabilidad generada por el proyecto;
- ✓ El periodo de recuperación indica en qué periodo se estaría recuperando la inversión inicial.

Es común ver que las empresas utilizan una combinación de los mismos como criterio para aceptar o rechazar inversiones: por ejemplo, se aceptan proyectos que tienen un VAN mayor que cero y que se recupera la inversión antes del periodo N (esto para evitar proyectos con VAN positivo pero cuyo VAN positivo se debe básicamente a flujos de caja que ocurren en un periodo muy lejano en el tiempo).

2.6 APLICACIONES

El grupo empresarial Alfa está evaluando la posibilidad de emprender un nuevo proyecto industrial que requiere una inversión inicial de \$1,200,000. Se espera que esta inversión genere el siguiente flujo de fondos neto:

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FC proyecto	100,000	120,000	150,000	200,000	300,000	500,000	600,000	700,000	800,000	1,000,000

Si la rentabilidad requerida es del 20%, ¿se debe invertir? ¿Cuál sería la rentabilidad que el proyecto estaría generando para los inversionistas? ¿Se recupera la inversión? En caso afirmativo, ¿en qué periodo?

Para responder las preguntas anteriores primero calcularemos el VAN y la TIRm utilizando Excel (ver anexo 1):

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FC proyecto	-1,200,000	100,000	120,000	150,000	200,000	300,000	500,000	600,000	700,000	800,000	1,000,000

VAN	84,733
TIRm	20.82%

Mediante el VAN se ve que el proyecto es viable financieramente ya que estaría generando un valor económico de \$84,733. La rentabilidad que el proyecto estaría generando sería aproximadamente 20.82%.

Si construimos la tabla para calcular el periodo de recuperación de la inversión obtenemos:

Periodo	Inversión inicio periodo	FC periodo	Rentabilidad requerida periodo	Recuperación periodo	Ganancia o pérdida económica	VP (ganancia o pérdida económica)	Inversión al final periodo
1	1,200,000	100,000	240,000	0	-140,000	-116,667	1,200,000
2	1,200,000	120,000	240,000	0	-120,000	-83,333	1,200,000
3	1,200,000	150,000	240,000	0	-90,000	-52,083	1,200,000
4	1,200,000	200,000	240,000	0	-40,000	-19,290	1,200,000
5	1,200,000	300,000	240,000	60,000	0	0	1,140,000
6	1,140,000	500,000	228,000	272,000	0	0	868,000
7	868,000	600,000	173,600	426,400	0	0	441,600
8	441,600	700,000	88,320	441,600	170,080	39,555	0
9	0	800,000	0	0	800,000	155,045	0
10	0	1,000,000	0	0	1,000,000	161,506	0

84,733

La inversión se estaría recuperando durante el periodo 8. Es interesante ver que este VAN positivo se genera con los flujos de caja que ocurren del periodo 8 en adelante.

Una vez que se vio que el proyecto es factible, se está analizando la manera de financiar el monto necesario de la inversión inicial. Se está considerando la siguiente alternativa:

- ✓ Préstamo bancario por \$240,000 a 5 años plazo con una tasa de interés del 13% anual y cuotas anuales fijas.
- ✓ Préstamo de inversionistas de riesgo por \$400,000. Cada año serían pagados los intereses y el monto total sería pagado al finalizar el año 10. La rentabilidad requerida de estos inversionistas es del 16%.
- ✓ Aporte de capital de los accionistas por \$560,000

¿Cuál es el monto de la cuota anual que se debe pagar al banco?

¿Es factible esta estructura de financiamiento?

Si se acepta esta estructura, ¿Cuál sería la rentabilidad de los accionistas?

Aquí se va a mostrar una manera aproximada de tratar el financiamiento de los proyectos (no se toma en cuenta los ahorros tributarios que el financiamiento podría traer). Un análisis más detallado y preciso se lo realiza en el capítulo de la evaluación financiera con financiamiento.

Primero calcularemos la cuota anual que se le debe pagar al banco. Para esto utilizamos la fórmula de anualidad vista en el capítulo 1, donde la incógnita es el pago anual:

$$C = \frac{VP \times r}{(1 - (1 + r)^{-N})}$$

Donde: VP = monto del préstamo = \$240,000
 r = tasa de interés = 13%
 N = plazo del préstamo = 5

$$C = \frac{240,000 \times 0.13}{(1 - (1 + 0.13)^{-5})} = 68,235$$

Por lo tanto, el flujo de fondos del financiamiento bancario sería (desde el punto de vista del proyecto):

Periodo	0	1	2	3	4	5
FC banco	240,000	-68,235	-68,235	-68,235	-68,235	-68,235

De igual manera se procede a calcular el flujo de fondos para los inversionistas de riesgo (desde el punto de vista del proyecto):

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FC inv. riesgo	400,000	-64,000	-64,000	-64,000	-64,000	-64,000	-64,000	-64,000	-64,000	-64,000	-464,000

Para analizar la estructura de financiamiento construimos la siguiente tabla:

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FC proyecto	-1,200,000	100,000	120,000	150,000	200,000	300,000	500,000	600,000	700,000	800,000	1,000,000
FC banco	240,000	-68,235	-68,235	-68,235	-68,235	-68,235	0	0	0	0	0
FC inv. riesgo	400,000	-64,000	-64,000	-64,000	-64,000	-64,000	-64,000	-64,000	-64,000	-64,000	-464,000
FC accionista	-560,000	-32,235	-12,235	17,765	67,765	167,765	436,000	536,000	636,000	736,000	536,000

En la primera línea se muestra el flujo de fondos del proyecto, el cual debe servir para cubrir las obligaciones con los bancos y los inversionistas de riesgo (líneas 2 y 3). El saldo que queda es el flujo de fondos para el accionista. Como se ve en la tabla, el flujo de fondos para el accionista de los dos primeros años es negativo, indicando que el proyecto no puede cumplir con los requerimientos de deuda que se estarían contrayendo. Esto hace que se tenga que analizar una posible alternativa de financiamiento o, si se toma el financiamiento como esta, conseguir fondos adicionales como prestamos puente o aportes de capital en los dos primeros años.

Si se toma el financiamiento como esta, la rentabilidad de los accionistas sale de calcular la TIRm del flujo de fondos para los accionistas anterior:

VAN	187,746
TIRm	23.15%

Como se puede ver, la rentabilidad que los accionistas estarían obteniendo aumenta comparado con el caso sin financiamiento. Esto se debe al apalancamiento financiero, el cual será tratado en más detalle más adelante.

Asuma que usted negocia con los inversionistas de riesgo y les propone la siguiente figura: un pago anual de intereses con una tasa del 14% anual sobre el monto prestado y un pago final que haga que los inversionistas obtengan el 16% anual requerido. ¿Cuál debería ser el monto de este pago final? ¿Qué dice de la factibilidad de esta estructura? ¿Cuál sería la rentabilidad de los accionistas bajo esta estructura?

Bajo esta figura, el flujo de caja de los inversionistas de riesgo sería (desde el punto de vista del proyecto):

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capital + interés	400,000	-40,000	-40,000	-40,000	-40,000	-40,000	-40,000	-40,000	-40,000	-40,000	-440,000
Pago final											-Pf
FC inversionistas riesgo	400,000	-40,000	-440,000-P								

Debemos calcular el valor de Pf de modo que el VAN del FC del inversionista de riesgo calculado al 16% de cero. Utilizando la herramienta “función objetivo” de Excel (ver anexo 1) encontramos que Pf debe ser igual a \$511,715. Por lo tanto, el flujo de fondos para los inversionistas de riesgo queda:

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FC inv. Riesgo	-400,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	951,715

Si se calcula el VAN al 16% de este flujo se obtiene un valor de cero, lo cual muestra que los inversionistas de riesgo estarían obteniendo su rentabilidad requerida.

El flujo de caja para los accionistas queda:

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FC proyecto	-1,200,000	100,000	120,000	150,000	200,000	300,000	500,000	600,000	700,000	800,000	1,000,000
FC banco	240,000	-68,235	-68,235	-68,235	-68,235	-68,235	0	0	0	0	0
FC financiamiento inv. r	400,000	-40,000	-40,000	-40,000	-40,000	-40,000	-40,000	-40,000	-40,000	-40,000	-951,715
FC accionista	-560,000	-8,235	11,765	41,765	91,765	191,765	460,000	560,000	660,000	760,000	48,285

Se observa que ahora se tiene un flujo de fondos negativo solamente en el año 1, siendo el monto mucho menor al obtenido anteriormente.

En cuanto a la rentabilidad de los accionistas, si calculamos la TIRm de este flujo:

VAN	205,721
TIRm	23.74%

El valor es un poco superior al obtenido anteriormente, esto debido al diferimiento de los pagos a los inversionistas de riesgo.

EJERCICIOS

1. El retorno mínimo que un inversionista debe pedirle a un proyecto es la TIR del proyecto. V o F. Justifique su respuesta
2. Si el valor actual neto (VAN) de un proyecto es mayor que cero, entonces el retorno que los inversionistas estarían obteniendo del proyecto es:
 - a. mayor que el costo de capital del proyecto
 - b. igual a la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto
 - c. igual al costo de capital del proyecto
 - d. Alternativa b y c.
 - e. Alternativa a y b.
 - f. ninguna de las anteriores
3. La tasa interna de retorno (TIR) de un proyecto representa:
 - i. el retorno que el proyecto generaría
 - ii. la rentabilidad mínima que los inversionistas deben pedir
 - iii. la tasa de descuento del proyecto
 - iv. Alternativas i. y iii.
 - v. Alternativas i. y ii.
 - vi. ninguna de las anteriores
4. Si el VAN de un proyecto es positivo, entonces el retorno que el proyecto está generando para los inversionistas es mayor que el costo de capital del proyecto. V o F. Justifique
5. Al evaluar un cierto proyecto se obtuvo una TIR igual al 16%. Si la rentabilidad requerida del proyecto es 12%, entonces:
 - a. El VAN del proyecto es positivo
 - b. El VAN del proyecto es cero
 - c. La rentabilidad máxima que el proyecto puede generar es 16%.

Con respecto a estas afirmaciones:

- i. Solamente a) es verdadera
 - ii. Solamente b) es verdadera
 - iii. Solamente c) es verdadera
 - iv. a) y b) son verdaderas
 - v. a) y c) son verdaderas
 - vi. b) y c) son verdaderas
6. A usted le han propuesto invertir en un cierto proyecto maderero. Este proyecto requiere una inversión inicial de \$12,000, y luego una inversión anual de \$1,000 al año durante 9 años mientras crecen los árboles. En el año 10 se espera que la venta de la madera produzca un flujo de caja neto de \$250,000. Escriba una expresión matemática que permita calcular la rentabilidad que el proyecto estaría generando.
 7. ¿Puede ser que el VAN sea negativo pero se recupera la inversión? Justifique su respuesta
 8. La empresa Alfa se encuentra evaluando la posibilidad de ampliar la capacidad de producción de su planta. El monto necesario de inversión se estima que es \$100, y que esta inversión produciría un flujo de caja perpetuo de \$20. Si el VAN de este proyecto es \$133.33, ¿Cuál es la rentabilidad requerida del proyecto que la empresa está considerando?

9. A continuación se muestra el flujo de caja de un cierto proyecto:

Periodo	0	1	2	3	4	5	6
Flujo de caja	-120,000	20,000	40,000	60,000	30,000	40,000	70,000

- Si la tasa de descuento es 20%, ¿conviene invertir?
- ¿Se recupera la inversión? En caso afirmativo, ¿en qué año?; en caso negativo, ¿cuánto queda sin recuperar?
- Calcule la TIR modificada del proyecto

10. A continuación se muestra el flujo de caja de un cierto proyecto:

Periodo	0	1	2	3	4	5	6
Flujo de caja	-200,000	10,000	40,000	-20,000	60,000	60,000	140,000

- Si la tasa de descuento es 10%, ¿conviene invertir?
- ¿Se recupera la inversión? En caso afirmativo, ¿en qué año?; en caso negativo, ¿cuánto queda sin recuperar?
- Calcule la TIR modificada del proyecto

11. El Sr. Pérez está analizando la posibilidad de invertir en un cierto proyecto. El flujo de caja esperado del proyecto se muestra a continuación:

Periodo	0	1	2	3	4
Flujo de caja	-100	20	40	50	50

- ¿Cuál sería la rentabilidad que el proyecto estaría generando para el Sr. Pérez?
- Si la rentabilidad requerida por el Sr. Pérez para invertir en el proyecto es 20%, ¿debe invertir?

12. El Sr. Miamoto se encuentra actualmente analizando la posibilidad de invertir en un cierto proyecto industrial. La inversión necesaria se estima que sería \$1,200,000, y se espera que este proyecto genere un flujo de caja de \$300,000 el primer año, y que este flujo de caja crezca un 4% al año hasta el año 10. El Sr. Miamoto considera que un 20% de rentabilidad sería adecuado para el riesgo de este proyecto.

- Calcule el VAN y la TIRm para este proyecto. ¿Debe invertir el Sr. Miamoto en el proyecto?
- Un banco local le ofrece financiarle al Sr. Miamoto el 40% de la inversión necesaria a 5 años plazo, a una tasa de interés del 11% anual, y con pagos fijos mensuales. ¿Cuál sería el monto de la cuota mensual que debería pagar el Sr. Miamoto?
- El Sr. Miamoto está analizando la posibilidad de recaudar otro 20% de la inversión necesaria ofreciendo lo siguiente:
 - Un pago del 10% del flujo de caja de cada año;
 - Un pago final en el año 10 que garantice una rentabilidad del 13%.
 ¿Cuánto debería ser este pago final?
- Asumiendo que el Sr. Miamoto se presta plata del banco, consigue el financiamiento adicional del 20%, y que los pagos al banco son anuales, ¿cuál sería la rentabilidad que el Sr. Miamoto estaría obteniendo en los fondos que el pondría?

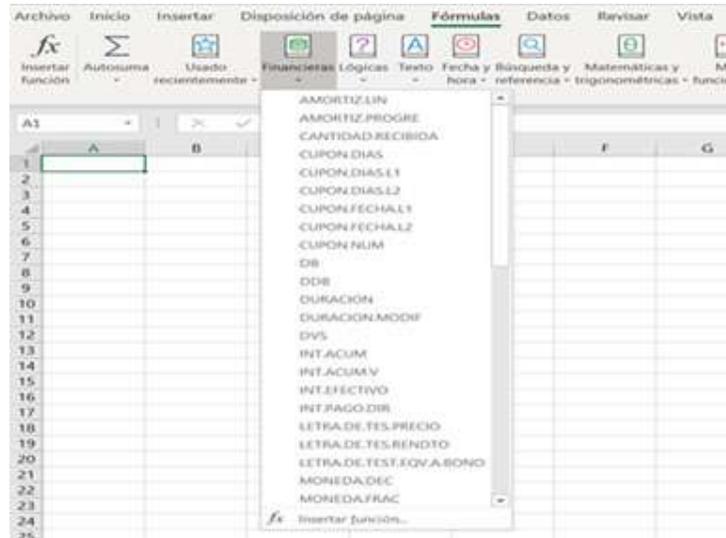
13. La empresa Alfa está evaluando la posibilidad de invertir en el proyecto cuyo flujo de caja se muestra a continuación:

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Flujo caja	-400	-100	150	200	300	-500	500	600	700	800	1,000	1,000	1,000	1,000	1,500

- a. Si la inversión inicial es \$1,200 y la empresa acepta proyectos cuyo VAN es mayor que cero y la inversión se recupera antes de 10 periodos, ¿se debe aceptar el proyecto? La tasa de descuento es 10%.
- b. ¿Cuál sería la rentabilidad generada por el proyecto?

Anexo 1: Cálculo de Indicadores Financieros usando EXCEL

Las planillas de cálculo como EXCEL traen incorporadas funciones que nos ayudan a calcular diferentes valores. Se va a utilizar el menú “Formulas” y dentro de este la categoría “Financieras”:



Cálculo del VAN

La empresa Sigma se encuentra evaluando la posibilidad de invertir \$560,000 en un cierto proyecto que le generará los siguientes flujos de caja:

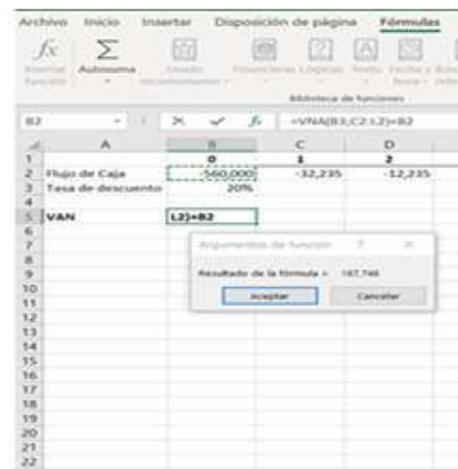
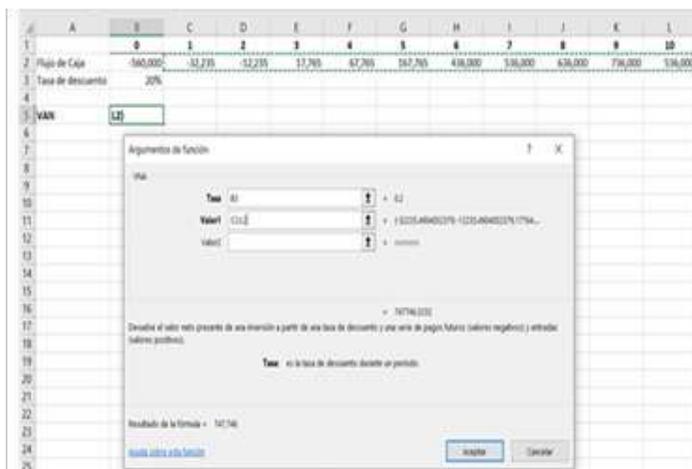
Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo de Caja	-32,235	-12,235	17,765	67,765	167,765	436,000	536,000	636,000	736,000	536,000

Si la tasa de descuento es 20%, ¿Cuál es el VAN de este proyecto?

A continuación se muestra el FC del proyecto:

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo de Caja	-560,000	-32,235	-12,235	17,765	67,765	167,765	436,000	536,000	636,000	736,000	536,000
Tasa de descuento		20%									

Dentro la categoría de fórmulas financieras se busca la función “VNA”:



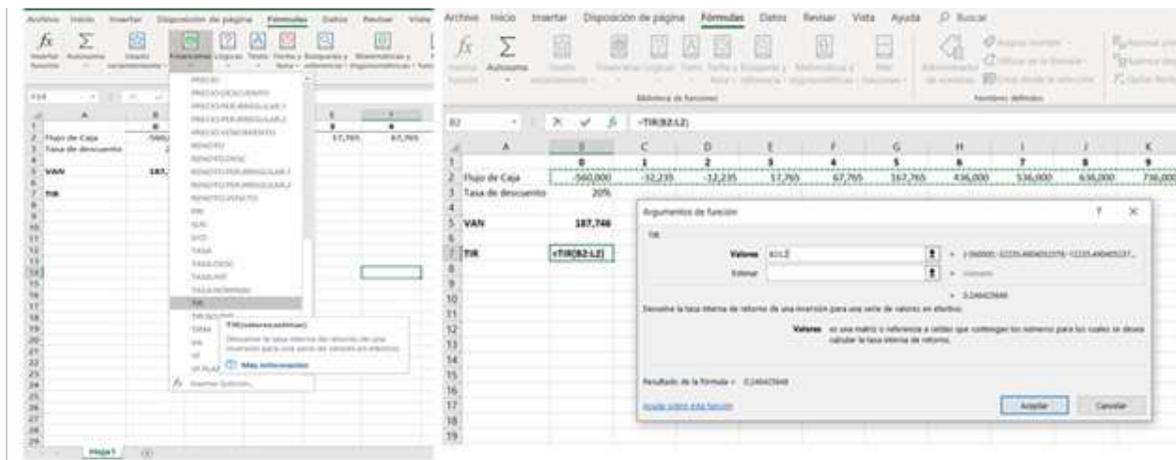
El cuadro de dialogo de esta función se muestra arriba al medio. En la casilla que dice “Tasa” se ingresa el valor de la tasa de descuento o la celda que contiene esta tasa (en este caso se ingresó la celda B5). En la casilla que dice “Valor 1” se ingresa el rango de valores del flujo de caja SIN incluir el flujo de caja del periodo cero (en este caso se ingresó el rango C2:L2). Esto debido a que si se incluye desde el periodo cero, EXCEL también actualiza el flujo del periodo cero un periodo. Luego, se suma por fuera de la fórmula de EXCEL el monto del periodo cero (esto se hace simplemente posesionándose en el cuadro de dialogo superior de EXCEL y colocando el cursor fuera del paréntesis de la formula, se coloca el signo + y a continuación la celda del flujo del periodo cero). Se presiona “aceptar” y se obtiene el VAN del proyecto. En ese caso, el VAN es de \$187,746.

Se hace notar que se le está “sumando” al resultado de la fórmula de VNA la inversión inicial porque la misma se encuentra registrada con signo negativo en la celda respectiva.

Cálculo de la TIR

Vamos a utilizar el mismo ejemplo anterior para calcular la TIR.

Dentro la categoría de fórmulas financieras se busca la función “TIR”:



El cuadro de dialogo de esta función se muestra arriba a la derecha. En la casilla que dice “Valores” se ingresa el rango de valores del flujo de caja incluido el flujo de caja del periodo cero (en este caso se ingresó el rango B2:L2). Se presiona “aceptar” y se obtiene la TIR del proyecto. En ese caso, la TIR es de 0.2464, o 24.64%

Cálculo de la TIRm

Vamos a utilizar el mismo ejemplo anterior para calcular la TIRm.

Dentro la categoría de fórmulas financieras se busca la función "TIRm":

El cuadro de dialogo de esta función se muestra arriba a la derecha. En la casilla que dice "Valores" se ingresa el rango de valores del flujo de caja incluido el flujo de caja del periodo cero (en este caso se ingresó el rango B2:L2). En la casilla que dice "Tasa Reinversión" se ingresa la tasa de descuento o la celda que contiene la misma (se ingresó la celda B3). Se presiona "aceptar" y se obtiene la TIRm del proyecto. En ese caso, la TIRm es de 0.2315, o 23.15%

Cálculo del periodo de recuperación

Vamos a utilizar el mismo ejemplo anterior para calcular el periodo de recuperación.

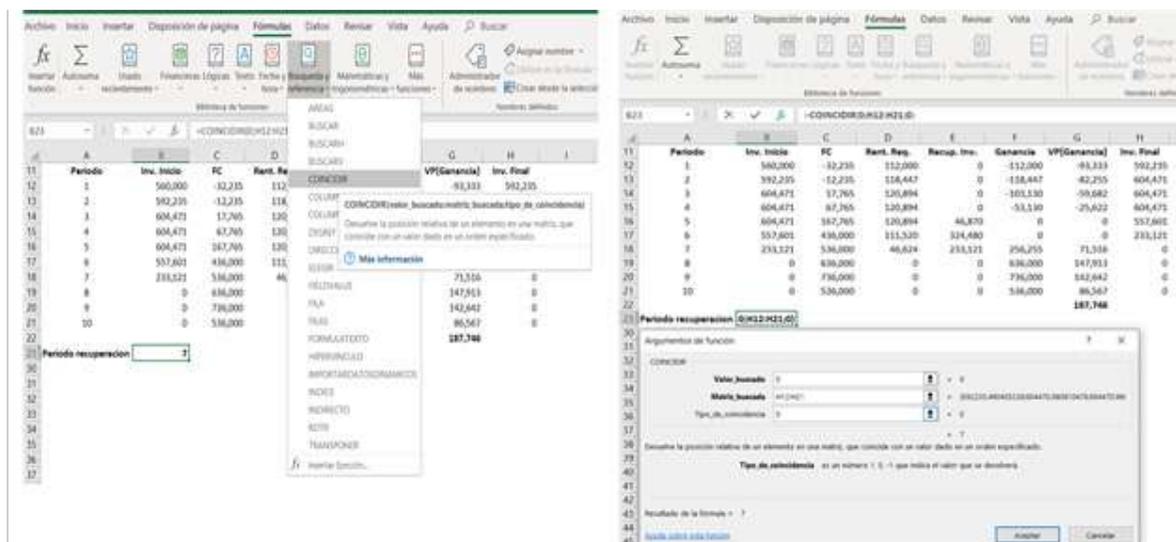
No existe una función financiera que nos permita calcular este indicador, la manera más sencilla de hacerlo es a través de la elaboración del cuadro del VAN:

Periodo	Inv. Inicio	FC	Rent. Req.	Recup. Inv.	Ganancia	VP[Ganancia]	Inv. Final
1	560,000	-32,235	112,000	0	-112,000	-93,333	592,235
2	592,235	-12,235	118,447	0	-118,447	-82,255	604,471
3	604,471	17,765	120,894	0	-103,130	-59,682	604,471
4	604,471	67,765	120,894	0	-53,130	-25,622	604,471
5	604,471	167,765	120,894	46,870	0	0	557,601
6	557,601	436,000	111,520	324,480	0	0	233,121
7	233,121	536,000	46,624	233,121	256,255	71,516	0
8	0	636,000	0	0	636,000	147,913	0
9	0	736,000	0	0	736,000	142,642	0
10	0	536,000	0	0	536,000	-86,567	0
Suma						187,746	

Periodo recuperacion	7
----------------------	---

En este caso se recupera la inversión en el periodo 7.

Sin embargo, una vez construida esta tabla, se puede utilizar la fórmula “COINCIDIR” del menú “Búsqueda y referencia” para encontrar este periodo:



El cuadro de dialogo de esta función se muestra arriba a la derecha. En la casilla que dice “Valor_buscado” se ingresa el valor buscado, en este caso, cero (queremos encontrar la casilla donde la inversión al final del periodo es cero). En la casilla “Matriz_buscada” se selecciona la columna de la Inv. Final (H12:H21). En la casilla “Tipo_de_coincidencia” se coloca: 0 para que nos entregue el primer valor que es exactamente igual que el valor buscado; 1 para que nos entregue el mayor valor que es menor o igual que el valor buscado; o -1 para que nos entregue el menor valor que es mayor o igual que el valor buscado. Apretando “Aceptar” esta función nos entrega el valor de 7, o sea, se recupera la inversión en el periodo siete.

Esta función es útil cuando se está realizando un análisis de sensibilidad o simulación (ver capítulo 7 del libro), ya que el periodo de recuperación se va actualizando solo cuando cambian los valores de alguna variable. Para esto es necesario que la tabla este completamente parametrizada, lo cual se verá en el capítulo siete.

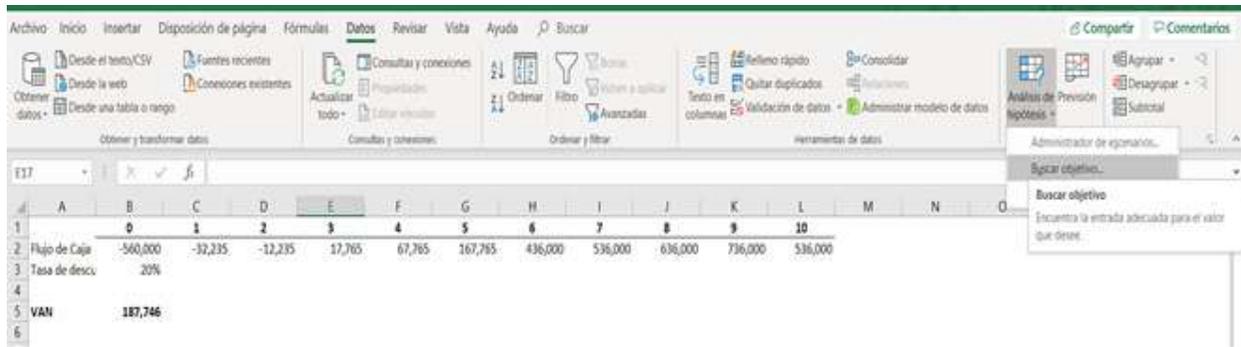
Función Objetivo

Esta función es muy útil cuando se quiere encontrar el valor de alguna celda para que otra celda tome un cierto valor. Por ejemplo, en el ejercicio que estamos analizando:

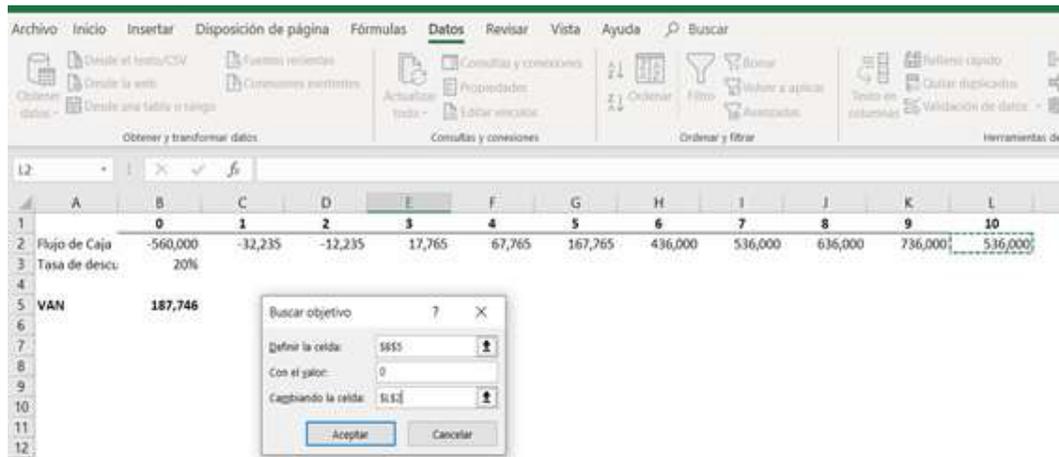
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo de Caja	-560,000	-32,235	-12.235	17,765	67,765	167,765	436,000	536,000	636,000	736,000	536,000
Tasa de descuento	20%										
VAN	187,746										

Queremos encontrar el valor del flujo de caja del periodo 10 que hace que el VAN del proyecto sea cero.

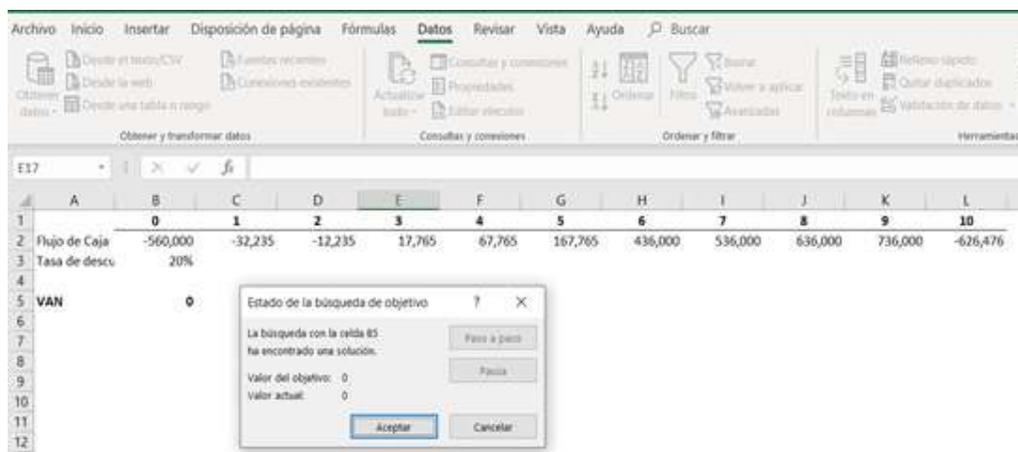
En el menú “Datos”, submenú “Análisis de hipótesis” se selecciona la función “buscar objetivo...”:



El cuadro de dialogo de esta función se muestra a continuación:



En la casilla “Definir la celda” se coloca la celda objetivo, o sea, la celda en la cual se quiere encontrar un cierto valor (en nuestro ejemplo seria la celda del VAN, o sea, B5). En la casilla “Con el Valor” se coloca el valor buscado (en nuestro ejemplo seria CERO). En la casilla “Cambiando la celda” se coloca la celda en la cual se buscará el valor (en nuestro caso el valor del FC del último periodo, o sea, L2). Presionando “Aceptar” se tiene el valor buscado:



CAPÍTULO 3

ELEMENTOS DEL FLUJO DE FONDOS

En este capítulo se analiza los componentes del flujo de fondos y los factores que deben considerarse para construir el mismo.

En todo flujo de fondos se pueden distinguir cinco elementos básicos:

1. Inversiones
2. Ingresos
3. Costos
4. Impuestos
5. Valor terminal

Todos estos elementos deben ser cuantificados de manera *incremental*, por lo que primeramente definiremos lo que se entiende por *flujos incrementales*.

3.1 DEFINICIÓN DE FLUJOS INCREMENTALES

Los flujos de caja relevantes que se deben considerar en un proyecto son flujos incrementales. Se entiende por flujos incrementales aquellos flujos que aparecen producto de la inversión del proyecto.

Los flujos de caja incrementales se los puede obtener de comparar la situación sin proyecto versus la situación con proyecto. Cualquier flujo de fondos que está en una de ellas y no en la otra es incremental. Si un flujo de fondos está en ambas situaciones entonces no es flujo relevante para la evaluación.

Por ejemplo, suponga una empresa industrial que vende actualmente \$100,000 en cada periodo e incurre en costos de \$70,000 en cada periodo. La empresa está analizando invertir \$1,000,000 en la ampliación de su planta que permitiría incrementar las ventas a \$300,000 por periodo, incrementándose los costos a \$220,000.

Las ventas que se deben considerar para evaluar la viabilidad de la ampliación de la planta son de \$200,000, ya que estas son las ventas “nuevas” que están apareciendo producto de la inversión en la ampliación de la planta. Las ventas actuales de \$100,000 van a estar independientemente si se amplía la planta o no. En cuanto a los costos, los costos relevantes (costos incrementales) serían de \$150,000 (\$220,000 - \$70,000).

Tanto los ingresos del proyecto como los costos e impuestos deben ser calculados de manera incremental. Es decir, **se deben incluir solamente aquellos flujos que se originan producto de la inversión que se está realizando.**

3.2 ELEMENTOS DEL FLUJO DE CAJA

3.2.1 Inversiones

Las inversiones representan los montos de dinero que se deben sacrificar para poder ejecutar el proyecto que se está evaluando. Las inversiones necesarias para ejecutar un cierto proyecto se las suele clasificar en tres grupos:

- a) *Inversiones en activo fijo*, que representan todas aquellas inversiones en activos tangibles, como ser: equipos, maquinaria, muebles, terrenos, construcciones, etc., que se necesitan para la producción de los bienes o servicios del proyecto. Estas inversiones están sujetas a depreciación, excepto las inversiones en terrenos. Cualquier gasto de transporte o instalación que se deba incurrir en la compra de un activo debe ser incluido dentro del monto de inversión del mismo (según las normas contables, se considera dentro del monto de compra de un activo TODOS los gastos ejecutados hasta que el activo se encuentra instalado y listo para producir los bienes o servicios).

Por ejemplo, si se está pensando instalar una fábrica de mermelada y se necesita comprar un equipo en el exterior que cuesta \$1,000 y se debe gastar \$300 en transporte y \$150 en instalación y capacitación, el monto de inversión en este equipo sería \$1,450.

- b) *Inversiones en activo diferido*, que representan inversiones en activos intangibles, como ser: gastos preoperativos, intereses preoperativos, gastos de formación, estudios de mercado, etc., que se necesitan realizar para la ejecución del proyecto. En la mayoría de los casos, las inversiones en activo diferido están constituidas por gastos que se realizan en la etapa preoperativa y que luego serán descontados de los ingresos operativos para efectos tributarios. Estas inversiones están sujetas a amortizaciones (concepto similar a la depreciación de activos tangibles).

Por ejemplo, una empresa maderera que tiene un periodo de tres años en los cuales no realizará ninguna venta pero si incurrirá en gastos de operación (sueldos del personal, gastos de mantenimiento, etc). Todos estos gastos realizados en estos tres años constituyen inversiones que luego deben ser amortizadas contra los ingresos (para efectos tributarios) cuando la empresa empiece a generar ventas.

- c) *Inversiones en capital de trabajo*, que representan inversiones para la operación de la empresa en el corto plazo. Por lo general el capital de trabajo es función directa de las ventas, por lo que si estas aumentan el capital de trabajo también aumenta y si disminuyen también disminuye. Para entender el concepto de capital de trabajo, consideremos el siguiente ejemplo:

Pedro lleva ya varios meses desempleado y se le acaba de ocurrir una idea de negocio propio: va a distribuir pan en una nueva comunidad. El estima que puede comprar \$800 en pan y venderlo en \$1,000, ganando \$200 cada día (justo el monto que necesita para vivir). Invierte todos sus ahorros en un pequeño auto y un local y se da cuenta que necesita \$800 para poder comprar el pan y venderlo. Como ya no tiene más plata, se presta este monto de un vecino con la promesa de devolverlo al día siguiente. Al día siguiente compra el pan y lo vende todo, recibiendo \$1,000. Gasta \$200 en sus gastos de vida y le quedan los \$800 para devolverle a su vecino. Sin embargo, se da cuenta que al día siguiente necesitara nuevamente los \$800 para comprar el pan y poder venderlo. Estos \$800 representan el capital de trabajo que necesita Pedro para que su negocio funcione, ya que no es suficiente con tener el auto y el local (los activos de su empresa). Estos \$800 estarán permanentemente invertidos en su empresa.

Si las ventas de pan fueran a aumentar, digamos a \$1,200, entonces Pedro necesitaría comprar \$960 en pan, aumentando su necesidad de capital de trabajo en \$160.

Debemos distinguir entre capital de trabajo necesario e inversiones en capital de trabajo. El capital de trabajo necesario viene a ser el monto que se necesita tener en capital de trabajo en una determinada gestión para sostener las ventas de la gestión. Las inversiones en capital de trabajo constituyen los nuevos montos que se deben proveer para capital de trabajo, y es igual a la diferencia entre el capital de trabajo necesario de la gestión y el capital de trabajo de la anterior gestión.

En el Anexo 1 de este capítulo se explica de manera detallada diferentes métodos para estimar el capital de trabajo de un proyecto.

Hay proyectos que pueden tener los tres grupos de inversiones, mientras que otros proyectos pueden tener solamente dos de los tres, o, incluso, puede haber proyectos que solo requieren inversiones de uno de los tres grupos presentados.

Las inversiones del periodo cero se conocen como inversiones iniciales. Las inversiones en periodos intermedios se dan generalmente por dos razones:

1. Aumento de capacidad por crecimiento en ventas;
2. Reposición de activos

El momento de reposición de activos depende de la vida útil del activo y no de su vida contable. La vida contable de un activo está dada por las tablas de vida de activos emitidas por la administración tributaria de cada país, y no tienen por qué coincidir con el periodo real en que se puede utilizar un cierto activo. La vida contable solamente se debe utilizar para calcular el monto de depreciación que se debe poner en cada periodo de proyección para efectos tributarios, y no para calcular momentos de reposición del activo.

Por ejemplo, un tractor de movimiento de tierra (maquinaria pesada) tiene una vida contable de 5 años (se debe colocar como gasto 1/5 del monto invertido cada año por 5 años), pero esto no significa que al final de 5 años ya no se pueda utilizar el tractor. El momento de reposición depende de la capacidad del tractor de seguir trabajando con un costo menor de operación a los ingresos que genera.

Ejercicio 3.1: Suponga un cierto proyecto que se espera que genere las siguientes ventas:

Periodo	1	2	3	4	5	6
Ventas	100	130	170	180	180	180

Si el capital de trabajo necesario es un 10% de las ventas, el siguiente cuadro resume el capital de trabajo necesario y las inversiones en capital de trabajo de cada periodo.

Periodo	0	1	2	3	4	5	6
Capital trabajo necesario		10	13	17	18	18	18
Inversión capital trabajo	10	3	4	1	0	0	

El capital de trabajo necesario para el primer periodo se debe invertir en el periodo cero o inicial. Del monto de capital de trabajo necesario para el segundo periodo ya se dispone de \$10 de la inversión inicial, por lo que se necesita invertir solamente la diferencia entre el capital de trabajo necesario del segundo periodo y del primer periodo. O, lo que es lo mismo, invertir el 10% del incremento de las ventas entre el segundo periodo y el primer periodo.

Ejercicio 3.2: Asuma que se está analizando la viabilidad de instalar una fábrica para producir mayonesa. Después de realizar varios estudios, se ha llegado a determinar que para operar la fábrica se necesita adquirir lo siguiente:

Activo	Monto (\$)
Terreno	5,000
Construcciones	30,000
Maquinaria	80,000
Muebles y enseres	1,000
Otros activos menores	3,000

Usted considera que tendría que contratar los empleados claves 3 meses antes de que la planta empiece a operar, gastando en estos tres meses \$6,000 en sueldos de esta gente. Se estima gastar otros \$3,000 en estos tres meses de construcción en otros gastos.

Adicionalmente a las inversiones anteriores, también se requeriría invertir en:

Estudio de ingeniería	\$ 2,000
Gastos de formación de la empresa	\$ 800

Finalmente, usted cree que las ventas del primer año de operación van a ser \$40,000 y que las mismas van a crecer un 5% anual el segundo año, y de ahí en adelante un 2% anual. Usted estima que el capital de trabajo representa un 10% de las ventas valoradas. Calcular la inversión inicial del proyecto.

La ***inversión inicial*** necesaria para instalar la fábrica sería:

Inversión en Activo Fijo:	
Terreno	5,000
Construcciones	30,000
Maquinaria	80,000
Muebles y enseres	1,000
Otros activos menores	3,000
Total Activo Fijo	119,000
Inversiones en Activo Diferido:	
Sueldos preoperativos	6,000
Gastos preoperativos	3,000
Estudios de ingeniería	2,000
Gastos de formación	800
Total Activo Diferido	11,800
Inversiones en Capital de Trabajo:	
Capital de trabajo inicial (10% ventas año 1)	4,000
Total Capital de Trabajo	4,000
Total Inversión Inicial	134,800

Ejercicio 3.3: La siguiente tabla muestra las inversiones iniciales en activos de un cierto proyecto:

Activos	Monto (neto IVA)	Vida Util (años)	Vida Contable (años)
Terreno	10,000		
Construcciones	25,000	40	40
Maquinaria 1	20,000	6	5
Maquinaria 2	10,000	4	5
Maquinaria 3	15,000	10	5

Adicionalmente, debido al incremento de la demanda proyectada, se requeriría inversiones adicionales en maquinaria 1 en el periodo 4 y de maquinaria 3 en el periodo 5. El proyecto va a ser evaluado en un periodo de proyección de 8 años. Se pide construir el cronograma de inversiones.

Como la vida útil de las maquinarias 1 y 2 son menores al periodo de proyección, se va a requerir reponer las mismas en el periodo 6 y en el 4 respectivamente. Adicionalmente, se va a requerir comprar maquinaria 1 en el periodo 4 y maquinaria 3 en el periodo 5 por aumento de capacidad. A continuación se muestra el cronograma de inversiones necesarias para ejecutar el proyecto (no se toma en cuenta en este cuadro la venta de los equipos que se estarían cambiando, solamente las inversiones necesarias en cada periodo. Se asume que los precios de los activos se mantienen iguales a los del periodo inicial):

CRONOGRAMA DE INVERSIONES EN ACTIVOS

Activos	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Terreno	-10,000								
Construcciones	-25,000								
Maquinaria 1	-20,000				-20,000		-20,000		
Maquinaria 2	-10,000				-10,000				
Maquinaria 3	-15,000					-15,000			

 reposición de activos
 ampliación capacidad

3.2.2 Ingresos

Los ingresos del proyecto resultan de la venta del producto o servicio que el proyecto va a ofrecer. Como se mencionó anteriormente, los ingresos que se deben considerar son aquellos que se originan producto de la inversión que se está realizando, o sea, solamente se debe considerar los **ingresos incrementales**.

Los ingresos de un proyecto no necesariamente tienen que ser ventas, ya que también pueden representar ahorros en costos. Por ejemplo, considere una empresa que se encuentra evaluando la viabilidad de cambiar parte de su maquinaria de producción por maquinaria más moderna. La inversión requerida es \$10,000, y producto de este cambio las ventas no aumentarían pero los costos de producción se reducirían en \$3,500 cada año. Al construir el flujo de fondos de este proyecto, este ahorro en costos representa los ingresos o beneficios de realizar la inversión.

3.2.3 Costos del proyecto

Los costos del proyecto representan los desembolsos por insumos, materiales, personal y otros rubros necesarios para el ciclo productivo del proyecto. Al igual que con los ingresos, se deben incluir solamente los costos generados por la realización del proyecto (costos incrementales).

Se suele separar los costos del proyecto en gastos de producción y gastos administrativos y/o en costos directos e indirectos. Independiente de la clasificación que se haga de los costos, se debe incluir TODOS los gastos y/o costos que se originen por la ejecución del proyecto, teniendo mucho cuidado en la cuantificación de los mismos y asegurándose que representen los costos atribuibles a la inversión que se está realizando (costos incrementales).

Dentro los costos existen ciertas partidas que se debe tener cuidado en su tratamiento y cuantificación: depreciaciones y amortizaciones, costos hundidos o muertos, y costos de oportunidad.

Depreciaciones y amortizaciones

La depreciación de activos fijos y amortización de activos diferidos representan costos del proyecto, pero debido a que son costos que no representan un desembolso de efectivo se los trata separadamente.

La depreciación y amortización de activos se toman en cuenta solamente para estimar los impuestos a la utilidad que el proyecto generaría, ya que en si no representan salidas de efectivo como se mencionó anteriormente.

Es por esta razón que en una primera instancia se descuentan de los ingresos para calcular la utilidad antes de impuestos, se calculan los impuestos y luego a la utilidad después de impuestos se le suma nuevamente el monto de la depreciación y amortización.

En caso de que los flujos del proyecto no estén sujetos a impuestos sobre la utilidad, las depreciaciones y amortizaciones de los activos no se deben tomar en cuenta.

La depreciación y amortización de cada activo se estima en base a la vida tributaria del activo y no en base a su vida útil (ya que, como se mencionó anteriormente, solamente se toman en cuenta para el cálculo de impuestos).

Al igual que los ingresos, solamente se deben considerar depreciaciones incrementales.

Costos hundidos o muertos

Los costos hundidos o costos muertos son gastos ya realizados que no se pueden recuperar independiente de la decisión que se tome, por lo tanto, no deberían afectar la decisión de invertir o no. Son costos o gastos ineludibles independientes de la decisión de invertir o no, por lo que no se deben incluir en el flujo de fondos.

Ejercicio 3.4: Asuma una empresa que está analizando la introducción al mercado de un nuevo producto que ha desarrollado en sus laboratorios de Investigación y Desarrollo. Esta empresa ya ha gastado \$200,000 en gastos de investigación y desarrollo (I&D), y ahora se necesita invertir \$500,000 para comercializar este producto. El valor presente esperado de los flujos futuros de este producto es de \$650,000.

Al momento de evaluar la introducción del producto al mercado, el monto de \$200,000 invertido en I&D representa un costo hundido que NO debe tomarse en cuenta en la decisión de introducir o no el producto al mercado (ya que este monto ya fue gastado y no se puede recuperar independiente de si se introduce o no el producto al mercado). El cálculo correcto del VAN sería:

$$\text{VAN} = -500,000 + 650,000 = \$150,000$$

Por lo que la decisión correcta debería ser la introducción del producto al mercado. Si se hubiera tomado en cuenta los costos ya incurridos de I&D, el VAN hubiera dado -\$50,000 indicando erróneamente que el producto no debería ser introducido al mercado.

Ejercicio 3.5: Ahora suponga una empresa que ha decidido invertir en un proyecto que requiere una inversión de \$1,000,000 y que promete generar unos flujos de caja futuros cuyo valor presente es \$1,200,000 (VAN de \$200,000). Al momento que la empresa ya había ejecutado un 30% de la inversión (ya habían gastado \$300,000) se dan cuenta de que las condiciones en el mercado han cambiado y que ahora el valor presente del flujo de caja futuro es \$800,000 y no los \$1,200,000 que habían estimado. Ante esta nueva situación, la empresa debe decidir si seguir adelante con el proyecto y terminar de invertir o parar el mismo y abandonarlo (en caso de abandono, no se podría recuperar nada del monto ya invertido).

Para tomar esta decisión, el monto ya gastado de \$300,000 representa un costo hundido y el cálculo correcto del nuevo VAN del proyecto solamente debería considerar el monto que falta desembolsar y compararlo con el nuevo valor presente del flujo de caja futuro:

$$\text{VAN} = -700,000 + 800,000 = \$100,000$$

Por lo tanto, la decisión correcta debería ser terminar de invertir.

Ejercicio 3.6: Otro ejemplo de costos hundidos puede ser los gastos de estudio de mercado y su inclusión o no dentro el flujo de inversión como inversión diferida. Los gastos de estudio de mercado deben ser incluidos como inversión si estos todavía no han sido incurridos, entendiéndose por incurridos que todavía no hay ningún pago comprometido, ya que, si ya se contrató el estudio, pero no se pagó igual representan un costo hundido (se debe pagar el estudio de mercado independiente si se ejecuta o no el proyecto).

Los costos hundidos o muertos no se incluyen en el flujo de fondos directamente, pero si pueden tener un efecto indirecto en el proyecto a través de depreciaciones o amortizaciones que afectan el nivel de impuestos que el proyecto tendría que pagar.

Ejercicio 3.7: Dos compañeros de la universidad decidieron comenzar su propio negocio. A la fecha ya han invertido \$2,000 en el mismo y ahora tienen que decidir si terminan de invertir los \$6,000 que faltan para completar la inversión. En caso se complete la inversión, la misma podría ser amortizada tributariamente en un periodo de 5 años. En caso no se complete, se podría recuperar el 40% de lo invertido.

Al momento de realizar la evaluación, los \$2,000 ya invertidos no van a ser incluidos en la proyección del flujo de caja ya que representan un costo hundido. Sin embargo, al momento de calcular la depreciación de la inversión, si van a ser incluidos en el monto total a depreciar (o sea, la depreciación se va a calcular sobre \$8,000 aunque el monto que va a aparecer en el flujo de inversión va a ser \$6,000). Esto debido a que el monto total de la inversión es \$8,000, de los cuales \$2,000 se invirtió antes de la evaluación y \$6,000 después de la evaluación, pero para efectos de depreciación (que es posterior a la evaluación) el monto invertido es \$8,000.

Costos de oportunidad

Los costos de oportunidad representan el valor o beneficio que un recurso genera en su mejor uso alternativo. A diferencia de los costos hundidos, si deben ser incluidos en el flujo de fondos, ya que representan el beneficio que se está dejando de recibir por utilizar un cierto activo en el proyecto.

Ejercicio 3.8: Usted es propietario de un terreno que lo compro hace dos años atrás por \$10,000 y que tiene un valor de mercado de \$12,000 actualmente. Usted está evaluando la viabilidad de construir una fábrica en el terreno, y al momento de construir el flujo de caja se pregunta cuál debe ser el tratamiento del terreno: ¿se debe considerar dentro el flujo de inversión a pesar de que ya es de su propiedad? En caso afirmativo, ¿con que valor?

La respuesta a estas preguntas es: el terreno debe ser incluido dentro el flujo de inversión con un valor de \$12,000, que representa el monto que se está dejando de recibir por el terreno para utilizarlo en la fábrica. Este monto representa el costo de oportunidad de utilizar el recurso terreno en la implementación del proyecto. El monto pagado por el terreno hace dos años no tiene incidencia en el flujo de inversión, ya que representa un costo hundido.

Ejercicio 3.9: Usted es propietario de una camioneta que la está alquilando a terceros actualmente por \$1,800 al mes. Se le acaba de presentar una oportunidad de inversión en la cual usted tendría que utilizar su camioneta. Al momento de construir el flujo de caja de su proyecto, se debe considerar un costo de oportunidad de \$1,800 en la camioneta para evaluar la viabilidad del proyecto.

3.2.4 Impuestos

Para el cálculo de indicadores financieros de factibilidad se debe utilizar un flujo de caja después de considerar todos los impuestos que el proyecto podría generar.

Adicionalmente al impuesto a la utilidad, dentro de los flujos se debe considerar el efecto de cualquier otro impuesto generado por el proyecto, como ser el Impuesto al Valor Agregado (IVA), el Impuesto a las Transacciones (IT) y/o cualquier otro impuesto específico que el proyecto podría generar (Impuesto al consumo Especifico (ICE), IEHD, etc).

Impuesto a la Utilidad (IUE)

El cálculo del IUE está en función de la utilidad antes de impuestos (UAI) a la cual se le aplica la alícuota correspondiente (25% en Bolivia). La manera correcta de calcular este impuesto depende del efecto incremental de la UAI del proyecto en la UAI de la empresa que evalúa el mismo:

1. Si la empresa NO tiene otras utilidades (por ejemplo, se está evaluando la formación de una nueva empresa) o NO tiene utilidades positivas con que compensar utilidades negativas del proyecto, entonces el cálculo del IUE es:
 - Si la UAI es negativa, entonces se coloca un valor de cero para el IUE.
 - Si la UAI es positiva y el acumulado hasta el periodo actual de la sumatoria de las UAIs es negativo, entonces se coloca un valor de cero para el IUE.
 - Si la UAI es positiva y el acumulado hasta el periodo anterior de la sumatoria de las UAIs es negativo pero el acumulado hasta el periodo actual es positivo, entonces el IUE es igual al 25% del acumulado hasta el periodo actual (con valor negativo).
 - Si la UAI es positiva y el acumulado hasta el periodo anterior de la sumatoria de las UAIs es positivo, entonces el IUE es igual al 25% de la UAI (con valor negativo).

2. Si la empresa TIENE otras utilidades positivas con las cuales se podría compensar utilidades negativas del proyecto, entonces el cálculo del IUE es:

- Igual al 25% de la UAI del proyecto y con signo negativo si la UAI del proyecto es positiva.
- Igual al 25% de la UAI del proyecto y con signo positivo si la UAI del proyecto es negativa.

Por ejemplo, suponga una empresa que tiene actualmente cada año una utilidad antes de impuestos de \$100. Esta utilidad antes de impuestos origina que la empresa tenga que pagar un impuesto a la utilidad (IUE) de \$25 en cada periodo (alícuota impositiva del 25%).

Esta empresa está analizando realizar un proyecto que tiene una utilidad antes de impuestos de -\$50 el primer año. Esta utilidad negativa del proyecto podría ser compensada con la utilidad actual de la empresa, lo que ocasionaría que si se realiza el proyecto la empresa pague un impuesto a la utilidad de \$12.5 en lugar de \$25 en el siguiente periodo. Incrementalmente, la realización del proyecto ocasionaría una disminución de \$12.5 en el impuesto a la utilidad que la empresa pagaría, por lo que el monto a registrar en impuesto a la utilidad del proyecto el primer año sería positivo \$12.5.

Si el mismo proyecto sería la creación de una nueva empresa que tiene una utilidad negativa de \$50 el primer periodo, entonces esta pérdida no tenemos contra que compensarla (ya que si no se ejecuta el proyecto no hay empresa), por lo que el flujo de caja incremental desde el punto de vista de impuesto a la utilidad sería cero.

A continuación, se muestra una tabla que muestra el cálculo correcto del IUE dependiendo de las utilidades de la empresa que está evaluando el proyecto:

Periodo	1	2	3	4	5	6
Utilidad antes de impuestos del proyecto	-100	-60	150	290	300	400
IUE proyecto empresa funcionamiento	25	15	-37.5	-72.5	-75	-100
IUE proyecto formación empresa	0	0	0	-70	-75	-100

En el caso de la empresa con otras UAI positivas, las pérdidas del primer y segundo periodo pueden ser compensadas con la utilidad de las operaciones existentes de la empresa en cada periodo, por lo que el efecto incremental de aceptar el proyecto en los impuestos que paga la empresa sería una disminución igual al 25% de la pérdida. Es por esta razón que se coloca un monto positivo igual al 25% de la pérdida del periodo. En los siguientes años donde el proyecto tiene una utilidad positiva, el efecto incremental del proyecto es incrementar los impuestos en el 25% de la utilidad positiva.

En el caso de la empresa sin otras UAI (por ejemplo, la formación de una nueva empresa), la utilidad negativa del primer año no puede ser compensada contra ninguna otra utilidad (ya que la empresa no tiene otras operaciones), por lo que el primer año no se paga IUE. En el segundo año lo mismo. A partir del tercer año, que se tiene una utilidad positiva, primero se compensa la pérdida acumulada y una vez compensada la pérdida se paga impuesto a la utilidad. Por ejemplo, en el tercer año la empresa no paga impuestos a pesar de que tiene una utilidad positiva ya que la pérdida acumulada es mayor que la utilidad del periodo. En el cuarto año se termina de compensar la pérdida acumulada (quedaba \$10) y sobre el saldo se paga el 25%.

Impuesto al Valor Agregado (IVA)

En la mayoría de los países el IVA se calcula usando como base el precio de venta, agregando a este el porcentaje respectivo. Toda evaluación financiera de proyectos se realiza utilizando flujos de caja NETOS de IVA, ya que este impuesto no representa ni un beneficio ni costo del proyecto (las diferencias entre el IVA de las ventas y los costos se traspasa al gobierno, por lo cual no se introduce en la proyección de flujo de fondos).

En Bolivia cualquier precio de un producto o servicio ya incluye el impuesto al valor agregado, por lo que este impuesto NO se le agrega al precio del mismo (la alícuota actual de IVA es 13%). Por ejemplo, si un producto cuesta \$100, el costo efectivo es \$87 y \$13 sería el IVA del mismo.

Al momento de construir el flujo de fondos, TODOS los flujos deben ser incluidos NETOS de IVA, descontando a los valores que corresponda el mismo. Esto también debe considerarse en los montos de inversión inicial, donde se debe tomar en cuenta los montos de inversión netos de IVA.

Existen ciertas excepciones donde el pago inicial del IVA del monto de inversión no se puede compensar inmediatamente con los ingresos del proyecto y/o de la empresa, originando una diferencia temporal entre el momento que se desembolsa el IVA de las inversiones y el momento de la compensación del mismo. En estos casos, el tratamiento es un poco diferente incluyendo los pagos de IVA en el flujo de fondos. Esto se verá en el próximo capítulo. Sin embargo, como regla general, se deben considerar todos los flujos de fondos netos de IVA.

Impuesto a la Transacción (IT)

El IT es un impuesto que grava a las ventas brutas de las empresas con una alícuota del 3%. Sin embargo, para el cálculo de este impuesto se debe tomar en cuenta la compensación que existe con el impuesto a la utilidad: el impuesto a la utilidad efectivamente pagado de una gestión es un pago a cuenta del IT de la siguiente gestión. Un ejemplo servirá para aclarar este tema:

Asuma una empresa que en la gestión 2006 genere una utilidad antes de impuestos de \$100. El impuesto a la utilidad es \$25, y este impuesto debe ser pagado en Abril 2007 (asumiendo cierre contable en Diciembre de cada año). Este pago de \$25 que se hace en Abril 2007 puede ser compensado con el 3% de las ventas de los siguientes 12 meses. Si las ventas de Mayo son \$500, el 3% de las ventas son \$15, pero no se paga nada de IT porque ya se pagó \$25 a cuenta y queda un saldo de \$10 para los siguientes meses. Así se procede hasta compensar totalmente el impuesto a la utilidad pagado de la última gestión. Si en los siguientes doce meses no se llega a compensar totalmente el impuesto a la utilidad pagado, la diferencia se consolida a favor del fisco.

Por lo tanto, el IT efectivo a pagar se debe calcular en base al 3% de las ventas brutas y al IUE pagado en la gestión anterior:

- ✓ Si el 3% de las ventas de la gestión considerada es menor al impuesto a la utilidad pagado en la anterior gestión, entonces el IT es cero;
- ✓ Si el 3% de las ventas de la gestión considerada es mayor al impuesto a la utilidad pagado en la gestión anterior, entonces el IT es la diferencia entre el 3% de las ventas y el impuesto a la utilidad de la gestión anterior;
- ✓ Si no se pagó impuesto a la utilidad en la gestión anterior, el IT es igual al 3% de las ventas de la gestión considerada.

Ejercicio 3.10: Considere un cierto proyecto que se espera que genere las siguientes ventas (netas de IVA) y UAI:

Periodo	1	2	3	4	5
Ventas	100	110	120	126	126
UAI	10	12	16	20	20

A continuación, se muestra el cálculo del IUE y el IT del proyecto:

Periodo	1	2	3	4	5
IUE	-2.5	-3	-4	-5	-5
IT efectivo	-3.45	-1.29	-1.14	-0.34	0

En el periodo 1 no tenemos ningún IUE pagado en el periodo anterior, por lo que el IT efectivo corresponde al 3% de las ventas brutas de IVA.

En el periodo 2 el 3% de las ventas brutas es \$3.79, pero este monto puede ser compensado con los \$2.5 pagados en el periodo 1 de IUE. El IT efectivo es la diferencia. Se procede igual en los siguientes periodos.

Otros impuestos específicos a algún rubro también deben considerarse dentro del flujo si estos están afectos a estos impuestos (Impuesto al Consumo Específico (ICE), IEHD).

3.2.5 Valor terminal (VT)

El valor terminal de un proyecto representa el ajuste que se debe realizar en el último periodo de proyección (N) para tomar en cuenta que solamente se ha proyectado el flujo de fondos por un cierto periodo de tiempo, que no representa necesariamente la vida total del proyecto. Este valor terminal está ubicado en el periodo N y puede ser estimado de dos maneras:

1. Asumiendo que en el último año de proyección se cierra el proyecto y se liquidan las inversiones. Se calcula un valor de liquidación de los activos (VL) y se recupera el capital de trabajo (o parte de él).

En este caso se debe considerar los impuestos que podrían aparecer por la venta de activos producto de la diferencia entre el valor de mercado y valor contable de los mismos. Cuando se vende un activo se puede generar un efecto impositivo (EI) dependiendo de la relación entre el valor de venta (valor de mercado) y el valor contable del activo:

- a) Si el valor de venta es mayor que el valor contable a esa fecha, entonces se genera un impuesto a la utilidad por pagar igual al 25% de la diferencia entre el valor de venta y el valor contable.
- b) Si el valor de venta es menor que el valor contable a esa fecha, entonces se genera un ahorro impositivo igual al 25% de la diferencia entre el valor de venta y el valor contable.
- c) Si el valor de venta es igual que el valor contable a esa fecha, entonces no se genera ningún efecto impositivo.

Resumiendo: $EI = 0.25 \times (VC - VV)$

Donde: EI = efecto impositivo
VV = valor de venta del activo
VC = valor contable del activo

Si $VV > VC \rightarrow EI =$ impuesto por pagar (IP)

Si $VV < VC \rightarrow EI =$ ahorro impositivo (AI)

Cabe hacer notar que los valores que se deben registrar como valor contable y valor de venta son valores netos de IVA (en Bolivia el precio de venta de un activo ya incluye el IVA, así que su valor neto es el 87% del precio de compra).

2. Asumiendo que el proyecto continúa después del último año de proyección y calculando un Valor de Continuación de Operaciones (VCO), que representa el valor presente en el último año de proyección de los FC que se podrían generar después del último año de proyección. Para calcular este VCO generalmente se toma uno de los siguientes supuestos:

- a) Se asume que el flujo de caja a partir del año (N+1) se mantienen constante indefinidamente, por lo que el VCO toma la forma de una perpetuidad:

$$VCO_{t=n} = \frac{FC_{N+1}}{r}$$

- b) Se asume que el flujo de caja a partir del año (N+1) crece a una tasa constante "g" indefinidamente, por lo que el VCO toma la forma de una perpetuidad creciente:

$$VCO_{t=n} = \frac{FC_{N+1}}{r - g}$$

Estos dos valores de VCO podrían ser válidos para inversiones que pueden generar flujos de caja sin sufrir desgaste o pérdida de capacidad de generación de flujos de caja. Para tomar en cuenta posibles reinversiones necesarias después del periodo N, para mantener la capacidad de operación de las inversiones, se suele realizar un ajuste en estas fórmulas: al FC_{N+1} se le resta un monto que represente las inversiones en activo fijo necesarias en cada periodo. Estas inversiones se las suele estimar utilizando uno de los siguientes criterios:

- El monto anual que se resta al FC_{N+1} es igual al monto de la depreciación anual de las inversiones
- El monto anual que se resta al FC_{N+1} es igual a la Inversión Anual Equivalente (IAE) que se obtiene de encontrar una anualidad durante el periodo de proyección que sea equivalente al monto de inversión neta.

Realizando estos ajustes, el VCO quedaría:

$$VCO_{t=n} = \frac{FC_{N+1} - A}{r} \text{ en el caso de una perpetuidad}$$

$$VCO_{t=n} = \frac{FC_{N+1} - A}{r - g} \text{ en el caso de una perpetuidad creciente}$$

A = Inversiones de reposición

Por lo tanto, para resumir, el VT va a tomar una de las dos formas:

- Va a ser igual a un VL si se asume que el proyecto se termina en el último periodo de proyección. Esto implica liquidar las inversiones y recuperar el capital de trabajo.
- Va a ser igual a un VCO si se asume que el proyecto continua después del último periodo de proyección. En este caso, se debe hacer un supuesto adicional acerca de los flujos de caja del proyecto a partir del periodo N+1, ya sea que se mantienen constantes o crecen a la misma tasa todos los periodos posteriores.

Cual se elige depende de las características del proyecto. Si se conoce la vida útil del proyecto o se establece un periodo máximo en el cual se quiera recuperar la inversión, entonces se podría utilizar un valor de liquidación de activos. Si es un proyecto que no tiene una vida útil determinada (por ejemplo, poner una sucursal de un supermercado), se podría usar un VCO.

Ejercicio 3.11: La empresa Alfa acaba de vender uno de sus activos en \$220. Este activo fue comprado hace tres años por \$500 y estaba siendo depreciado linealmente en un periodo de 5 años. El efecto impositivo de esta venta es:

$$\text{Valor de compra neto de IVA} = 500 \times 0.87 = 435$$

$$\text{Valor contable actual} = VC = 435 - \frac{435}{5} \times 3 = 174$$

$$\text{Valor de venta neto de IVA} = 220 \times 0.87 = 191.4$$

$$\text{Efecto Impositivo} = EI = 0.25 \times (174 - 191.4) = -4.35 \text{ (Impuesto por pagar)}$$

El hecho de vender el activo por un valor mayor a su valor contable origina una “ganancia en venta de activo” (de \$17.4) que será trasladada al estado de resultados de la gestión. El efecto incremental en los impuestos de esta ganancia es que aumenta el impuesto a la utilidad en el 25% de la ganancia, por lo que resulta un impuesto incremental a pagar de \$4.35.

Ejercicio 3.12: Si el activo del ejercicio anterior hubiera sido vendido por \$160, el valor de venta neto de IVA sería \$139.2, monto menor al valor contable actual (\$174). Esto hubiera ocasionado una “pérdida en venta de activo” igual

a \$34.8 que sería trasladada el estado de resultados de la gestión. Por lo tanto, el efecto incremental de esta pérdida es que disminuye el impuesto a la utilidad en el 25% de esta pérdida, por lo que resulta un ahorro impositivo de \$8.7.

Ejercicio 3.13: La empresa Alfa se encuentra evaluando la posibilidad de realizar un cierto proyecto que requiere los siguientes activos:

Activos	Monto (neto IVA)	Vida Útil (años)	Vida Contable (años)
Terreno	5,000		
Construcciones	15,000	40	40
Maquinaria 1	20,000	4	5
Maquinaria 2	10,000	6	5

El proyecto estaría siendo evaluado en un periodo de 6 años. Se estima que la maquinaria 1 tendría un valor comercial después de 4 años de \$2,000, y la maquinaria 2 tendría un valor comercial al final de su vida útil de \$500. Si el valor de liquidación de las construcciones es igual a su valor contable en el periodo 6, estime el valor de liquidación del proyecto.

La siguiente tabla muestra el cálculo del valor de liquidación del proyecto:

Activos	Valor inicial (neto IVA)	Vida Útil	Vida Contable	Antigüedad al momento venta	Valor Contable t = 6	Valor Venta t = 6	El	Valor Liquidación
Terreno	5,000			6	5,000	5,000	0	5,000
Construcciones	15,000	40	40	6	12,750	12,750	0	12,750
Maquinaria 1	20,000	4	5	2	12,000	11,000	250	11,250
Maquinaria 2	10,000	6	5	6	0	500	-125	375
								29,375

- En el caso del terreno, se liquida a su mismo valor de compra (generalmente no se considera la apreciación que podría tener los terrenos ya que podría alterar la evaluación. Esto se ve en el próximo capítulo).
- Según el enunciado, las construcciones se liquidan a su valor contable en el periodo 6, por lo tanto no hay efecto impositivo.
- La maquinaria 1 tiene una vida útil de 4 años, por lo que en el periodo 4 se debe vender la primera máquina que se compró en $t=0$ y comprar una nueva. Se asume que se compra al mismo precio que en $t=0$ (\$20,000), por lo tanto la maquina 1 que se encuentra en $t=6$ tiene una antigüedad de 2 años y un valor contable de \$12,000. El valor de venta de \$11,000 fue estimado utilizando una regla de tres (ver al final del ejercicio esta estimación). Como el valor de venta es menor a su valor contable en esa fecha, se genera un ahorro impositivo del 25% de la diferencia.
- La maquinaria 2 tiene una vida útil de 6 años, por lo que no es necesario invertir en una nueva. Su valor contable en $t=6$ es cero y se vende en \$500 (como el periodo de proyección coincide con su vida útil, su valor de venta es igual a su valor de liquidación), por lo que se genera un impuesto por pagar de \$125 en la venta de esta máquina.

En el ejercicio anterior se tuvo que estimar el valor de venta de uno de los activos debido a que su liquidación se realizaba antes de que cumpla su vida útil. Al momento de calcular el VL, pueden darse las siguientes situaciones:

1. El momento de liquidación coincide con la vida útil del activo. En este caso, se liquida el activo en el valor de salvamento del mismo (ya que coincide con su vida útil).
2. El momento de liquidación es anterior a la vida útil del activo. En este caso, dado que el valor de salvamento está asociado al final de la vida útil del activo, se debe estimar un valor de venta del activo. Una manera sencilla de hacerlo es usando una regla de tres. Vamos a explicar el método con los datos del ejercicio anterior:

Activo	Valor inicial (neto IVA)	Vida Util	Valor liquidación al final vida util	Antigüedad al momento venta
Maquinaria 1	20,000	4	2,000	2

La máquina pierde \$18,000 de valor en 4 años, nos interesa saber cuánto valor pierde en un periodo de 2 años. Llamemos "X" a este monto:

$$\begin{array}{l} 18,000 \longrightarrow 4 \text{ años} \\ x \longrightarrow 2 \text{ años} \end{array}$$

Luego, se debe cumplir por regla de tres:

$$X = \frac{18,000 \times 2}{4} = \$9,000$$

Por lo tanto, en dos años pierde \$9,000 de valor, siendo su valor de liquidación después de 2 años de \$11,000 (\$20,000-\$9,000).

Ejercicio 3.14: La empresa Beta está analizando la posibilidad de poner una sucursal en el distrito norte de la ciudad. Ellos estiman que la inversión inicial necesaria está compuesta por los siguientes activos:

Activos	Monto (neto IVA)	Vida Util (años)	Vida Contable (años)	Valor al final vida util
Maquinaria 1	20,000	6	5	3,000
Maquinaria 2	10,000	4	5	1,000
Maquinaria 3	15,000	8	5	3,000

Adicionalmente, en el periodo cinco se necesitaría comprar maquinaria 1 y maquinaria 3 para poder cumplir con la proyección de la demanda. Para evaluar el proyecto, han decidido proyectar el flujo de caja por un periodo de 10 años y utilizar una tasa de descuento de 10%. En ese último periodo, año 10, sería calculado un valor que represente lo que se podría generar con la sucursal después del periodo explícito de proyección.

Sus proyecciones muestran que se podría generar un flujo de caja de \$50,000 el primer año de proyección, el cual crecería a una tasa promedio del 5% hasta el periodo 10. Después de este periodo, se espera que el flujo de caja crezca a una tasa del 2% anual. Se pide calcular el VT de este proyecto.

En este caso, el VT va a tomar la forma de un VCO, el cual se calcula como:

$$VCO_{t=10} = \frac{FC_{11} - A}{r - g}$$

$$FC_{11} = FC_{10} \times 1.02 = (50,000 \times 1.05^9) \times 1.02 = \$79,118$$

$$r = 10\%$$

$$g = 2\%$$

Para determinar A vamos a utilizar el método de la Inversión Anual Equivalente (IAE), para lo que necesitamos realizar el cronograma de inversiones, el cual se muestra a continuación:

CRONOGRAMA DE INVERSIONES Y DESINVERSIONES EN ACTIVOS

Activos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maquinaria 1	-20,000					-20,000	-17,750				14,500
Maquinaria 2	-10,000				-8,750				-8,750		5,500
Maquinaria 3	-15,000					-15,000			-12,750		16,500
Total activos	-45,000	0	0	0	-8,750	-35,000	-17,750	0	-21,500	0	36,500

VA (inversiones activos)	-78,686
--------------------------	---------

IAE	-12,806
-----	---------

- La columna cero corresponde a las inversiones iniciales del proyecto.
- La columna diez corresponde a los VL de estos activos. Se encuentra resaltado en anaranjado ya que SOLAMENTE están siendo considerados para el cálculo de A (no serán incluidos en el FC del proyecto ya que se está considerando un VCO y no un VL).
- La fila de maquinaria 1 considera:
 - ✓ La inversión inicial en t=0
 - ✓ La inversión por aumento de capacidad en t=5
 - ✓ La inversión por reposición (vida útil) de la maquina inicial en t=6. El monto de \$17,750 sale de: compra de una nueva máquina (\$20,000); venta de la maquina comprada en t=0 (\$3,000 menos el efecto impositivo en la venta (\$750))
 - ✓ El valor de la maquinaria en t=10. El valor de \$14,500 sale de:
 - Valor maquina comprada en t=5 = 5,833 (por regla de 3)
 - + Valor maquina comprada en t=6 = 8,667 (por regla de 3)
- La fila de maquinaria 2 considera:
 - ✓ La inversión inicial en t=0
 - ✓ La inversión por reposición de la maquina en t=4. El monto de \$8,750 sale de: compra de una nueva máquina (\$10,000); venta de la maquina inicial (\$1,000 más el efecto impositivo en la venta (\$250))
 - ✓ La inversión por reposición de la maquina en t=8. El monto de \$8,750 sale de: compra de una nueva máquina (\$10,000); venta de la maquina comprada en t=4 (\$1,000 más el efecto impositivo en la venta (\$250))
 - ✓ El valor de la maquinaria en t=10. El valor de \$5,500 es igual al valor de la maquina comprada en t=8 (por regla de 3).
- La fila de maquinaria 3 considera:
 - ✓ La inversión inicial en t=0
 - ✓ La inversión por aumento de capacidad en t=5
 - ✓ La inversión por reposición en t=8.
 - ✓ El valor de la maquinaria en t=10. El valor de \$16,500 sale de:
 - Valor maquina comprada en t=5 = \$7,500 (por regla de 3)
 - + Valor maquina comprada en t=8 = \$9,000 (por regla de 3)

El valor actual neto de las inversiones en activos es \$78,686. Con este valor se encuentra el valor de una Inversión Anual Equivalente (IAE) por 10 periodos que tenga el mismo valor actual anterior:

$$78,686 = \frac{IAE}{0.10} \times \left(1 - \frac{1}{1.10^{10}}\right)$$

El valor encontrado es \$12,806. Esto significa que es lo mismo realizar las inversiones anteriores que realizar una inversión anual de \$12,806 ya que ambas tienen el mismo valor actual. Por lo tanto:

$$A = 12,806$$

$$\text{Finalmente: } VCO = \frac{79,118 - 12,806}{0.10 - 0.02} = \$828,900$$

Este valor está ubicado en $t=10$ y significa que el flujo de caja que se podría generar después del periodo de proyección (a partir de $t=11$ en el caso de este ejemplo) es equivalente a \$828,900 en el periodo 10.

3.3 COMPONENTES DEL FLUJO DE CAJA

Los elementos vistos anteriormente se reúnen en el flujo de caja, que presenta sistemáticamente los egresos e ingresos registrados periodo por periodo.

El flujo de caja de un proyecto tiene dos componentes: el flujo de inversión (FI) y el flujo de operación (FO).

El flujo de inversión está formado por las inversiones y el valor terminal en caso de considerar un valor de liquidación de activos. El flujo de operación está formado por los ingresos, costos, depreciaciones e impuestos. En caso se considere el VT como un VCO, este está localizado después del flujo de operación (FO) del último periodo de proyección. El FFN del proyecto de cada periodo es la suma de los dos:

$$FFN_i = FI_i + FO_i$$

FFN_i = flujo de fondos neto del periodo i

FI_i = Flujo de inversión del periodo i

FO_i = Flujo de operación del periodo i

En el siguiente capítulo se verá a fondo la construcción del flujo de fondos.

3.4 NORMAS BÁSICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE FLUJOS DE CAJA

Algunas de las normas básicas que se siguen para la construcción de flujos de caja son:

- Se asume que todos los ingresos y egresos del periodo ocurren al final del periodo considerado.
- Si hay un ingreso o egreso que ocurre al inicio de un periodo se lo registra al final del periodo anterior.
- Se debe elegir la longitud del periodo de manera que se pueda cuantificar los ingresos y egresos del mismo (periodos anuales, semestrales, trimestrales, etc).
- El periodo cero corresponde al momento en que se termina de realizar las inversiones necesarias para empezar a operar. Se asume que todas las inversiones necesarias para empezar a operar ocurren en este periodo cero (siempre y cuando la longitud del periodo de inversión sea menor a la longitud de cada periodo considerada).

EJERCICIOS

1. Los costos de oportunidad no deben incluirse en la evaluación de un proyecto debido a que no constituyen una salida de dinero. V o F. Justifique.
2. Explique en que caso el signo del IUE aparece como positivo en la proyección del FC.
3. ¿Qué representa y como se calcula la depreciación de los activos?
4. ¿Qué representa y como se calcula el valor contable de un activo?
5. ¿Qué es el valor comercial de un activo?
6. Usted es dueño de un activo que lo compro hace 3 años atrás por \$114.95 (incluido IVA). Este activo lo está depreciando tributariamente en un periodo de 5 años y su vida útil es de 6 años, al final de la cual usted estima que podría valer \$23 (incluido IVA). ¿Cuál sería el valor de liquidación neto de impuestos de este activo en este momento?
7. ¿Qué es la inversión en capital de trabajo?
8. ¿En qué casos podría considerar una desinversión en capital de trabajo?
9. ¿Cómo explicaría que un flujo de caja considere la depreciación de un activo pero no la inversión en el mismo?
10. La empresa Alfa se encuentra evaluando un cierto proyecto de inversión que espera que le genere unas utilidades antes de impuestos de -\$2,000, -\$500, \$1,500 y \$3,500. Si la empresa tiene actualmente unas utilidades de \$1,500 anuales producto de sus operaciones en curso, determine el impuesto a la utilidad que se debe considerar en el proyecto cada año. La tasa de impuesto a las utilidades de 25%.
11. Se está analizando la posibilidad de subcontratar el mantenimiento de los tractores de la empresa. Actualmente esta tarea se desarrolla en un galpón que fue comprado hace 5 años atrás (depreciación en 40 años) y que la empresa podría vender por \$30,000. Sin embargo, si la empresa subcontrata el área de mantenimiento, este galpón podría ser utilizado para realizar las actividades de prefabricados que requería la construcción de un nuevo galpón valorado en \$35,000. Al momento de construir los flujos de caja del proyecto, ¿se debe incluir algún valor por el galpón? En caso afirmativo, ¿Qué valor?; en caso negativo, ¿Por qué?
12. Un mecánico acaba de comprar un vehículo siniestrado con la idea de repararlo y luego venderlo con una ganancia. Cuando está en medio de la reparación y ya ha gastado un 60% del monto previsto en la misma, se da cuenta que al final la reparación va a costar bastante más de lo que esperaba. Ante esta situación:
 - a. Se debe terminar la reparación si el valor de venta del vehículo reparado es mayor al costo que falta por desembolsar para terminar la reparación.
 - b. Se debe terminar la reparación si el valor de venta del vehículo reparado menos lo que falta por desembolsar para terminar la misma es mayor que lo que se podría obtener de vender el vehículo como está ahora.
 - c. Se debe terminar la reparación si el valor de venta del vehículo reparado menos el costo total de la reparación es mayor que lo que se podría obtener de vender el vehículo como está ahora.
 - d. Ninguna de las anteriores.

13. A continuación se muestra las inversiones necesarias para realizar un cierto proyecto. Calcule el monto de depreciación que se debe considerar en el flujo de caja para cada uno de los seis años de proyección.

Activo	Monto inversión	Vida útil	Vida contable
Maquinaria 1	\$10,000 (monto neto de IVA)	10 años	5 años
Maquinaria 2	\$20,000 (monto neto de IVA)	3 años	4 años
Construcciones	\$ 8,000 (monto neto de IVA)		40 años

14. La empresa petrolera XX está perforando actualmente un pozo en la zona de Villamontes. La empresa decidió invertir en este nuevo pozo en base a un estudio de factibilidad que mostró los siguientes resultados:

- Inversión necesaria: \$1,000
- Flujo de caja esperado: años 1 a 5: \$250
años 6 al 10: \$150
- Tasa de descuento: 15%

Al revisar las proyecciones de flujo de caja, el gerente de perforación de la empresa se acaba de dar cuenta de que estas están equivocadas, y que los flujos de caja esperados del proyecto son en realidad:

años 1 al 5: \$80
 años 6 al 10: \$50

Ahora, sabiendo que ya se ha invertido un 70% de la inversión necesaria, el gerente de perforación tiene que decidir si seguir adelante con la perforación, o parar la perforación y abandonar el pozo. ¿Qué le recomienda? Asuma que el valor de mercado del monto ya invertido es cero.

15. La empresa Alfa se encuentra actualmente evaluando la posibilidad de invertir en un nuevo proyecto. El encargado de evaluar el proyecto ha hecho la siguiente recomendación: “La inversión necesaria para ejecutar el proyecto es de \$500,000. Se espera que el proyecto pueda generar unas ventas de \$100,000 al año indefinidamente y que el margen de utilidad sea del 45% (Utilidad después de impuestos / ventas). Si utilizamos la tasa de rentabilidad requerida del 10%, el VAN sale -\$50,000 por lo que mi recomendación es rechazar el proyecto”. Usted es el gerente general de la empresa y tiene que tomar la decisión final. ¿Está usted de acuerdo con la recomendación? Justifique su respuesta
16. La empresa XYZ se encuentra desarrollando un cierto proyecto industrial. La inversión requerida es de \$1,000,000, y a la fecha ya se ha gastado \$450,000. Al revisar las proyecciones de flujo de caja debido a cambios en la economía, los analistas de la empresa estiman que si se completa la inversión requerida la empresa podría generar un flujo de caja de \$60,000 al año indefinidamente. Usted está a cargo del proyecto y tiene que tomar una decisión: seguir adelante invirtiendo el saldo que falta o cerrar el proyecto recuperando \$65,000 del monto invertido a la fecha. Si la tasa de descuento del proyecto es 10%, ¿qué recomienda usted?
17. La empresa Sigma está analizando la posibilidad de instalar una nueva sucursal en una de las zonas de mayor crecimiento de la ciudad. Ellos estiman que la inversión inicial necesaria está compuesta por los siguientes activos (todos los montos son netos de IVA):

Activo	Monto Neto IVA	Vida Contable (años)	Vida Util (años)	Valor liquidación al final vida util (\$)
Maquinaria 1	20,000	5	6	4,000
Maquinaria 2	10,000	5	4	9,000
Maquinaria 3	15,000	5	10	1,800
Construcciones	40,000	40		contable

Adicionalmente, en el periodo cinco se necesitaría comprar maquinaria 1 para poder cumplir con la proyección de la demanda. Para evaluar el proyecto, han decidido proyectar el flujo de caja por un periodo de 9 años y utilizar una tasa de descuento de 15%. En ese último periodo, año 9, sería calculado un valor que represente lo que se podría generar con la sucursal después del periodo explícito de proyección.

Sus proyecciones muestran que se podría generar un flujo de caja de \$35,800 el primer año de proyección, el cual crecería a una tasa promedio del 6% hasta el periodo 9. Después de este periodo, se espera que el flujo de caja crezca a una tasa del 2.5% anual.

- a) Asumiendo que se utiliza un monto igual a la depreciación promedio del periodo de proyección como el monto de reinversión en activos después del periodo 9, estime el VCO. ¿Dónde está ubicado este valor?
- b) Asumiendo que se utiliza un monto igual a la Inversión Anual Equivalente (IAE) como el monto de reinversión en activos después del periodo 9 (sin tomar en cuenta las construcciones), estime el VCO. ¿Dónde está ubicado este valor?

18. La empresa Beta se encuentra evaluando la posibilidad de realizar una ampliación de su planta de producción. Según el crecimiento de la demanda esperada, se estima una inversión inicial en activos compuesta por:

Activo	Monto Neto IVA	Vida Contable (años)	Vida Util (años)	Valor liquidación al final vida util (\$)
Maquinaria 1	50,000	5	7	5,000
Maquinaria 2	30,000	5	9	4,000
Maquinaria 3	70,000	5	4	5,500
Construcciones	50,000	40		valor contable

Adicionalmente, se necesitaría invertir en maquinaria 1 y maquinaria 2 en el periodo 5 para capacidad de producción adicional.

Si el proyecto se está evaluando en un periodo de 10 años, y con un valor terminal igual al valor de liquidación de las inversiones:

- a) Construya el cronograma de inversiones y desinversiones del proyecto.
- b) Construya un cuadro que muestre la depreciación que se debe considerar en cada periodo.
- c) Calcule el valor terminal del proyecto.

19. La planificación financiera de la empresa Alfa muestra que la empresa podría generar una UAI de \$50 cada periodo por los siguientes 5 periodos.

La empresa está analizando invertir en un cierto proyecto que tendría las siguientes UAI:

Periodo	1	2	3	4	5
UAI	-60	-20	50	90	150

Calcule el IUE que se debería considerar en la evaluación del proyecto.

ANEXO 1: Modelos para estimar el capital de trabajo de un proyecto

No existe ningún método que permita calcular el capital de trabajo de un proyecto, pero si varios modelos que tratan de estimar el mismo. En este apartado vamos a estudiar dos de ellos: el modelo de desfase y el modelo de déficit máximo acumulado.

El modelo de desfase estima el capital de trabajo inicial (K_0) como los recursos necesarios para financiar los costos y gastos del proyecto desde que se inician los egresos hasta que se recuperan los mismos. Para ello, primero se calcula el “Costo Promedio Diario (CPD)” dividiendo el costo total del primer periodo por 365, y luego se multiplica este CPD por el número de días de desfase (ciclo de caja) para encontrar el capital de trabajo inicial necesario:

$$K_0 = \frac{CT}{365} \times n = CPD \times n$$

El modelo de déficit máximo acumulado estima el K_0 como el monto necesario para financiar el mayor déficit de caja que se puede producir en un periodo. Requiere más información que el método anterior y es un poco más complicado su cálculo, pero entrega un valor más exacto. También, a diferencia del modelo anterior, toma en cuenta posibles estacionalidades que podrían producirse durante el periodo considerado. Para su cálculo, se requiere dividir el periodo en subperiodos (por ejemplo, si se considera el periodo en año, se debería dividir el periodo en meses) y elaborar un presupuesto de caja para cada subperiodo de manera de estimar el déficit máximo.

Una vez determinado el capital de trabajo inicial, las inversiones futuras en capital de trabajo se estiman simplemente en base al incremento porcentual de las ventas o los costos.

Ejercicio 3.14: La empresa Sigma está analizando la posibilidad de expandir sus operaciones a una nueva localidad. Estudios de mercado realizados muestran que su producto se podría vender a \$10 la unidad y la cantidad demandada en esta localidad sería (para el primer año de operación):

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Ventas (unidades)	15	22	30	30	50	15	15	30	43	50	50	50	400

En base a su experiencia en otras localidades, la empresa espera que:

- ✓ El 70% de las ventas sea a través de mayoristas y el 30% a través de minoristas.
- ✓ Los mayoristas paguen a 30 días plazo y los minoristas lo hagan a 60 días plazo.
- ✓ El tiempo de comercialización sea 2 días en el caso de los minoristas e inmediato en el caso de los mayoristas.
- ✓ Se mantenga un inventario al final de cada mes igual al 30% de las ventas esperadas en el mes siguiente.

En cuanto a la producción, se estima que los materiales directos tengan un costo de \$4 por unidad y el costo de la mano de obra directa sea \$2 por unidad. Los costos indirectos de producción se estiman en \$560 anuales. Se espera que el plazo de pago a los proveedores de materiales sea de 15 días.

La empresa necesita determinar el capital de trabajo inicial (K_0) que necesita.

Se va a realizar la estimación del K_0 utilizando los dos modelos anteriormente presentados:

Modelo de Desfase

Para utilizar este modelo se necesita determinar el CPD y “n”.

El CPD es igual al costo total del primer periodo dividido por 365:

Unidades vendidas	400	
CU producción (MO + Mat)	6	
Costo Directo	2,400	
Costo Indirecto	560	
Costo Total	2,960	

$$CPD = \frac{2,960}{365} = 8.1$$

El factor "n" está en función del ciclo de caja, que depende del tiempo que demora en cobrarse las ventas y pagarse los costos:

La comercialización de los productos con los mayoristas (70%) es inmediata y la comercialización con los minoristas (30%) se demora 2 días, luego:

$$d1 = \text{días promedio de comercialización} = (0.7 \times 0) + (0.3 \times 2) = 0.6$$

Las ventas de la empresa a los mayoristas (70%) se cobra en 30 días y las ventas a los minoristas en 60 días, luego:

$$d2 = \text{días promedio de cobro} = (0.7 \times 30) + (0.3 \times 60) = 39$$

Las compras de materia prima se pagan en promedio en 15 días, luego:

$$d3 = \text{días promedio de pago} = 15$$

Luego:

$$n = d1 + d2 - d3 = 0.6 + 39 - 15 = 25 \text{ días}$$

Finalmente:
$$K_0 = 8.1 \times 25 = \$203$$

Modelo de Déficit Máximo Acumulado

Este modelo es un poco más complicado y más largo, ya que requiere la elaboración de un presupuesto mensual.

Primero se va a estimar la cantidad que se debe producir para satisfacer la demanda y cumplir con el requerimiento de inventario:

$$C_p = C_d + I_f - I_i$$

Donde: C_p = Cantidad a producir
 I_f = Cantidad en inventario al final del periodo
 I_i = Cantidad en inventario al inicio del periodo

La siguiente tabla muestra los requerimientos de producción:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Ventas	15	22	30	30	50	15	15	30	43	50	50	50	400
Inventario final	7	9	9	15	5	5	9	13	15	15	15		
Inventario inicial	0	7	9	9	15	5	5	9	13	15	15	15	
Producción	22	24	30	36	40	15	20	34	45	50	50	35	400

En base a los días de cobro y de pago se elabora el presupuesto mensual, el cual se resume en la siguiente tabla:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Ventas (unid)	15	22	30	30	50	15	15	30	43	50	50	50	400
Precio (unid)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Ventas (\$)	150	220	300	300	500	150	150	300	430	500	500	500	4,000
Ingresos 70%		105	154	210	210	350	105	105	210	301	350	350	2,450
Ingresos 30%			45	66	90	90	150	45	45	90	129	150	900
Ingresos (1)	0	105	199	276	300	440	255	150	255	391	479	500	3.350
Producción (unid)	22	24	30	36	40	15	20	34	45	50	50	35	400
Costo directo MO (unid)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Costo directo Mat (unid)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Costo directo MO (\$)	43	49	60	72	79	30	39	68	90	100	100	70	800
Costo directo Mat (\$)	86	98	120	144	158	60	78	136	180	200	200	140	1,600
Costo indirecto (CI) (\$)	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	560
Egresos MO	43	49	60	72	79	30	39	68	90	100	100	70	800
Egresos Mat		86	98	120	144	158	60	78	136	180	200	200	1,460
Egresos CI	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	560
Egresos (2)	90	182	204	239	270	235	146	192	272	327	347	317	2,820
FC mensual (=1-2)	-90	-77	-5	37	30	205	109	-42	-17	64	132	183	530
FC acumulado	-90	-167	-172	-135	-104	101	210	168	150	214	347	530	

El Capital de trabajo inicial sería igual al máximo de la última fila, que se da en el mes de Marzo. Por lo tanto:

$$K_0 = \$172$$

CAPÍTULO 4

EVALUACIÓN FINANCIERA SIN CONSIDERAR EL FINANCIAMIENTO DE LA INVERSIÓN

En los capítulos anteriores se ha visto como calcular indicadores financieros una vez que tenemos el flujo de caja, y también los elementos que se deben considerar para construir el mismo. En este capítulo vamos a ver cómo construir el flujo de caja de proyectos. Lo vamos a hacer asumiendo que el dueño del proyecto pone todos los fondos necesarios de la inversión, o sea, no vamos a considerar el financiamiento de la misma. En el siguiente capítulo se analizará el efecto de la manera como se piensa financiar la inversión.

Asimismo, se va a considerar TODOS los flujos de caja NETOS de IVA. Esto significa que la empresa puede utilizar los créditos de IVA de las inversiones inmediatamente con otros débitos de IVA que tenga y no preocuparse de la compensación de débitos y créditos fiscales. En el anexo 2 de este capítulo se analiza el caso especial cuando se incluye el IVA dentro el flujo de caja (evaluación de la formación de una nueva empresa, o el caso de créditos IVA grandes de las inversiones que no se pueden compensar inmediatamente).

Vamos a distinguir dos casos, dependiendo del Valor Terminal (VT) a ser utilizado:

- si se considera el VT igual al Valor de Liquidación (VL) de las inversiones (el VT va en el Flujo de Inversión)
- si se considera el VT igual al Valor de Continuación de Operaciones (VCO), en cuyo caso el VT va en el Flujo de Operación.

4.1 FLUJO DE CAJA CON VL

El formato del flujo de caja en este caso es:

	0	1	2	3	N
1 - Inversión en activo fijo	xx	xx	xx	xx	xx	
2 - Inversión en activo diferido	xx					
3 - Inversión en capital de trabajo	xx	xx	xx	xx	xx	
4 + Valor residual activos fijos						xx
5 + Recuperación del capital trabajo						xx
6 - / + Efecto impositivo venta de activos						xx
7 = Flujo de Inversión (FI)	xx	xx	xx	xx	xx	xx
8 Ventas		xx	xx	xx	xx	xx
9 - Costos de venta		xx	xx	xx	xx	xx
10 - Gastos de administración		xx	xx	xx	xx	xx
11 - Depreciaciones		xx	xx	xx	xx	xx
12 - Amortizaciones		xx	xx	xx	xx	xx
13 - IT efectivo a pagar		xx	xx	xx	xx	xx
14 = Utilidad antes de impuestos (UAI)		xx	xx	xx	xx	xx
15 - Impuestos a la utilidad (IUE)		xx	xx	xx	xx	xx
16 = Utilidad después de impuestos (UDI)		xx	xx	xx	xx	xx
17 + Depreciaciones		xx	xx	xx	xx	xx
18 + Amortizaciones		xx	xx	xx	xx	xx
19 = Flujo de Operación (FO)		xx	xx	xx	xx	xx
20 Flujo de fondos neto (=FI+FO)	xx	xx	xx	xx	xx	xx

Las líneas 1 a 7 corresponden al Flujo de Inversión (FI):

- Todos los montos deben ser netos de IVA
- Los montos del periodo cero corresponden a la inversión inicial necesaria.
- Los montos de periodos intermedios corresponden a reposición de activos o incrementos de capacidad.
- Por lo general la inversión en activo diferido solamente ocurre en el periodo cero ya que corresponde a gastos preoperativos.
- Las líneas 4 a 7 corresponden al VT y solamente ocurren en el periodo N. La línea 6 es el efecto impositivo que se generaría producto de la venta de los activos.

Las líneas 8 a 14 corresponden al Estado de Resultados del proyecto (antes de impuestos):

- Todos los montos deben ser netos de IVA
- Las depreciaciones y amortizaciones se deben calcular en base a la *vida tributaria* de las inversiones y en base al valor neto de IVA del activo.
- El IT que efectivamente se paga es un gasto deducible del impuesto a la utilidad. Se debe calcular compensando el IUE pagado en la anterior gestión con el 3% de las ventas de la respectiva gestión (según lo explicado en el capítulo 3).

La línea 15 corresponde al impuesto a la utilidad o impuesto a la renta. En Bolivia la alícuota es del 25% de la UAI y su cálculo se debe realizar según lo expuesto en el capítulo 3 (depende del efecto incremental en los impuestos de la empresa).

La línea 16 representa la utilidad después de impuestos (UDI) que el proyecto generaría, y las líneas 17 y 18 corresponden a sumar a la UDI las depreciaciones y amortizaciones (que no involucran una salida de efectivo) para llegar al Flujo Operativo (FO).

Finalmente, la línea 20 corresponde al flujo de caja del proyecto que se utilizará para calcular los indicadores financieros de factibilidad.

Ejercicio 4.1: Suponga que la empresa XYZ está analizando la factibilidad de ampliar la capacidad de producción a través de instalar una nueva planta. La inversión requerida es:

- ✓ Maquinaria \$ 200,000 (monto bruto de IVA)
- ✓ Obras civiles \$ 35,000 (monto bruto de IVA)
- ✓ Terreno \$ 15,000
- ✓ Ingeniería del proyecto \$ 20,000 (monto bruto de IVA)
- ✓ Gastos preoperacionales \$ 5,000
- ✓ Capital de trabajo 10% de las ventas brutas
- ✓ La vida útil de la maquinaria es 8 años y su vida contable es 5 años
- ✓ La vida contable de las obras civiles es 40 años
- ✓ La inversión diferida se amortiza en un periodo de 4 años

Las características de operación de la nueva planta serían:

- ✓ Capacidad de producción: 30,000 unidades / año
- ✓ Utilización de capacidad: 50% año 1, 65% año 2, 90% año 3, 100% del año 4 en adelante
- ✓ Se vende todo lo que se produce
- ✓ Precio de venta: \$5 / unidad
- ✓ Costo variable: \$1.7 / unidad (el 100% tiene crédito fiscal (CF))
- ✓ Costo fijo: \$10,000 / año (el 70% tiene CF)
- ✓ Gasto de administración: \$6,000 / año (el 60% tiene CF)
- ✓ Rentabilidad requerida: 10%.
- ✓ Periodo máximo en el que se recupera la inversión: 8 años.
- ✓ Se espera que el valor residual de la inversión en el año 8 sea:
 - Maquinaria 10% del valor bruto de compra
 - Obras civiles igual a su valor contable en la fecha
 - Terreno igual al valor de compra

A continuación, se muestra el flujo de fondos del proyecto. Se asume que la empresa XYZ puede compensar pérdidas del proyecto con las utilidades de sus otras operaciones:

DATOS	
Inversión	
Costo maquinaria	200,000
Valor residual maquinaria	10%
Vida contable maquinaria	5
Costo obras civiles	35,000
Vida contable construcciones	40
Terreno	15,000
Ingeniería del proyecto	20,000
Amortización ingeniería	4
Gastos pre operacionales	5,000
Amortización gastos preop.	4
Capital trabajo	10%
Datos operativos:	
Capacidad producción	30,000
Utilización capacidad año 1	50%
Utilización capacidad año 2	65%
Utilización capacidad año 3	90%
Utilización capacidad año 4	100%
Precio de venta	5
Costo variable unitario (CV)	1.7
Credito Fiscal CV	100%
Costo fijo (CF)	10,000
Credito Fiscal CF	70%
Gasto de administración	6,000
Credito Fiscal GA	60%
Tasa de descuento	10%

	FLUJO DE FONDOS PROYECTADO SIN FINANCIAMIENTO								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ACTIVO FIJO									
Maquinaria	-174,000								
Obras civiles	-30,450								
Terreno	-15,000								
ACTIVO DIFERIDO									
Ingeniería del proyecto	-17,400								
Gastos pre operacionales	-5,000								
CAPITAL DE TRABAJO									
Capital de trabajo	-7,500	-2,250	-3,750	-1,500	0	0	0	0	0
VALOR TERMINAL									
Valor residual activo fijo									56,760
Recuperación capital trabajo									15,000
Efecto Impositivo									-4,350
Flujo de inversión (FI)	-249,350	-2,250	-3,750	-1,500	0	0	0	0	67,410
Ventas	65,250	84,825	117,450	130,500	130,500	130,500	130,500	130,500	130,500
Costo variable	-22,185	-28,841	-39,933	-44,370	-44,370	-44,370	-44,370	-44,370	-44,370
Costo fijo	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090
Gastos de administración	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532
Depreciación	-35,561	-35,561	-35,561	-35,561	-35,561	-35,561	-761	-761	-761
Amortización	-5,600	-5,600	-5,600	-5,600	0	0	0	0	0
IT efectivo	-2,250	-2,925	-4,050	-79	0	0	0	0	0
UAI	-14,968	-2,724	17,684	30,268	35,947	70,747	70,747	70,747	70,747
IUE	3,742	681	-4,421	-7,567	-8,987	-17,687	-17,687	-17,687	-17,687
UDI	-11,226	-2,043	13,263	22,701	26,960	53,060	53,060	53,060	53,060
Depreciación	35,561	35,561	35,561	35,561	35,561	761	761	761	761
Amortización	5,600	5,600	5,600	5,600	0	0	0	0	0
Flujo de operación	29,935	39,118	54,424	63,862	62,521	53,821	53,821	53,821	53,821
Flujo de fondos	-249,350	27,685	35,368	52,924	63,862	62,521	53,821	53,821	121,231

VAN	41,805
TIR	13.67%
TIRm	12.15%
Periodo recuperación	8

Periodo	Inv. Inicio	FC	Rent. Req.	Recup. Inv.	Ganancia	VP(Ganancia)	Inv. Final
1	249,350	27,685	24,935	2,750	0	0	246,600
2	246,600	35,368	24,660	10,708	0	0	235,891
3	235,891	52,924	23,589	29,335	0	0	206,557
4	206,557	63,862	20,656	43,206	0	0	163,350
5	163,350	62,521	16,335	46,186	0	0	117,164
6	117,164	53,821	11,716	42,105	0	0	75,059
7	75,059	53,821	7,506	46,315	0	0	28,744
8	28,744	121,231	2,874	28,744	89,613	41,805	0

41,805

La explicación detallada de cada uno de los valores de este FC se encuentra en el Anexo 1.

El VAN del proyecto es positivo, lo que indica que el proyecto es factible desde el punto de vista financiero.

El proyecto tiene una TIR del 13.67%, lo que significa que si los flujos de caja del proyecto son reinvertidos al 13.67% entonces el proyecto estaría generando una rentabilidad del 13.67% para los inversionistas.

La TIRm es del 12.15%, lo que significa que si los flujos de caja del proyecto son reinvertidos al 10% (rentabilidad requerida del proyecto) entonces el proyecto estaría generando una rentabilidad del 12.15% para los inversionistas.

Como el VAN es positivo, la TIR es mayor que la TIRm. Finalmente, se estaría recuperando la inversión en el periodo 8.

En el ejercicio anterior, el periodo de evaluación coincide con la vida útil de la maquinaria y no se requiere capacidad adicional. ¿Qué hubiera pasado si la vida útil de alguna de las inversiones es diferente al periodo de proyección? ¿Qué pasaría si las ventas llegan a la capacidad máxima instalada y las mismas siguen creciendo? En estos casos, se deben realizar inversiones en periodos intermedios para mantener la capacidad de producción del proyecto. La proyección del flujo de caja es la misma, solamente se debe de tener cuidado en considerar dentro el FI todas las reinversiones necesarias ya sea por reposición y/o incremento de capacidad, como también las liquidaciones de activos que se están reemplazando.

Ejercicio 4.2: La empresa Alfa se encuentra analizando la posibilidad de ampliar sus instalaciones de producción, ya que las estimaciones de ventas muestran que en un año más se estaría llegando a operar al máximo de la capacidad de producción que tienen actualmente. La capacidad instalada actual de la empresa es de 100,000 unidades al año y se espera que esta gestión se vendan 90,000 unidades. Las proyecciones futuras muestran un crecimiento de ventas del 10% anual por los siguientes 7 años y del 5% anual los siguientes 3 años. El proyecto considera incrementar la capacidad de producción a 190,000 unidades al año en dos etapas:

- a) Se realizaría una primera inversión para incrementar la capacidad de producción a 130,000 unidades al año. Las inversiones requeridas se muestran en el siguiente cuadro:

Activo	Monto Neto IVA	Vida Contable (años)	Vida Útil (años)	Valor liquidación al final vida útil (\$)
Maquinaria 1	30,000	5	6	3,500
Maquinaria 2	40,000	5	4	4,000
Maquinaria 3	25,000	5	10	4,500
Construcciones	50,000	40		valor contable

- b) En el cuarto año se completaría la inversión para llegar a la capacidad de producción de 190,000 unidades al año. Las inversiones requeridas se muestran en el siguiente cuadro:

Activo	Monto Neto IVA	Vida Contable (años)	Vida Útil (años)	Valor liquidación al final vida útil (\$)
Maquinaria 1	60,000	5	6	7,000
Maquinaria 3	50,000	5	10	9,000
Construcciones	20,000	40		valor contable

Durante los primeros cuatro años se estaría ocupando solamente el 80% de las construcciones realizadas en la primera inversión.

Cada unidad de producto se vende a \$10, y el costo variable de producción es \$7. La empresa tiene un costo fijo anual de \$190,000, y se espera que este costo se incremente en un 5% con la primera ampliación, para luego incrementarse un 15% mas (con respecto al nuevo costo fijo) cuando se complete la inversión total.

Actualmente la empresa cobra sus ventas en promedio en 39 días y tiene un promedio de pago de 15 días. La tasa de impuesto a la utilidad es del 25%.

Asuma que la primera inversión se terminaría a finales de esta gestión. La rentabilidad requerida es del 20%. Asuma que todos los montos son netos de IVA y no considere el IT. Evalúe la factibilidad de la ampliación en un periodo de 10 años y considerando el VT igual al VL de las inversiones.

En este caso vemos que los activos que componen la inversión tienen diferentes vidas útiles, por lo que vamos a requerir inversiones en periodos intermedios para la reposición de activos. Asimismo, la segunda ampliación requiere inversiones en el periodo 4 para aumentar la capacidad de producción de la empresa.

Antes de realizar el cuadro de flujo de caja, se va a construir varios cuadros auxiliares que nos permitan estimar los valores que serán incluidos en el flujo de caja. Vamos a comenzar con la proyección de las ventas, las cuales se resumen en el siguiente cuadro:

CUADRO # 1: PROYECCIÓN DE VENTAS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas totales proyectadas	99,000	108,900	119,790	131,769	144,946	159,440	175,385	184,154	193,361	203,030
Capacidad actual instalada	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Ventas que se cubren con la capacidad adicional	0	8,900	19,790	31,769	44,946	59,440	75,385	84,154	93,361	103,030
Capacidad adicional instalada	30,000	30,000	30,000	30,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000
Ventas a considerar para el proyecto	0	8,900	19,790	30,000	44,946	59,440	75,385	84,154	90,000	90,000

Según el plan de la empresa, la primera ampliación estaría lista al final de esta gestión y el próximo año se espera que las ventas crezcan un 10%, llegando a 99,000 unidades. Todas estas ventas pueden ser cubiertas por la capacidad instalada de la empresa actualmente, por lo que las ventas asignadas a la ampliación serían cero. La última línea de la tabla muestra las ventas que deben considerarse para la ampliación según los planes de la empresa.

El siguiente cuadro muestra las inversiones en activos según lo planificado:

CUADRO # 2: PROYECCIÓN DE INVERSIONES											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maquinaria 1 reposición etapa 1	-30,000	0	0	0	0	0	-30,000	0	0	0	0
Maquinaria 1 ampliación etapa 2	0	0	0	0	-60,000	0	0	0	0	0	0
Maquinaria 1 reposición etapa 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maquinaria 2 reposición etapa 1	-40,000	0	0	0	-40,000	0	0	0	-40,000	0	0
Maquinaria 3 reposición etapa 1	-25,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maquinaria 3 ampliación etapa 2	0	0	0	0	-50,000	0	0	0	0	0	0
Maquinaria 3 reposición etapa 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total maquinaria	-95,000	0	0	0	-150,000	0	-30,000	0	-40,000	0	0
Construcciones e Instalaciones etapa 1	-50,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcciones e Instalaciones etapa 2	0	0	0	0	-20,000	0	0	0	0	0	0
Total Construcciones e Instalaciones	-50,000	0	0	0	-20,000	0	0	0	0	0	0

La primera ampliación requiere inversiones en este periodo (t=0) de las tres maquinarias y construcciones. En el periodo 4 se realiza la segunda ampliación y se invierte en maquinaria 1 y 3 y en construcciones. El monto de inversión en maquinaria 2 del periodo 4 corresponde a la reposición de la máquina comprada en t=0 ya que su vida útil es de 4 años. La inversión en el periodo 6 corresponde a la reposición de la máquina 1 comprada en t=0 ya que su vida útil es de 6 años. La inversión en el periodo 8 corresponde a la reposición de la máquina 2 comprada en t=4 ya que su vida útil es de 4 años.

Cuando se realiza el reemplazo de una máquina se vende la máquina que se está reemplazando a su valor de liquidación. El siguiente cuadro muestra las ventas por las máquinas reemplazadas:

CUADRO # 3: PROYECCIÓN DE VENTA DE MAQUINARIA POR REPOSICIÓN

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maquinaria 1 reposición etapa 1		0	0	0	0	0	2,625	0	0	0	0
Maquinaria 1 reposición etapa 2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maquinaria 2 reposición etapa 1		0	0	0	5,000	0	0	0	5,000	0	0
Maquinaria 3 reposición etapa 1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maquinaria 3 reposición etapa 2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total maquinaria	0	0	0	0	5,000	0	2,625	0	5,000	0	0

La maquinaria 1 que se compra en t=0 se reemplaza en t=6. Su valor contable en este periodo es cero, por lo que el EI es -\$875, dando un valor neto de venta de \$2,625. La maquinaria 2 tiene una vida útil de 4 años, así que debe ser reemplazada en los periodos 4 y 8. Como la vida contable es de 5 años, su valor contable después de 4 años es \$8,000, por lo que el EI es +\$1,000 y su valor de liquidación neto es \$5,000.

El siguiente cuadro que se va a construir es el de las depreciaciones, el cual se muestra a continuación:

CUADRO # 4: PROYECCIÓN DE DEPRECIACIONES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Depreciación maquinaria 1 etapa 1	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	0	6,000	6,000	6,000	6,000
Depreciación maquinaria 2 etapa 1	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Depreciación maquinaria 3 etapa 1	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	0	0	0	0	0
Depreciación maquinaria 1 etapa 2	0	0	0	0	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	0
Depreciación maquinaria 1 etapa 2 repos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Depreciación maquinaria 3 etapa 2	0	0	0	0	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	0
Depreciación maquinaria 3 etapa 2 repos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Depreciación Construcciones etapa 1	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
Depreciación Construcciones etapa 2	0	0	0	0	500	500	500	500	500	500
Depreciaciones del proyecto	20,250	20,250	20,250	20,250	42,750	31,750	37,750	37,750	37,750	15,750

El cuadro anterior está en función al cuadro #2 de inversiones.

El siguiente cuadro muestra la estimación del capital de trabajo del proyecto:

CUADRO # 5: PROYECCIÓN CAPITAL DE TRABAJO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos Totales Desembolsables		9,500	71,800	148,030	219,500	354,046	455,508	567,117	628,501	669,425	669,425
CPD		26	197	406	601	970	1,248	1,554	1,722	1,834	1,834
n		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
K necesario		9,500	4,721	9,733	14,433	23,280	29,951	37,290	41,326	44,017	44,017
Inversión en K	9,500	-4,779	5,012	4,699	8,847	6,671	7,339	4,036	2,691	0	

El cálculo se realizó en base al modelo de desfase. En el periodo uno se consideró un monto mayor de K al valor del modelo debido a que en este periodo no se tiene ventas, por lo tanto se consideró que TODOS los costos debían ser financiados con K. A partir del periodo 2 ya se toman los valores del modelo y la última línea se calcula en base a las diferencias de K necesario. Se observa que en el periodo 2 se necesita menos K que en el periodo 1 (ya hay ventas), por lo que en el periodo 1 se podría recuperar algo del capital de trabajo invertido inicialmente.

Finalmente, el siguiente cuadro muestra la estimación del valor de liquidación de los activos:

CUADRO # 6: PROYECCIÓN VALOR DE LIQUIDACIÓN ACTIVOS				
Activo	Valor venta	Valor Contable	EI	Valor neto
Maquinaria 1 etapa 1	12,333	6,000	-1,583	10,750
Maquinaria 1 etapa 2	7,000	0	-1,750	5,250
Maquinaria 2 etapa 1	22,000	24,000	500	22,500
Maquinaria 3 etapa 1	4,500	0	-1,125	3,375
Maquinaria 3 etapa 2	29,500	0	-7,375	22,125
				64,000

Las únicas maquinarias que se liquidan al final de su vida útil son la maquinaria 1 comprada en t=4 (etapa 2) y la maquinaria 3 comprada en t=0, por lo que el valor de venta coincide con su valor de liquidación. Para estimar el valor de venta del resto de la maquinaria se realizó una estimación por regla de tres (ver capítulo anterior para una demostración de esta estimación).

Todos estos valores calculados en los cuadros anteriores se utilizan para construir el flujo de caja del proyecto que se muestra a continuación:

CUADRO # 7: PROYECCIÓN FLUJO DE CAJA Y EVALUACIÓN FINANCIERA											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas		0	89,000	197,900	300,000	449,459	594,405	753,845	841,538	900,000	900,000
Costo variable		0	-62,300	-138,530	-210,000	-314,621	-416,083	-527,692	-589,076	-630,000	-630,000
Costo fijo		-9,500	-9,500	-9,500	-9,500	-39,425	-39,425	-39,425	-39,425	-39,425	-39,425
Depreciaciones		-20,250	-20,250	-20,250	-20,250	-42,750	-31,750	37,750	-37,750	-37,750	-15,750
UAI		-29,750	-3,050	29,620	60,250	52,663	107,146	148,979	175,286	192,825	214,825
IUE		7,438	762	-7,405	-15,063	-13,166	-26,787	-37,750	-43,822	-48,206	-53,706
UDI		-22,313	-2,287	22,215	45,188	39,493	80,360	111,734	131,465	144,619	161,119
Depreciaciones		20,250	20,250	20,250	20,250	42,750	31,750	37,750	37,750	37,750	15,750
Flujo operativo		-2,063	17,963	42,465	65,438	82,247	112,110	149,484	169,215	182,369	176,869
Maquinaria	-95,000	0	0	0	-145,000	0	-27,375	0	-35,000	0	0
Construcciones	-50,000	0	0	0	-20,000	0	0	0	0	0	0
Capital de trabajo	-9,500	4,779	-5,012	-4,699	-8,847	-6,671	-7,339	-4,036	-2,691	0	
Recuperación capital de trabajo											44,017
VL maquinaria (neto EI)											64,000
VL construcciones											55,000
Flujo de inversión	-154,500	4,779	-5,012	-4,699	-173,847	-6,671	-34,714	-4,036	-37,691	0	163,017
Flujo de caja	-154,500	2,716	12,950	37,766	-108,409	75,576	77,396	145,448	131,524	182,369	339,886

VAN	44,041
TIR	23.88%
TIRm	22.34%
Periodo recuperación	8

El VAN de proyecto es positivo e igual a \$44,041 (28.5% de la inversión inicial). La rentabilidad que el proyecto estaría generando es de 22% aproximadamente y la inversión se recupera después de 8 años:

Periodo	Inv. Inicio	FC	Rent. Req.	Recup. Inv.	Ganancia	VP (Ganancia)	Inv. Final
1	154,500	2,716	30,900	0	-28,184	-23,486	154,500
2	154,500	12,950	30,900	0	-17,950	-12,465	154,500
3	154,500	37,766	30,900	6,866	0	0	147,634
4	147,634	-108,409	29,527	0	-29,527	-14,239	256,044
5	256,044	75,576	51,209	24,367	0	0	231,677
6	231,677	77,396	46,335	31,061	0	0	200,616
7	200,616	145,448	40,123	105,324	0	0	95,292
8	95,292	131,524	19,058	95,292	17,174	3,994	0
9	0	182,369	0	0	182,369	35,344	0
10	0	339,886	0	0	339,886	54,893	0

44,041

La etapa 2 no necesariamente tiene que realizarse en el periodo 4, ya que podría postergarse o adelantarse dependiendo de la evolución de la demanda (la etapa 1 también podría postergarse un año, que es quizás lo más óptimo). El siguiente cuadro muestra los valores obtenidos dependiendo de cuando se realiza la segunda ampliación (en base a los datos de demanda actuales y realizando la primera inversión en t=0). Invito al lector a realizar los cálculos involucrados en estos números.

VALORES DE VAN EN FUNCIÓN DEL AÑO EN QUE SE INVIERTE LA 2da. ETAPA

Año 2da. ampliación	VAN	TIRm	Periodo Recuperación
3	20,561	21.30%	8
4	44,041	22.30%	8
5	51,385	22.90%	8
6	46,631	22.60%	9
7	33,410	22%	9

4.2 FLUJO DE CAJA CON VCO

El formato del flujo de caja en este caso es:

	0	1	2	3	N	N+1
1	- Inversión en activo fijo	xx	xx	xx	xx	xx	xx
2	- Inversión en activo diferido	xx					
3	- Inversión en capital de trabajo	xx	xx	xx	xx	xx	xx
4	= Flujo de Inversión (FI)	xx	xx	xx	xx	xx	xx
5	Ventas		xx	xx	xx	xx	xx
6	- Costos de venta		xx	xx	xx	xx	xx
7	- Gastos de administración		xx	xx	xx	xx	xx
8	- Depreciaciones		xx	xx	xx	xx	xx
9	- Amortizaciones		xx	xx	xx	xx	xx
10	- IT efectivo a pagar		xx	xx	xx	xx	xx
11	= Utilidad antes de impuestos (UAI)		xx	xx	xx	xx	xx
12	- Impuestos a la utilidad (IUE)		xx	xx	xx	xx	xx
13	= Utilidad después de impuestos (UDI)		xx	xx	xx	xx	xx
14	+ Depreciaciones		xx	xx	xx	xx	xx
15	+ Amortizaciones		xx	xx	xx	xx	xx
16	= Flujo de Operación (FO)	xx	xx	xx	xx	xx	xx
17	VCO					xx	
18	Flujo de fondos neto (=FI+FO+VCO)	xx	xx	xx	xx	xx	

Todas las líneas se calculan igual que en el caso anterior, las únicas diferencias son:

- En el FI no hay un valor de liquidación de inversiones ya que el proyecto sigue después del periodo N.
- Se incluye una columna más (periodo N+1) que solamente se utilizará para calcular el VCO.
- La línea 17 corresponde al cálculo del VCO que está ubicado en el periodo N, y representa el valor presente en dicho periodo del flujo de caja que el proyecto podría generar a partir del periodo N+1. El cálculo de este valor depende del supuesto que se haga.
- La línea 18 corresponde al Flujo de Fondos Neto que luego se utilizará para el cálculo de los indicadores financieros.

Ejercicio 4.3: La empresa Alfa está evaluando la factibilidad de poner una nueva sucursal en la zona norte de la ciudad. La inversión necesaria se muestra en el siguiente cuadro:

Activo	Monto (neto de IVA)	Vida Contable
Terreno	100,000	
Construcciones	250,000	40
Maquinaria y equipos	180,000	5

Se espera poder generar unas ventas de \$500,000 (neto de IVA) en el primer periodo, las cuales crecerían un 10% los periodos 2 y 3, un 5% los periodos 4 y 5, para luego crecer un 2% anual.

En base a las estadísticas de la empresa, se espera que el costo variable de esta sucursal represente el 74% de las ventas y que el costo fijo sea de \$35,000/año (neto de IVA). El capital de trabajo necesario representaría el 5% de las ventas.

Las inversiones en activos permitirían soportar el crecimiento esperado del 2% anual después del año 6, pero se estima inversiones de \$25,000/año para mantener los mismos operativos o reemplazar alguno de ellos cuando sea necesario.

La rentabilidad requerida para esta inversión es de 14%. Evalúe el proyecto utilizando un VCO en el periodo 6 como VT.

A continuación se muestra el flujo de caja utilizado para valorar el proyecto:

	0	1	2	3	4	5	6	7
Terreno	-100,000							
Construcciones	-250,000							
Maquinaria y equipos	-180,000							
Inversión en capital de trabajo	-25,000	-2,500	-2,750	-1,513	-1,588	-667	-680	
= Flujo de Inversión (FI)	-555,000	-2,500	-2,750	-1,513	-1,588	-667	-680	
Ventas		500,000	550,000	605,000	635,250	667,013	680,353	
- Costos variables		-370,000	-407,000	-447,700	-470,085	-493,589	-503,461	
- Costos fijos		-35,000	-35,000	-35,000	-35,000	-35,000	-35,000	
- Depreciaciones		-42,250	-42,250	-42,250	-42,250	-42,250	-6,250	
= Utilidad antes de impuestos (UAI)		52,750	65,750	80,050	87,915	96,173	135,642	
- Impuestos a la unidad (IUE)		-13,188	-16,438	-20,013	-21,979	-24,043	-33,910	
- IT efectivo a pagar		-17,241	-5,778	-4,425	-1,893	-1,022	0	
= Utilidad después de impuestos (UDI)		22,321	43,534	55,613	64,044	71,108	101,731	
+ Depreciaciones		42,250	42,250	42,250	42,250	42,250	6,250	
= Flujo de Operación (FO)		64,571	85,784	97,863	106,294	113,358	107,981	110,141
VCO							709,508	
Flujo de fondos neto (=FI+FO+VCO)	-555,000	62,071	83,034	96,350	104,705	112,691	816,809	

VAN	121,024
TIRm	17.81%
Periodo recuperación	12

El periodo de proyección utilizado es de 6 años, ya que a partir de este periodo se crece a una tasa constante. El VCO fue calculado utilizando la fórmula de crecimiento perpetuo y utilizando un factor A de \$25,000 (re inversiones necesarios después del periodo de proyección). Se asume que a partir del periodo 7 el FO crece a una tasa del 2% anual (igual que las ventas):

$$\left. \begin{array}{l} FC_{n+1} = FC_7 = \$110,141 \\ A = \$25,000 \\ r = 14\% \\ g = 2\% \end{array} \right\} \Rightarrow VCO_{t=6} = \frac{110,141 - 25,000}{0.14 - 0.02} = \$709,508$$

El proyecto tiene un VAN positivo de \$122,187, una rentabilidad de 17.84% y se recupera la inversión en el periodo 12. Este VAN está formado por:

VA (F C periodo proyección)	353,945	52.27%
VA (VCO)	323,242	47.73%
VA (FC)	677,187	
Inversión Inicial	-555,000	
VAN	122,187	

O sea, el 52.27% del valor presente del flujo de caja es explicado por el flujo durante el periodo de proyección, y el 47.73% del valor presente del flujo de caja es explicado por el flujo después del periodo de proyección.

4.3 PROYECTOS QUE INVOLUCRAN EL REEMPLAZO DE ACTIVOS EXISTENTES

La realización de ciertos proyectos trae consigo muchas veces que activos actuales de la empresa puedan ser vendidos, ya sea porque se está reemplazando el activo o porque al ejecutar el proyecto estos activos ya no se necesitan. Esto origina que en la proyección del flujo de fondos se tenga que tomar en cuenta los flujos originados por la venta de los activos existentes:

- Dentro el flujo de inversión inicial se toma en cuenta el monto en el cual se liquidaría el activo existente (o activos en caso sean más de uno) (con signo positivo ya que es un ingreso).
- Dentro el flujo de inversión, en el periodo que se hubiera terminado la vida útil del activo a ser vendido, se debe tomar en cuenta el valor al cual se habría podido liquidar el activo (con signo negativo, ya que es un costo de oportunidad).
- Dentro el flujo de operación se debe tomar en cuenta el hecho de que liquidar un activo involucra dejar de depreciarlo en el tiempo (costo de oportunidad) y cualquier otro flujo que se deje de recibir o erogar producto de la venta del activo (por ejemplo, mantenimiento del mismo). Los costos que se estarían evitando por la venta del activo (por ejemplo: depreciación, mantenimiento) van con signo positivo y los ingresos que se estarían dejando de recibir por la venta del activo van con signo negativo.

El formato del flujo de fondos es el mismo anterior, teniendo cuidado de introducir los flujos de fondos del activo vendido.

Ejercicio 4.4: La empresa XYZ está analizando la posibilidad de cambiar una de las máquinas de su línea de producción por una de tecnología más moderna. Este cambio no ocasionaría que las ventas aumenten, pero si que los costos de operación disminuyan en \$160 al año (netos de IVA). La máquina nueva tiene un costo de \$1,000 bruto de IVA y sería depreciada contablemente en un periodo de 5 años de manera lineal sin valor residual. Se espera que el valor de mercado de esta máquina al finalizar el año 5 sea de \$200.

La máquina actual fue comprada hace 3 años atrás por \$800 y está siendo depreciada contablemente de manera lineal sin valor residual en un periodo de 5 años. La máquina podría ser entregada en parte de pago por la nueva por un valor de \$250 (neto de IVA). Si se decide no cambiar, la maquina actual podría trabajar por un periodo adicional de 5 años más, al final del cual su valor de mercado estimado sería despreciable. La rentabilidad requerida es del 10%.

A continuación, se muestra el flujo de fondos que permitirá luego calcular los indicadores de viabilidad:

	0	1	2	3	4	5
ACTIVO FIJO						
Maquinaria nueva	-870					174
Maquinaria actual	250					
Efecto impositivo	7					-44
Flujo de Inversión (FI)	-613	0	0	0	0	131
Ahorro en costos		160	160	160	160	160
Depreciación máquina nueva		-174	-174	-174	-174	-174
Depreciación máquina actual		139	139			
Utilidad antes de impuestos (UAI)		125	125	-14	-14	-14
Impuestos a la unidad (IUE)		-31	-31	4	4	4
Utilidad después de impuestos (UDI)		94	94	-11	-11	-11
Depreciación máquina nueva		174	174	174	174	174
Depreciación máquina actual		-139	-139	0	0	0
Flujo de Operación (FO)		129	129	164	164	164
Flujo de fondos	-613	129	129	164	164	294

El flujo de inversión inicial es \$613 que representa el monto neto que la empresa debe desembolsar:

- Se paga por la maquina nueva \$1,000.
- Se recupera un crédito fiscal IVA de \$130 por la compra de la maquina nueva que la empresa utiliza inmediatamente contra los débitos fiscales de sus otras operaciones (disminuye el IVA que la empresa debe pagar como un todo en el año cero).
- Vende la maquina actual en \$287.36 (monto bruto, ya que el monto neto es \$250). Se genera un debito fiscal IVA por la venta de la maquina actual de \$37.36
- La venta de la maquina actual genera un efecto impositivo ya que el valor de venta es diferente a su valor contable al momento de venta:

$$\text{Valor contable actual} = (800 \times 0.87) - \frac{800 \times 0.87}{5} \times 3 = \$278.40$$

$$\text{Valor de venta} = \$250$$

$$\text{Perdida contable en venta} = \$28.40$$

$$\text{Ahorro en IUE del periodo cero} = \$28.40 \times 0.25 = \$7.10$$

- En el periodo 5 se vende la maquina nueva por \$200 (incluido IVA), dando un monto neto de IVA de \$174.
- El efecto impositivo en la venta de la maquina nueva es:

$$\text{Valor contable} = (1,000 \times 0.87) - \frac{1,000 \times 0.87}{5} \times 5 = \$0$$

$$\text{Valor de venta} = \$174$$

$$\text{Ganancia contable en venta} = \$174$$

$$\text{Impuesto por pagar} = \$174 \times 0.25 = \$43.5$$

- La venta de la maquina actual no tiene ningún efecto en el periodo 5 ya que su valor es despreciable. En caso hubiera tenido un valor residual en este periodo, se hubiera considerado con signo negativo (costo de oportunidad, ya que por efecto del proyecto se vendió en t=0 en lugar de t=5).

El flujo de operación se explica de la siguiente manera:

- Los ingresos del cambio de maquinaria vienen a ser la disminución de los costos o el ahorro en costos (neto de IVA).
- Al cambiar la maquinaria aparece un “costo” adicional que es la depreciación de la maquina nueva que alcanza a un monto de \$174.
- Sin embargo, al vender la maquina actual se “ahorra” un costo que es la depreciación que se hubiera tenido de la maquina actual si no se la vendía (solamente en los años 1 y 2, ya que le quedaban dos años de vida contable).
- El IUE se calcula según la regla de empresa con otras utilidades: cambiar la maquinaria ocasiona que la utilidad antes de impuestos de la empresa se incremente en \$125 los dos primeros años y que la utilidad antes de impuestos de la empresa disminuya en \$14 en los años 3, 4 y 5. Esto ocasiona que el IUE de la empresa aumente en \$31 los dos primeros años y disminuya en \$4 los últimos tres años.
- La UDI es la suma de la UAI y el IUE.
- A la UDI se le suman las depreciaciones con signo cambiado (para reflejar el hecho de que no representan salidas ni ingresos de plata) y se obtiene el flujo de operación.
- No se toma en cuenta el IT efectivo debido a que no se origina un cambio en las ventas o ingresos de la empresa.

Otra manera de calcular el flujo de fondos, que sirve para aclarar los conceptos anteriores, es la que se muestra a continuación:

	0	1	2	3	4	5
ACTIVO FIJO						
Maquinaria nueva	-870					174
Maquinaria actual	250					
Efecto impositivo	7					-44
Flujo de Inversión (FI)	-613	0	0	0	0	131
Ahorro en costos		160	160	160	160	160
Aumento IUE por disminución costos		-40	-40	-40	-40	-40
Disminución IUE por depreciación maquina nueva		44	44	44	44	44
Aumento IUE por depreciación maquina vieja		-35	-35			
Flujo de Operación (FO)		129	129	164	164	164
Flujo de fondos	-613	129	129	164	164	294

El flujo de inversión fue calculado de la misma manera anterior. El flujo de operación ha sido calculado de la manera directa:

- La disminución en costos ocasiona que la utilidad antes de impuestos aumente, ocasionando que la empresa pague más IUE (\$40). Por lo tanto, el efecto neto de la disminución en costos no es \$160, sino solamente \$120.
- La depreciación de la maquina nueva actúa como un escudo impositivo ya que es un costo deducible del IUE. Por lo tanto, la depreciación de \$174 de la maquina nueva ocasiona que el IUE de la empresa disminuya en \$44.
- Al vender la maquina actual se pierde el escudo impositivo que hubiéramos tenido si seguíamos depreciando la maquina por dos años más. La depreciación de esta máquina alcanzaba a \$139 teniendo un escudo impositivo de \$35 (al vender la maquina actual se pierde este escudo impositivo).
- Se incluye los efectos impositivos de la venta de los activos.

El flujo de operación calculado de esta manera es el mismo calculado anteriormente.

Según enunciado, la rentabilidad requerida de estos flujos es del 10%. Los indicadores financieros son:

VAN	\$25.02
TIR	11.53%
TIRm	10.97%

El VAN es positivo, lo que significa que el proyecto estaría generando más que la rentabilidad requerida. La TIR es 11.53% y la TIRm es 10.97%. En este caso la TIRm es menor que la TIR debido a que el VAN es positivo (tasa de reinversión en la TIRm (10%) < tasa de reinversión en la TIR (11.53%)).

EJERCICIOS

1. La empresa K-Const se encuentra evaluando la alternativa de expandir su línea de producción para fabricar un nuevo producto.

La inversión requerida es:

- Maquinaria: \$ 12,000 (incluido IVA)
- Construcciones: \$ 4,000 (incluido IVA)

Se espera que este nuevo producto genere unas ventas de \$ 5,200 el primer año (incluido IVA), y que estas ventas crezcan a una tasa anual del 8%.

Los costos operativos variables representarían un 50% de las ventas netas de IVA, teniendo TODO este costo variable IVA (el 50% de las ventas netas es el costo incluido IVA).

Los costos operativos fijos representarían \$200/año, de los cuales \$140 son sueldos y salarios (no tienen IVA) y el resto son costos que incluyen IVA.

El capital de trabajo necesario se estima que representa un 12% de las ventas netas de IVA.

La empresa considera que toda inversión debe ser recuperada en un periodo máximo de 7 años. Se estima que el valor residual de la maquinaria sería \$3,000 después de 7 años y se tomara el valor contable en el año 7 como valor residual de las construcciones. La vida contable de la maquinaria es 5 años y de las construcciones 20 años.

El costo de capital propio de la empresa para este tipo de proyectos es 10%. ¿Se debe realizar la expansión de la línea de producción?

2. La empresa Beta se encuentra analizando la factibilidad de ampliar sus instalaciones de producción, ya que se espera que el próximo año se esté operando al 100% de la capacidad instalada (200,000 unidades al año) debido a que en esta gestión se venderían 178,000 unidades y las proyecciones de ventas muestran un crecimiento del 10% anual (para los siguientes 7 años).

El proyecto considera incrementar la capacidad de producción a 310,000 unidades al año, para lo cual se requiere realizar las siguientes inversiones:

- Maquinaria: \$160,000
- Construcciones: \$120,000

Cada unidad de producto se vende a \$10, y el costo variable representa el 60% de este precio. La empresa tiene un costo fijo anual de \$180,000, y se espera que este costo se incremente en un 15% si se realiza la ampliación.

La maquinaria se deprecia tributariamente en un periodo de 5 años, pero se estima una vida útil de 10 años para la misma. El valor estimado de venta después de 7 años es de un 20% del valor inicial. Las construcciones se deprecian tributariamente en un periodo de 20 años, y se estima un valor de venta después de 7 años igual a su valor contable a esa fecha.

El capital de trabajo necesario de la empresa representa el 15% de las ventas. La tasa de impuesto a la utilidad es del 25%.

Asuma que la ampliación se terminaría a finales de esta gestión. El costo de capital propio de la empresa es del 20%. Asuma que todos los montos son netos de IVA y no considere el IT.

- a. ¿Si la empresa acepta proyectos con VAN positivo y que se recupera la inversión en un periodo máximo de 7 años, se debe realizar este proyecto?
 - b. ¿Qué porcentaje de la inversión inicial se habría recuperado al finalizar el cuarto año?
 - c. ¿Cuál sería la rentabilidad que el proyecto estaría generando?
 - d. ¿Se recupera toda la inversión al finalizar el año 7? En caso negativo, ¿qué porcentaje queda sin recuperar?
3. La empresa ABC está analizando la factibilidad de seguir arrendando los servicios de fletes de sus productos a Cochabamba o de adquirir un camión propio para sus distribuir sus productos directamente a este lugar. Para el análisis dispone de la siguiente información:

Actualmente la empresa está enviando sus productos a Cochabamba 2 veces por semana, debiendo cancelar \$7,000 (tiene crédito fiscal) mensuales por este servicio. En caso de adquirir un camión, este deberá recorrer la distancia entre Santa Cruz y Cochabamba, estimado en 500 kilómetros, 2 veces a la semana ida y vuelta (asuma 4 semanas por mes). El camión tiene un consumo de combustible de 5 kilómetros por litro (\$0.50 el litro de combustible). El sueldo básico del chofer se ha estimado en \$1,400 mensuales (asuma que los beneficios sociales representan un 35% del sueldo básico).

Según la operación del camión, deberá efectuarse un cambio de neumáticos dos veces al año (10 neumáticos). Se estima para ello un valor de \$600 (tiene crédito fiscal) cada uno; además, se ha calculado un consumo promedio anual de \$3,000 por concepto de filtros, lubricantes y mantenimiento (tiene crédito fiscal). Se contratará un seguro de \$2,500 anuales por concepto de daños a terceros, robos y cualquier otro imprevisto (se cancela al inicio de cada año) (tiene crédito fiscal).

El camión tendrá un costo de \$120,000 y será depreciado linealmente en 5 años con un valor residual cero. Sin embargo, se estima que este podría venderse al 30% de su valor de compra al final del periodo de evaluación, correspondiente a 5 años.

La empresa evalúa este tipo de proyectos al 12% anual y la tasa de impuestos a las utilidades es del 25%. ¿Qué decisión recomendaría usted?

4. La empresa “Capuchino Caliente” produce café instantáneo. La empresa acaba de finalizar los estudios de mercado de un nuevo tipo de café instantáneo que le ha costado \$300 desarrollar, y ahora tiene que decidir si comercializar o no este nuevo producto. El estudio de mercado muestra que el nuevo café instantáneo tiene unos beneficios esperados antes de depreciación e impuestos de \$400 durante los próximos cinco años.

Si la empresa decide comercializar este producto, debe comprar una nueva máquina para producir café instantáneo que cuesta \$1,000 en EE.UU., y cuyo costo de transporte es \$200. Esta nueva máquina también puede producir los otros tipos de café que vende la empresa, así que si se decide invertir en la nueva máquina la empresa podría vender su máquina actual. Esta máquina tiene un valor de mercado de \$60 y su valor libro actual es de \$100, quedándole 2 años de depreciación. La nueva máquina sería depreciada en un período de cinco (5) años sin valor residual. Asuma que en el año cinco (5) la empresa puede vender la máquina nueva por \$80 y que el valor residual de la maquina actual sería despreciable al final de estos 5 años. El costo de capital de la empresa es de 10%, y la tasa impositiva es 25%. ¿Debe la empresa comercializar este nuevo producto? Todos los montos son netos de IVA. No considere el IT.

5. La empresa Delta se encuentra actualmente analizando la posibilidad de implementar un cambio en su sistema de producción para poder fabricar un nuevo producto. La inversión necesaria para realizar este cambio se muestra a continuación:
- Maquinaria: \$50,000. Vida contable de 5 años, valor de mercado estimado en el año 5 de \$5,000.
 - Construcciones: \$5,000. Vida contable de 20 años. Valor de mercado estimado en el año 5 igual al valor contable.
 - Capital de trabajo: 10% de las ventas valoradas del nuevo producto.

En caso de decidir hacer la ampliación, la empresa podría liquidar parte de su maquinaria actual que ya no sería utilizada. La maquinaria que podría ser liquidada fue comprada hace tres años por \$20,000, se está depreciando de manera lineal en cinco años y su valor de mercado actual es de \$5,500.

La empresa espera poder vender \$30,000 del nuevo producto durante el primer año de operación (incluido IVA), y espera que las ventas de este producto aumenten un 10% al año hasta el año 3, para luego no crecer más. Se espera que el costo operativo este alrededor del 40% de las ventas valoradas y el gasto administrativo alrededor del 10% de las ventas valoradas. Todos los montos son netos de IVA.

Si la tasa de descuento utilizada para evaluar este proyecto es del 15%, ¿se debe aceptar el proyecto?

6. La empresa Delta está evaluando la posibilidad de introducir un nuevo producto al mercado. Este producto fue desarrollado en los laboratorios de I&D de la empresa, invirtiéndose \$5,000 en dicho desarrollo. Adicionalmente, se contrató los servicios de la empresa Beta para realizar un estudio de mercado, el cual entregó los siguientes resultados acerca del nuevo producto:
- Ventas proyectadas para el primer año: 4,500 unidades
 - Precio de venta: \$10/unidad
 - Crecimiento esperado de las ventas:
 - 10% al año los años 2 y 3
 - 6% al año los años 4 a 6
 - 2% al año los años 7 a 10
 - 0% de ahí en adelante

Dicho estudio de mercado tuvo un costo de \$2,000, el cual puede ser amortizado en un periodo de 4 años en caso de introducir el producto al mercado (junto con los gastos de I&D). Si se decide no introducir el producto, dicho costo sería registrado como un gasto del periodo (junto con los gastos de I&D).

La inversión inicial necesaria para introducir el producto se estima que está compuesta por:

- Maquinaria: \$60,000
- Construcciones: \$10,000
- Capital de trabajo: 10% de los ingresos proyectados

La vida contable de la maquinaria es de 5 años y de las construcciones de 40 años.

En el año 6 sería necesario una segunda inversión en maquinaria por un monto de \$25,000 para sostener el crecimiento de las ventas. En cuanto a las características de producción, la empresa espera que el costo variable de producción sea de \$5.2 la unidad, los costos fijos alcancen a \$5,000 al año, y los gastos de administración estén alrededor de \$0.5 la unidad. Todos estos valores son netos de IVA.

Las inversiones en activos permitirían soportar la producción después del año 10, pero se estima inversiones de \$9,000/año para mantener los mismos operativos o reemplazar alguno de ellos cuando sea necesario. La tasa de descuento es 15% y la tasa impositiva es del 25%. Evalúe la factibilidad de introducir el producto al mercado.

7. Usted acaba de terminar de desarrollar un nuevo producto que permite aumentar la resistencia del aceite a la temperatura. Usted ha invertido \$10,000 desarrollando este producto, y ahora pretende comercializar el mismo. Usted acaba de gastar \$1,000 en un estudio de mercado, el cual entregó los siguientes resultados:
- Ventas proyectadas para el primer año: 4,500 litros
 - Precio de venta: \$10/litro (incluido IVA)
 - Crecimiento esperado de las ventas: 10% al año hasta el año 5

La inversión inicial necesaria para introducir el producto se estima que está compuesta por:

- Maquinaria: \$60,000 (incluido IVA)
- Construcciones: \$30,000 (incluido IVA)
- Capital de trabajo: 5% de los ingresos proyectados (incluidos IVA)

La vida tributaria de la maquinaria es de 5 años, y se espera que el valor comercial de la maquinaria en el año cinco sea un 20% del monto inicial de compra (incluye IVA). El valor residual de las construcciones en el periodo 5 sería igual a su valor contable y su vida tributaria es de 40 años.

En cuanto a las características de producción, usted espera que el costo variable de producción sea aproximadamente un 45% de las ventas valoradas (netas de IVA, todo este costo tiene IVA), los costos fijos alcancen a \$5,000 al año (el 50% tiene IVA), y los gastos de administración representen un 10% de las ventas valoradas (el 50% tiene IVA). ¿Debe formar una nueva empresa para comercializar el producto? La tasa de descuento es 12%.

ANEXO 1 – Cálculos de los valores del flujo de caja del ejercicio 4.1

Para ilustrar detalladamente el cálculo de cada uno de los componentes del flujo de fondos, vamos a proceder a explicar cómo se determinó cada uno de los valores del flujo de caja. A continuación se muestra nuevamente el flujo de caja del ejercicio:

FLUJO DE FONDOS PROYECTADO SIN FINANCIAMIENTO									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ACTIVO FIJO									
Maquinaria	-174,000								
Obras civiles	-30,450								
Terreno	-15,000								
ACTIVO DIFERIDO									
Ingeniería del proyecto	-17,400								
Gastos pre operacionales	-5,000								
CAPITAL DE TRABAJO									
Capital de trabajo	-7,500	-2,250	-3,750	-1,500	0	0	0	0	
VALOR TERMINAL									
Valor residual activo fijo									56,760
Recuperación capital trabajo									15,000
Efecto Impositivo									-4,350
Flujo de inversión (FI)	-249,350	-2,250	-3,750	-1,500	0	0	0	0	67,410
Ventas		65,250	84,825	117,450	130,500	130,500	130,500	130,500	130,500
Costo variable		-22,185	-28,841	-39,933	-44,370	-44,370	-44,370	-44,370	-44,370
Costo fijo		-9,090	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090
Gastos de administración		-5,532	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532
Depreciación		-35,561	-35,561	-35,561	-35,561	-35,561	-761	-761	-761
Amortización		-5,600	-5,600	-5,600	-5,600				
I T efectivo		-2,250	-2,925	-4,000	-79	0	0	0	0
UAI		-14,968	-2,724	17,684	30,268	35,947	70,747	70,747	70,747
IUE		3,742	681	-4,421	-7,567	-8,987	-17,687	-17,687	-17,687
UDI		-11,226	-2,043	13,263	22,701	26,960	53,060	53,060	53,060
Depreciación		35,561	35,561	35,561	35,561	35,561	761	761	761
Amortización		5,600	5,600	5,600	5,600	0	0	0	0
Flujo de operación		29,935	39,118	54,424	63,862	62,521	53,821	53,821	53,821
Flujo de fondos	-249,350	27,685	35,368	52,924	63,862	62,521	53,821	53,821	121,231

1. Flujo de inversión

1.a. Activo Fijo

La inversión en activo fijo está formada por la maquinaria, obras civiles y terreno, ya que todas ellas representan inversiones en activos tangibles.

Maquinaria: El valor bruto de IVA es \$200,000 del cual el 13% es crédito fiscal IVA. El monto que se debe registrar en el flujo de fondos es \$174,000, que representa el 87% del valor de compra. El 13% se recupera a través de la compensación con el débito fiscal de las otras operaciones de la empresa.

Obras civiles: El valor bruto de IVA es \$35,000 del cual el 13% es crédito fiscal IVA. El monto que se debe registrar en el flujo de fondos es \$30,450, que representa el 87% del valor de compra. El 13% se recupera a través de la compensación con el débito fiscal de las otras operaciones de la empresa.

Terreno: En este caso no existe un crédito fiscal ya que la compra del terreno no tiene factura. Por lo tanto, en el flujo de fondos se registra el monto total de compra: \$15,000.

1.b. Activo Diferido

La inversión en activo diferido está formada por los gastos preoperativos y la ingeniería del proyecto.

Ingeniería del proyecto: El valor bruto de IVA es \$20,000 del cual el 13% es crédito fiscal IVA. El monto que se debe registrar en el flujo de fondos es \$17,400, que representa el 87% del valor de compra. El 13% se recupera a través de la compensación con el débito fiscal de las otras operaciones de la empresa.

Gastos preoperativos: En este caso se asume que no existe un crédito fiscal. Por lo tanto, en el flujo de fondos se registra el monto total: \$5,000.

1.c. Capital de trabajo

Para proyectar las inversiones en capital de trabajo se requiere previamente proyectar las ventas brutas de la empresa.

Ventas año1: 30,000 unidades x 50% capacidad x \$5/unidad = \$75,000

Ventas año2: 30,000 unidades x 65% capacidad x \$5/unidad = \$97,500

Ventas año3: 30,000 unidades x 90% capacidad x \$5/unidad = \$135,000

Ventas año4: 30,000 unidades x 100% capacidad x \$5/unidad = \$150,000

La siguiente tabla resume las ventas brutas, ventas netas, capital de trabajo necesario e inversiones en capital de trabajo para cada periodo proyectado:

	Periodo								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ventas brutas		75,000	97,500	135,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
Ventas netas (87%)		65,250	84,825	117,450	130,500	130,500	130,500	130,500	130,500
Capital trabajo necesario		7,500	9,750	13,500	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Inversión capital trabajo	7,500	2,250	3,750	1,500	0	0	0	0	0

El capital de trabajo necesario representa el 10% de las ventas brutas de cada periodo. La inversión en capital de trabajo es una inversión incremental: el primer año se necesita un capital de trabajo de \$7,500 que debe ser invertida en el periodo cero; en el segundo año se requiere un capital de trabajo de \$9,750, del cual ya se tiene \$7,500 invertido por lo que se necesita invertir \$2,250 en el año 1. Para el año 3 se requiere un capital de trabajo de \$13,500, teniendo invertido ya \$9,750 por lo que falta invertir \$3,750 en el año 2. La misma lógica se sigue en los años posteriores. A partir del año 4 en adelante ya no existen inversiones en capital de trabajo debido a que las ventas ya no se incrementan.

1.d. Valor terminal

El valor terminal en este caso toma la forma de un valor de liquidación. Este valor de liquidación está localizado en el periodo ocho y está compuesto por:

- Valor residual activo fijo: Este monto tiene un valor de \$56,760, compuesto por:
 - Maquinaria: Según enunciado, el valor residual de la maquinaria es del 10% del monto bruto de compra, lo que significa \$20,000. Cuando se venden activos la empresa debe emitir factura, por lo que el valor neto de venta es solamente el 87% del monto bruto de venta: \$17,400.

- Obras civiles: Según enunciado, las obras civiles se liquidan a su valor contable en el periodo 8. El valor contable en el periodo ocho de las obras civiles es:

$$VC \text{ obras civiles} = \text{Valor neto compra} - \text{Dep. Acum.}$$

$$VC \text{ obras civiles} = 30,450 - (30,450 / 40) * 8 = \$24,360$$
 - Terreno: Se asume que el terreno se lo liquida al mismo valor de compra: \$15,000
2. Recuperación capital de trabajo: En el último periodo se recupera todo el capital de trabajo invertido. En este caso: \$15,000 (la sumatoria de las inversiones en capital de trabajo de cada periodo).
 3. El efecto impositivo se calcula en base a la diferencia del valor de venta de las inversiones y su valor contable en esa fecha:
 - Maquinaria: El valor de venta es de \$17,400, mientras que el valor contable de la maquinaria al finalizar el año ocho es cero ya que se deprecia contablemente en un periodo de cinco años. Por lo tanto, al vender la maquinaria se produce una utilidad contable de \$17,400, que genera un IUE del 25% de la utilidad igual a \$4,350.
 - Obras civiles: Se liquidan a su valor contable, así que no hay efecto impositivo.
 - Terreno: Se liquida a su valor contable, así que no hay efecto impositivo.

2. Flujo de operación

2.a. Ventas

Las ventas ya fueron proyectadas cuando se calculó el capital de trabajo. A continuación, se resumen las ventas:

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8
Ventas brutas	75,000	97,500	135,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
Ventas netas (87%)	65,250	84,825	117,450	130,500	130,500	130,500	130,500	130,500

El monto que debe colocarse en el flujo de fondos son montos netos de IVA (segunda fila de la tabla).

2.b. Costo variable (CV)

La proyección del costo variable sigue la misma lógica que la proyección de las ventas:

CV año1: 30,000 unidades x 50% capacidad x \$1.7/unidad = \$25,500

CV año 2: 30,000 unidades x 65% capacidad x \$1.7/unidad = \$33,150

CV año3: 30,000 unidades x 90% capacidad x \$1.7/unidad = \$45,900

CV año4: 30,000 unidades x 100% capacidad x \$1.7/unidad = \$51,000

El siguiente cuadro resume los costos variables brutos y netos de IVA para cada uno de los periodos de proyección (recordar que el 100% del costo variable tiene crédito fiscal):

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Costo variable bruto		25,500	35,700	45,900	51,000	51,000	51,000	51,000	51,000
Costo variable neto (87%)		22,185	31,059	39,933	44,370	44,370	44,370	44,370	44,370

2.c. Costo fijo

Según enunciado, el costo fijo alcanza a un monto de \$10,000 y el 70% de estos costos tiene crédito fiscal. El costo fijo que se debe registrar en el flujo de fondos es neto de IVA y corresponde a: $\$10,000 - \$10,000 * 0.7 * 0.13 = \$9,090$.

2.d. Gastos de administración

Los gastos de administración son \$6,000 y el 60% tiene crédito fiscal. Por lo tanto, el monto a registrar es: $\$6,000 - \$6,000 * 0.6 * 0.13 = \$5,532$.

2.e. Depreciaciones

Las depreciaciones están relacionadas a las inversiones en activo fijo. Las depreciaciones se calculan usando el valor neto de IVA de las inversiones y la vida contable de los mismos:

Depreciación maquinaria = $\$174,000 / 5 = \$34,800/\text{año}$ por 5 años

Depreciación obras civiles = $\$30,450 / 40 = \$761/\text{año}$ por 40 años

La siguiente tabla resume las depreciaciones para cada año del periodo de proyección:

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8
Depreciación maquinaria	34,800	34,800	34,800	34,800	34,800	0	0	0
Depreciación obras civiles	761	761	761	761	761	761	761	761
Depreciación	35,561	35,561	35,561	35,561	35,561	761	761	761

2.f. Amortizaciones

Las amortizaciones están relacionadas a las inversiones en activo diferido. Las amortizaciones se calculan usando el valor neto de IVA de las inversiones y la vida contable de las mismas:

Amortización ingeniería del proyecto = $\$17,400 / 4 = \$4,350/\text{año}$ por 4 años

Amortización gastos preoperacionales = $\$5,000 / 4 = \$1,250/\text{año}$ por 4 años

La siguiente tabla resume las amortizaciones para cada año del periodo de proyección:

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8
Amortización ingeniería proyecto	4,350	4,350	4,350	4,350	0	0	0	0
Amortización gastos preoperacionales	1,250	1,250	1,250	1,250	0	0	0	0
Amortización	5,600	5,600	5,600	5,600	0	0	0	0

2.g. IT efectivo

Como se mencionó anteriormente, el IT efectivo se calcula en base al 3% de las ventas brutas del periodo y el IUE pagado el año anterior. Para poder calcular el IT efectivo se requiere haber calculado el IUE del periodo anterior. A continuación se muestra el cálculo:

- Para el año 1 el IT efectivo es igual al 3% de las ventas brutas ya que en el año cero no hay ningún IUE pagado. Por lo tanto, en el caso del ejercicio, el IT efectivo del año 1 es: $\$75,000 * 0.03 = \$2,250$.
- Para poder calcular el IT efectivo del año 2 se necesita previamente calcular el IUE del año 1. Como se ve en el flujo de fondos, en el año 1 no se paga nada de IUE, por lo que en el año 2 nuevamente el IT efectivo es igual al 3% de las ventas brutas: $\$97,500 * 0.03 = \$2,925$.
- En el año 2 tampoco se paga IUE, por lo que en el año 3 nuevamente el IT efectivo es igual al 3% de las ventas brutas: $\$135,000 * 0.03 = \$4,050$.
- En el año 3 se paga un IUE de \$4,421, que es un pago a cuenta del IT del año 4. Por lo tanto, el IT efectivo del año 4 sería: $\$150,000 * 0.03 - \$4,421 = \$79$
- A partir del periodo 5 en adelante el IUE del periodo anterior es mayor al 3% de las ventas brutas del periodo, por lo que el IT efectivo es cero del año 5 en adelante.

2.h. Utilidad antes de impuestos (UAI)

Resulta de restarle a las ventas todos los costos, gastos administrativos, depreciaciones y amortizaciones.

2.i. Impuesto a la utilidad de empresas (IUE)

Resulta de calcular el 25% de la UAI. Cuando la UAI es positiva, resulta un IUE negativo (impuesto a pagar). Cuando la UAI es negativa, resulta un IUE positivo (el proyecto genera ahorros impositivos).

2.j. Utilidad después de impuestos (UDI)

Resulta de la diferencia entre la UAI y el IUE.

ANEXO 2 – Evaluación Financiera cuando se incluye el IVA en el FC

El IVA se debe incluir en el flujo de caja cuando:

1. La empresa no puede utilizar el crédito fiscal IVA de las inversiones inmediatamente (por ejemplo, el caso de la formación de una nueva empresa) y,
2. Existen diferencias temporales significativas en créditos y débitos IVA.

En este caso, el proceso de construcción del flujo de fondos implica más cálculos debido principalmente a dos razones:

1. El arrastre del crédito fiscal del IVA de la inversión inicial para los siguientes periodos (debido a la imposibilidad de utilizarlo en el periodo cero), lo que hace que se tenga que construir una tabla auxiliar para calcular los débitos y créditos fiscales del IVA;
2. El cálculo del IUE, ya que una utilidad negativa no implica un IUE positivo. Esto debido a que no se tiene otras utilidades en la empresa con las cuales compensar la UAI negativa (al ser el proyecto la creación de una nueva empresa, la utilidad del proyecto es toda la utilidad de la empresa).

El formato del flujo de fondos es (suponiendo que se liquidan los activos en el periodo N):

	0	1	2	3	N
1 - Inversión en activo fijo	xx	xx	xx	xx	xx	
2 - Inversión en activo diferido	xx					
3 - Inversión en capital de trabajo	xx	xx	xx	xx	xx	
4 + Valor residual activos fijos						xx
5 + Recuperación del capital trabajo						xx
6 - / + Efecto impositivo venta de activos						xx
7 Flujo de Inversión (FI)	xx	xx	xx	xx	xx	xx
8 Ventas		xx	xx	xx	xx	xx
9 - Costos de venta		xx	xx	xx	xx	xx
10 - Gastos de administración		xx	xx	xx	xx	xx
11 - Depreciaciones		xx	xx	xx	xx	xx
12 - Amortizaciones		xx	xx	xx	xx	xx
13 - IT efectivo a pagar		xx	xx	xx	xx	xx
14 = Utilidad antes de impuestos (UAI)		xx	xx	xx	xx	xx
15 - Impuestos a la utilidad (IUE)		xx	xx	xx	xx	xx
16 = Utilidad después de impuestos (UDI)		xx	xx	xx	xx	xx
17 + Depreciaciones		xx	xx	xx	xx	xx
18 + Amortizaciones		xx	xx	xx	xx	xx
19 + Débito fiscal del periodo		xx	xx	xx	xx	xx
20 - Crédito fiscal del periodo	xx	xx	xx	xx	xx	xx
21 - IVA a pagar		xx	xx	xx	xx	xx
22 = Flujo de Operación (FO)	xx	xx	xx	xx	xx	xx
23 Flujo de fondos neto (=FI+FO)	xx	xx	xx	xx	xx	xx

Registro montos IVA

- Los componentes del FI se registran igual que en el caso sin IVA, colocándose todas las inversiones NETAS de IVA.
- Los componentes del FO también se registran igual que en el caso sin IVA: los valores de ventas y costos netos de IVA, como también la depreciación se calcula en base a la inversión neta de IVA. Lo que cambia es el cálculo del IUE y que a la UDI se debe adicionar / deducir los valores IVA además de las depreciaciones para llegar al FO.

- El cálculo del IUE es como sigue:
 - Si la UAI es negativa, entonces se coloca un valor de cero para el IUE.
 - Si la UAI es positiva y el acumulado hasta el periodo actual de la sumatoria de las UAIs es negativo, entonces se coloca un valor de cero para el IUE.
 - Si la UAI es positiva y el acumulado hasta el periodo anterior de la sumatoria de las UAIs es negativo pero el acumulado hasta el periodo actual es positivo, entonces el IUE es igual al 25% del acumulado hasta el periodo actual.
 - Si la UAI es positiva y el acumulado hasta el periodo anterior de la sumatoria de las UAIs es positivo, entonces el IUE es igual al 25% de la UAI.
- El monto pagado de IVA por las inversiones se debe colocar en el periodo cero en la línea "crédito fiscal del periodo" (con signo negativo). Esto debido a que en el periodo cero el inversionista debe pagar este monto y no hace uso del crédito fiscal inmediatamente (no tiene otras operaciones que le generen débitos fiscales con que compensar este monto pagado). El IVA pagado de las inversiones será compensado en los siguientes periodos con el IVA de las ventas.
- En la línea "debito fiscal del periodo" se debe registrar el 13% de las ventas (con signo positivo), ya que este monto se lo recibe cuando se vende el producto o servicio.
- En la línea "crédito fiscal del periodo" se debe registrar el 13% de los costos (con signo negativo), ya este monto se paga en cada periodo.
- En la línea "IVA a pagar" se debe registrar el monto neto que resulta de la diferencia entre el débito fiscal de las ventas, el crédito fiscal de los costos y el saldo del crédito fiscal de las inversiones que quede al periodo considerado (con signo negativo).

Un ejemplo servirá para ilustrar este punto: considere un cierto proyecto que ha generado los siguientes débitos y créditos fiscales:

Periodo	0	1	2	3
Crédito fiscal inversiones	50			
Débito fiscal ventas		45	55	65
Crédito fiscal costos		20	22	28

En el periodo 1 la diferencia del débito fiscal y crédito fiscal es \$25. Este monto se debería pagar como IVA, pero como tenemos crédito fiscal de las inversiones acumulado mayor a este monto, el IVA a pagar del periodo 1 sería cero y quedaría un saldo de crédito fiscal acumulado de \$25 para el próximo periodo ($\$50 - \25).

En el periodo 2 la diferencia del débito fiscal y crédito fiscal es \$33. Este monto se debería pagar como IVA, pero como tenemos crédito fiscal acumulado (\$25), el IVA a pagar del periodo 2 sería \$8 ($\$33 - \25) y no quedaría nada de crédito fiscal acumulado.

En el periodo 3 la diferencia del débito fiscal y crédito fiscal es \$37. El IVA a pagar de este periodo es \$37 ya que no se tiene ningún crédito fiscal acumulado.

En resumen, lo que se debería registrar de IVA sería:

Periodo	0	1	2	3
Crédito fiscal inversiones	-50			
Débito fiscal ventas		45	55	65
Crédito fiscal costos		-20	-22	-28
IVA a pagar		0	-8	-37
	-50	25	25	0

Se debe notar que:

- En el periodo tres la suma total es cero, ya que no existe crédito fiscal acumulado y por ende se debe traspasar al fisco el exceso de IVA cobrado por sobre lo pagado. Es por esta razón que, en el caso de construcción de flujo de fondos sin IVA, no se toma en cuenta el IVA ya que no se considera el crédito fiscal inicial (se lo compensa inmediatamente en el periodo cero) y por ende siempre el IVA a pagar es igual a la diferencia del débito fiscal y crédito fiscal.
- La suma de todos los valores de la tabla anterior es cero ($-\$50+\$25+\$25$). En otras palabras, si no tomamos en cuenta el valor del dinero en el tiempo, el registro del IVA no afecta el flujo de caja total del proyecto, ya que simplemente son compensaciones de débitos y créditos.
- Si se registra los flujos de IVA es simplemente para tomar en cuenta el valor del dinero en el tiempo y la temporalidad de los mismos, ya que la suma total de los valores es cero.

Ejemplo: Volvamos al ejemplo del ejercicio 4.1, pero ahora supongamos que se está analizando la posibilidad de abrir una empresa nueva. La inversión requerida es:

- ✓ Maquinaria \$ 200,000 (monto bruto de IVA)
- ✓ Obras civiles \$ 35,000 (monto bruto de IVA)
- ✓ Terreno \$ 15,000
- ✓ Ingeniería del proyecto \$ 20,000 (monto bruto de IVA)
- ✓ Gastos preoperacionales \$ 5,000
- ✓ Capital de trabajo 10% de las ventas brutas
- ✓ La vida útil de la maquinaria es 8 años y su vida contable es 5 años
- ✓ La vida contable de las obras civiles es 40 años
- ✓ La inversión diferida se amortiza en un periodo de 4 años

Las características de operación de la planta serian:

- ✓ Capacidad de producción: 30,000 unidades / año
- ✓ Utilización de capacidad: 50% año 1, 65% año 2, 90% año 3, 100% del año 4 en adelante
- ✓ Se vende todo lo que se produce
- ✓ Precio de venta: \$5 / unidad
- ✓ Costo variable: \$1.7 / unidad (el 100% tiene CF)
- ✓ Costo fijo: \$10,000 / año (el 70% tiene CF)
- ✓ Gasto de administración: \$6,000 / año (el 60% tiene CF)
- ✓ Rentabilidad requerida: 10%.
- ✓ Periodo máximo en el que se recupera la inversión: 8 años.
- ✓ Se espera que el valor residual de la inversión en el año 10 sea:
 - Maquinaria 10% del valor bruto de compra
 - Obras civiles igual a su valor contable en la fecha
 - Terreno igual al valor de compra

A continuación se muestra el flujo de fondos del proyecto:

FLUJO DE FONDOS PROYECTADO SIN FINANCIAMIENTO									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ACTIVO FIJO									
Maquinaria	-174,000								
Obras civiles	-30,450								
Terreno	-15,000								
ACTIVO DIFERIDO									
Ingeniería del proyecto	-17,400								
Gastos pre operacionales	-5,000								
CAPITAL DE TRABAJO									
Capital de trabajo	-7,500	-2,250	-3,750	-1,500	0	0	0	0	
VALOR TERMINAL									
Valor residual activo fijo									56,760
Recuperación capital trabajo									15,000
Flujo de inversión (FI)	-249,350	-2,250	-3,750	-1,500	0	0	0	0	71,760
Ventas		65,250	84,825	117,450	130,500	130,500	130,500	130,500	130,500
Costo variable		-22,185	-28,841	-39,933	-44,370	-44,370	-44,370	-44,370	-44,370
Costo fijo		-9,090	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090
Gastos de administración		-5,532	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532
Depreciación		-35,561	-35,561	-35,561	-35,561	-35,561	-761	-761	-761
Amortización		-5,600	-5,600	-5,600	-5,600				
IT efectivo		-2,250	-2,925	-4,050	-2,196	0	0	0	0
UAI		-14,968	-2,724	17,684	25,847	35,947	70,747	70,747	70,747
IUE		0	0	0	-6,460	-8,987	-17,687	-17,687	-22,037
UDI		-14,968	-2,724	17,684	19,387	26,960	53,060	53,060	48,710
Depreciación		35,561	35,561	35,561	35,561	35,561	761	761	761
Amortización		5,600	5,600	5,600	5,600	0	0	0	0
Débito fiscal		9,750	12,675	17,550	19,500	19,500	19,500	19,500	19,500
Crédito fiscal	-33,150	-4,693	-5,688	-7,345	-8,008	-8,008	-8,008	-8,008	-8,008
IVA a pagar		0	0	0	-592	-11,492	-11,492	-11,492	-11,492
Flujo de operación	-33,150	31,250	45,425	69,050	71,449	62,521	53,821	53,821	49,471
Flujo de fondos	-282,500	29,000	41,675	67,550	71,449	62,521	53,821	53,821	121,231

Si usted compara este flujo de fondos con el del ejercicio 4.1 notara que es el mismo hasta el cálculo de la UDI (obviamente los valores del IUE y del IT efectivo son diferentes por lo explicado anteriormente), la diferencia se encuentra en el cálculo del flujo de operación. Además de sumarle a la UDI las depreciaciones y amortizaciones, se le debe sumar el débito fiscal de las ventas y restar el crédito fiscal de los costos y el IVA a pagar.

El débito fiscal corresponde al 13% de las ventas brutas. El crédito fiscal al 13% de los costos facturados. El IVA a pagar se obtuvo de la siguiente tabla:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Débito fiscal ventas		9,750	12,675	17,550	19,500	19,500	19,500	19,500	19,500
Crédito fiscal costos		4,262	5,416	6,569	7,146	7,146	7,146	7,146	7,146
Crédito fiscal inversiones	33,150	0	0	0	0	0	0	0	0
Crédito fiscal acumulado	0	33,150	27,662	20,403	9,422	0	0	0	0
Total Crédito fiscal	33,150	37,412	33,078	26,972	16,568	7,146	7,146	7,146	7,146
IVA a pagar	0	0	0	0	2,932	12,354	12,354	12,354	12,354

Se puede observar que a partir del periodo 5, una vez que fue compensado todo el crédito fiscal acumulado, el IVA a pagar es justo la diferencia entre el débito fiscal y el crédito fiscal del periodo.

Según enunciado, la rentabilidad requerida de estos flujos es del 10%. Los indicadores financieros son:

VAN	31,233
TIRm	11.45%
TIRm	12.53%
Periodo recuperación	8

El VAN es positivo lo que indica que el proyecto está generando una rentabilidad mayor a la requerida, por lo que sería viable desde el punto de vista financiero.

Si comparamos el valor del VAN de esta evaluación con el VAN del ejemplo 4.1 (es el mismo problema, solamente es diferente el supuesto del tratamiento del IVA y el IUE), se observa que el VAN del ejercicio 4.1 es mayor que el VAN del 4.4. Esto debido a que la empresa en funcionamiento puede hacer uso inmediato del crédito fiscal de sus inversiones para disminuir el pago de IVA y el hecho de poder compensar pérdidas del proyecto con otras utilidades.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS DEL FINANCIAMIENTO DE LA INVERSIÓN (EVALUACIÓN FINANCIERA CON FINANCIAMIENTO)

En el capítulo 2 se realizó un primer análisis de cómo se podría considerar los flujos del financiamiento para calcular un VAN con financiamiento. En dicho capítulo se vio que el VAN con financiamiento era mayor que el VAN sin financiamiento producto del apalancamiento financiero.

En este capítulo se profundizará el análisis del financiamiento de la inversión y su inclusión en la construcción del flujo de fondos a través de lo que se denomina “evaluación financiera con financiamiento”.

El análisis se realizará a través de un ejemplo que se utilizara para ilustrar “diferentes alternativas” que se utilizan para calcular el VAN con financiamiento. Muchas de estas “alternativas” tienen cuestionamientos teóricos que hacen que su uso sea incorrecto, pero el estudio de las mismas aporta al entendimiento de la creación de valor a través del financiamiento. El capítulo concluye con un breve resumen de cuándo y para qué se debería utilizar la evaluación con financiamiento.

Ejercicio 5.1: Asuma un proyecto de ampliación de capacidad de producción que requiere invertir \$10,000 en el periodo cero (monto neto de IVA). Esta inversión sería depreciada en un periodo de 5 años y se espera que genere unos ingresos de \$5,000 durante el primer año de operación. Estos ingresos crecerían a una tasa constante de 3% anual cada año hasta el año 5, después del cual se mantendrían constantes. Los costos representarían un 60% de los ingresos netos de IVA y el 70% tendría crédito fiscal (el resto es sueldos y salarios).

La empresa que está evaluando el proyecto solamente acepta inversiones de este tipo en las cuales se recupera la inversión como máximo en 8 periodos y rinden un 15%. La empresa estima que el valor residual de esta inversión en el año 8 sería de un 20% del monto inicial invertido. El capital de trabajo se estima que representa un 8% de las ventas.

A continuación se muestra la evaluación sin financiamiento realizada (“flujo de fondos sin financiamiento”):

DATOS		FLUJO DE CAJA									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Inversión activo fijo	10,000										
% capital trabajo	8.00%										
% valor residual activo fijo	20.00%										
Ventas año 1	5,000										1,305
% crecimiento ventas	3.00%										392
% costos ventas	60.00%										
% costos con CF	70.00%										
Tasa de descuento	15.00%										
Inversión activo fijo		-10,000									
Inversión capital trabajo		-348	-10	-11	-11	-11	0	0	0		
Valor residual activo fijo											1,305
Recuperación capital trabajo											392
Flujo de inversión		-10,348	-10	-11	-11	-11	0	0	0		1,697
Ventas		4,350	4,481	4,615	4,753	4,896	4,896	4,896	4,896		4,896
Costos		-2,372	-2,444	-2,517	-2,592	-2,670	-2,670	-2,670	-2,670		-2,670
Depreciación		-2,000	-2,000	-2,000	-2,000	-2,000	-2,000	-2,000	-2,000		-2,000
IT efectivo		-150	-155	-159	-164	-169	-155	0	0		0
UAI		-172	-118	-61	-3	57	2,071	2,226	2,226		2,226
IUE		43	29	15	1	-14	-518	-556	-556		-556
UDI		-129	-88	-46	-2	43	1,553	1,669	1,669		1,669
Depreciación		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000					
Flujo de operación		1,871	1,912	1,954	1,998	2,043	1,553	1,669	1,669		1,669
Flujo de caja		-10,348	1,860	1,901	1,943	1,986	2,043	1,553	1,669		3,366
VAN		-1,465									
TIRm		12.83%									

Los indicadores financieros muestran que el proyecto no cumple con lo requerido para invertir (la empresa tendría que estar dispuesta a recibir una rentabilidad del 12.83% si decide invertir).

Asuma que, si se decide invertir, se podría financiar el 70% del valor del activo fijo con un préstamo bancario a 5 años plazo y a una tasa del 10%. A continuación se muestra el flujo de fondos del financiamiento:

% inversión AF a financiar	70.00%
Monto a financiar	7,000
Plazo financiamiento	5
Tasa de financiamiento	10.00%

Periodo	1	2	3	4	5
Saldo inicial periodo	7,000	5,600	4,200	2,800	1,400
Pago de capital	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
Pago de intereses	700	560	420	280	140
Saldo final periodo	5,600	4,200	2,800	1,400	0

Uno de los ejecutivos de la empresa se pregunta cómo cambiaría la evaluación del proyecto al tomar en cuenta los flujos del financiamiento.

ALTERNATIVA 1: Restar el flujo de caja total del financiamiento (capital + intereses) del flujo de caja del proyecto y descontar el flujo resultante al costo de capital propio del proyecto

Esta alternativa es la analizada anteriormente en el capítulo 2, por lo que a continuación se muestra el flujo de caja y VAN considerando el financiamiento:

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Flujo de caja proyecto	-10,348	1,860	1,901	1,943	1,986	2,043	1,553	1,669	3,366
Flujo financiamiento	7,000	-2,100	-1,960	1,820	-1,680	-1,540	0	0	0
Flujo accionista	-3,348	-240	-59	123	306	503	1,553	1,669	3,366

VAN accionista	-696
-----------------------	-------------

Como era de esperar, el VAN obtenido al considerar el financiamiento externo es mayor al VAN sin financiamiento. Esto se debe al efecto del apalancamiento financiero, ya que la rentabilidad requerida de los flujos del préstamo (10%) es menor a la rentabilidad requerida por los accionistas del proyecto (15%).

→ Mientras la tasa del financiamiento sea menor que la tasa de descuento (rentabilidad requerida) del proyecto, entonces el VAN con financiamiento va a ser mayor que el VAN sin financiamiento.

Esta manera de incluir el financiamiento es la más sencilla y rápida, pero no toma en cuenta el hecho de que el pago de intereses es un gasto deducible de impuestos, por lo que al pagar intereses el monto que se paga de impuestos debería disminuir y aumentar aún más el VAN que el calculado en esta alternativa (menor pago de impuestos, mayor flujo de caja del proyecto).

ALTERNATIVA 2: Inclusión de los flujos de caja del financiamiento en el flujo de caja del proyecto y cálculo del VAN con una tasa ponderada

Se incluye los flujos del financiamiento dentro el flujo del proyecto, y se descuenta este nuevo flujo de caja a la tasa ponderada entre la tasa requerida por los accionistas (rentabilidad requerida de la evaluación sin financiamiento) y la tasa requerida por los acreedores (tasa del financiamiento). Este flujo de fondos se llama “flujo de caja con financiamiento” y se muestra a continuación:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión activo fijo	-10,000								
Inversión capital trabajo	-348	-10	-11	-11	-11	0	0	0	392
Valor residual activo fijo									1,305
Prestamo	7,000								
Flujo de inversión	-3,348	-10	-11	-11	-11	0	0	0	1,697
Ventas		4,350	4,481	4,615	4,753	4,896	4,896	4,896	4,896
Costos		-2,372	-2,444	-2,517	-2,592	-2,670	-2,670	-2,670	-2,670
Depreciación		-2,000	-2,000	-2,000	-2,000	-2,000			
IT efectivo		-150	-155	-159	-164	-169	-169	0	0
Intereses		-700	-560	-420	-280	-140	0	0	0
UAI		-872	-678	-481	-283	-83	2,057	2,226	2,226
IUE		218	169	120	71	21	-514	-556	-556
UDI		-654	-508	-361	-212	-62	1,543	1,669	1,669
Depreciación		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000			
Pago préstamo		-1,400	-1,400	-1,400	-1,400	-1,400	0	0	0
Flujo de operación		-54	92	239	388	538	1,543	1,669	1,669
Flujo de caja	-3,348	-65	81	228	376	538	1,543	1,669	3,366

La diferencia con el flujo sin financiamiento radica en las líneas en rojo:

- En el flujo de inversión inicial se incluye el préstamo (ingreso de fondos) que el banco está dando;
- En el flujo de operación, dentro el estado de resultados, se incluye el pago de intereses del préstamo ya que constituyen un gasto deducible de impuestos (se puede ver que el IT efectivo y el IUE del flujo con financiamiento son diferentes al IT efectivo e IUE del flujo sin financiamiento);
- Después de sumar la depreciación a la UDI se le sustrae el pago de capital del préstamo bancario.

Una vez que se tiene el flujo de caja con financiamiento se debe proceder a calcular los indicadores financieros de viabilidad. Para esto se necesita determinar la tasa de descuento a utilizarse con estos “flujos con financiamiento”.

Una de las alternativas utilizadas comúnmente es utilizar una tasa ponderada entre la rentabilidad requerida por los accionistas y la tasa del financiamiento, llamada costo de capital del promedio ponderado. Los ponderadores utilizados son generalmente los % de la inversión inicial total que están aportando cada uno de estos inversionistas. En el caso del ejemplo:

Total inversión inicial	\$10,400	100%
Monto del préstamo	\$ 7,000	32.69%
Monto aportado accionistas	\$ 3,400	67.31%

Tasa de descuento ponderada = $15\% * 0.6731 + 10\% * 0.3269 = 11.63\%$

El argumento utilizado para utilizar esta tasa ponderada radica en que al estar financiado parte de los activos del proyecto con deuda se tiene dos grupos de interesados en el flujo del proyecto: los accionistas que demandan un 15% y los acreedores que demandan un 10%. Así, la tasa que compensa a ambos sería la ponderada de acuerdo a las participaciones de cada uno de estos grupos de inversionistas. Si se utiliza esta tasa de descuento, se obtiene el siguiente valor para el VAN:

VAN con financiamiento	344
-------------------------------	------------

Este VAN con financiamiento también resulta mayor que el VAN del proyecto sin financiamiento calculado previamente, y también resulta considerablemente más grande que el VAN con financiamiento calculado bajo la alternativa 1. Este supuesto “incremento de valor” del VAN producto del financiamiento (de -\$1,465 a \$344) está basado en tres cuestionamientos importantes que tiene esta alternativa:

1. La tasa ponderada tiene sentido cuando se está utilizando un flujo de fondos que pertenece a los dos grupos de inversionistas. Al analizar la construcción del flujo de fondos con financiamiento bajo esta alternativa, se observa que el flujo con financiamiento resultante solamente le pertenece a los accionistas, ya que los acreedores ya han tenido el pago de su rentabilidad (en los intereses) y la devolución de los fondos aportados (pago de capital del préstamo). Por lo tanto, el flujo de fondos resultante en esta evaluación le pertenece solamente a los accionistas y debe rendir la rentabilidad requerida por los mismos. Al descontar este flujo de fondos a la tasa ponderada (que es menor a la requerida) se está incrementando ficticiamente el VAN con financiamiento.
2. Los ponderadores de las tasas cambian a medida que se avanza en los periodos, lo que ocasiona que también deba cambiar la tasa ponderada. La manera como está construido el flujo de fondos hace que se vaya pagando la deuda periodo a periodo, lo que ocasiona que el % de activos financiados con deuda vaya disminuyendo hasta llegar a cero. Esto ocasiona que el considerar una tasa ponderada constante no sea correcto, ya que tiene mucha influencia en el valor del VAN (sobre todo si hay mucha diferencia entre la tasa de los accionistas y la de deuda).
3. El hecho de incluir los flujos de caja del financiamiento dentro un solo flujo de caja y descontar este flujo de caja a una tasa mayor que la del préstamo ocasiona que se logre un VAN positivo. El lector puede comprobar que, si se descuentan los flujos de caja del financiamiento a una tasa mayor al 10%, entonces se obtiene un VAN positivo (si los flujos de caja del financiamiento se descuentan al 10% el VAN es cero). Esto no tiene sentido, ya que el financiamiento por sí solo no debería añadir ningún valor al proyecto. Esto ocasiona que se incremente el VAN ficticiamente.

La suma de las consecuencias de estas tres observaciones son las causantes del aumento desmedido del VAN con financiamiento que se obtiene bajo esta alternativa.

ALTERNATIVA 3: Inclusión de los flujos de caja del financiamiento en el flujo de caja del proyecto y cálculo del VAN con la misma tasa requerida de la evaluación sin financiamiento

Dado que el flujo de caja calculado con financiamiento ya considera la devolución de la deuda y la rentabilidad de los acreedores, una segunda alternativa sería descontar este flujo de caja con financiamiento con la rentabilidad requerida por los accionistas (15%). El resultado es:

VAN con financiamiento	-316
-------------------------------	-------------

El valor obtenido es menor al de la alternativa 2 ya que la tasa de descuento es mayor.

Bajo esta alternativa se eliminan los dos primeros cuestionamientos de la alternativa 2, pero todavía está presente el tercer cuestionamiento.

ALTERNATIVA 4: Utilizar el flujo de caja sin financiamiento y la tasa ponderada para calcular el VAN con financiamiento

Otra alternativa es tomar el flujo de caja sin financiamiento y descontarlo a la tasa ponderada (ya que si hay financiamiento este flujo sin financiamiento debería pertenecer a todos los inversionistas, y en promedio la rentabilidad de los inversionistas es la tasa ponderada).

Si se toma el flujo de caja sin financiamiento y se calcula el VAN con la tasa del 11.63% se obtiene:

VAN	166
------------	------------

Esta alternativa tiene los cuestionamientos 2 y 3 de la alternativa 2 analizada.

ALTERNATIVA 5: Utilizar el método del Valor Actual Neto Ajustado (VANA)

Este método establece que el valor del proyecto con financiamiento es igual al valor del proyecto sin financiamiento más el valor presente de los beneficios / costos que el financiamiento pueda originar:

$$VAN_{cf} = VAN_{sf} + VAN_{financiamiento}$$

El $VAN_{financiamiento}$ resulta de calcular todos los beneficios y costos que el financiamiento que se está analizando produce, incluyendo cualquier costo de emisión de deuda o de acciones.

El financiamiento por si solo no debería generar ningún valor añadido, y esto se cumple si los flujos del financiamiento son descontados al presente usando una tasa de descuento igual a la tasa de interés del financiamiento. Usar una tasa de descuento para los flujos del financiamiento igual a la tasa de interés del financiamiento es teóricamente correcto, ya que se supone que esta tasa compensa el riesgo del financiador.

Entonces, ¿dónde están los beneficios del financiamiento? El beneficio del financiamiento es el efecto que tiene en el flujo del proyecto: los intereses que se pagan por la deuda son deducibles de impuestos, por lo que al pagar intereses se paga menos impuestos. El valor presente de este menor pago de impuestos viene a ser el valor añadido por el financiamiento al proyecto. Este valor presente se debe calcular utilizando una tasa de descuento igual a la tasa de interés del financiamiento, ya que este ahorro se está generando producto de los flujos del financiamiento.

A continuación se muestra el cálculo para el ejemplo que estamos analizando:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión activo fijo	-10,000								
Inversión capital trabajo	-348	-10	-11	-11	-11	0	0	0	
Valor residual activo fijo									1,305
REcuperación capital trabajo									392
Flujo de inversión	-10,348	-10	-11	-11	-11	0	0	0	1,697
Ventas		4,350	4,481	4,615	4,753	4,896	4,896	4,896	4,896
Costos		-2,372	-2,444	-2,517	-2,592	-2,670	-2,670	-2,670	-2,670
Depreciación		-2,000	-2,000	-2,000	-2,000	-2,000			
IT efectivo		-150	-155	-159	-164	-169	-155	0	0
UAI		-172	-118	-61	3	57	2,071	2,226	2,226
IUE		43	29	15	1	-14	-518	-556	-556
UDI		-129	-88	-46	-2	43	1,553	1,669	1,669
Depreciación		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000			
Flujo de operación		1,871	1,912	1,954	1,998	2,043	1,553	1,669	1,669
Flujo de caja	-10,348	1,860	1,901	1,943	1,986	2,043	1,553	1,669	3,366
VAN S/F @ 15%	-1,465								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Capital prestamo	7,000	-1,400	-1,400	-1,400	-1,400	-1,400	0	0	0
Interés préstamo		-700	-560	-420	-280	-140	0	0	0
Flujo financiamiento	7,000	-2,100	-1,960	-1,820	-1,680	-1,540	0	0	0
VAN financiamiento @ 10%	0								
VAN financiamiento @ 15%	769								
VAN financiamiento @ 8%	-353								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
IUE + IT sin financiamiento		-107	-125	-144	-163	-183	-673	-556	-556
IUE + IT con financiamiento		68	15	-39	-93	-148	-683	-556	-556
Diferencia		175	140	105	70	35	-11	0	0
VAN diferencia @ 10%	417								
VANA	-1,048								

En la primera parte de la tabla anterior se ve la evaluación sin financiamiento realizada anteriormente. En la segunda parte se muestra el flujo de caja del financiamiento y el cálculo del VAN del financiamiento usando diferentes tasas: se puede ver que si se descuentan los flujos del financiamiento al 15% (tasa del proyecto) se obtiene un VAN positivo (este hecho es el responsable en GRAN parte del incremento en el VAN de las alternativas 2,3 y 4). El cálculo correcto es el que está en el recuadro con un VAN de cero.

En la última parte se presenta la diferencia en el pago de impuestos producto del financiamiento. Los valores fueron obtenidos del flujo de caja sin financiamiento y del flujo de caja con financiamiento. El valor presente de este ahorro de impuestos da \$417, que sumados al VAN sin financiamiento de -\$1,465 se obtiene el VAN con financiamiento (-\$1,048).

RESUMEN DE LAS ALTERNATIVAS

La siguiente tabla resume las alternativas analizadas de considerar el financiamiento de la inversión (Recordar que $VAN_{sf} = -\$1,465$):

Alternativa	VAN	Cuestionamientos
Alternativa 1 – restar el flujo total del financiamiento del flujo del proyecto	-\$696	1. No toma en cuenta el incremento del flujo de caja del proyecto producto del menor pago de impuestos por el pago de intereses. 2. Diferente tipo de riesgo de los dos flujos: del proyecto y del financiamiento
Alternativa 2 – construcción del flujo de caja con financiamiento y uso de una tasa de descuento ponderada	+\$344	1. FC resultante solamente pertenece a los accionistas, por lo que debe rendir la tasa requerida por los mismos. 2. Las ponderaciones varían con el tiempo, por lo tanto la tasa ponderada no es constante. 3. Diferente tipo de riesgo de los dos flujos: del proyecto y del financiamiento
Alternativa 3 – construcción del flujo de caja con financiamiento y uso de la tasa de descuento de la evaluación sin financiamiento	-\$316	1. Diferente tipo de riesgo de los dos flujos: del proyecto y del financiamiento
Alternativa 4 – utilizar el flujo de caja sin financiamiento y la tasa ponderada	+\$166	1. Las ponderaciones varían con el tiempo, por lo tanto la tasa ponderada no es constante. 2. Diferente tipo de riesgo de los dos flujos: del proyecto y del financiamiento
Alternativa 5 – utilizar el método del VANA	-\$1,048	

La evaluación del proyecto sin financiamiento debería ser la que manda a la hora de decidir si invertir o no en un proyecto, ya que esta evaluación muestra si el proyecto entrega la rentabilidad requerida del mismo independiente de quien ponga la plata.

El objetivo de la evaluación con financiamiento no es decidir si invertir o no, sino más bien:

- a. *Analizar la viabilidad de una determinada estructura de financiamiento.* Como se vio anteriormente en el capítulo 3, los flujos de fondos, incluido el financiamiento, de cada periodo no pueden ser negativos debido a que se requeriría de financiamiento adicional. Si el flujo de fondos de varios periodos se vuelve negativo producto de los pagos del financiamiento, entonces en dichos periodos se requeriría préstamos puentes o aportes de capital de los accionistas. Es por esta razón que, si el flujo de fondos es negativo, se debería tratar de reestructurar las condiciones del financiamiento.
- b. *Elegir el mejor financiamiento entre diferentes alternativas.*
- c. *Ver el efecto del financiamiento en el valor del proyecto (calcular la rentabilidad de los accionistas)*

Desde este punto de vista, la evaluación con financiamiento no tiene relevancia, en la mayoría de los casos, a la hora de decidir la aceptación o no del proyecto. Una vez que se ve que el proyecto es factible, se recomienda utilizar la alternativa 5 (método del VANA) para analizar cuál es el VAN del proyecto con el financiamiento considerado. Para ver si los flujos del proyecto pueden cubrir las obligaciones del financiamiento, se recomienda utilizar la alternativa 1, ya que esta alternativa no toma en cuenta posibles ahorros impositivos que se podrían generar producto del financiamiento y por lo tanto es la alternativa conservadora.

5.1 CONCLUSIONES

El análisis del financiamiento de la inversión generalmente se lo realiza una vez que se ha visto que el proyecto es viable financieramente a través de la evaluación sin financiamiento. Sin embargo, muchas veces se realiza la evaluación con financiamiento a pesar de que el VAN sin financiamiento sea negativo. La razón detrás de esto es que si el VAN con financiamiento es positivo entonces se acepta el proyecto a pesar de que el VAN sin financiamiento es negativo. Esta situación se debería dar solamente si la empresa tiene una alta carga tributaria y está segura de poder hacer uso del ahorro impositivo del proyecto producto del endeudamiento.

En general, la factibilidad financiera de un proyecto se la ve a través de la evaluación sin financiamiento. Si el VAN sin financiamiento es negativo, entonces el proyecto no es factible y no hay para que analizar el financiamiento.

Si el proyecto es factible, la evaluación del financiamiento se debería reducir a calcular el flujo de caja del financiamiento y verificar que se pueden cubrir los flujos del mismo con los flujos del proyecto (utilizar la alternativa 1 estudiada). Asimismo, esta alternativa da una idea conservadora de la rentabilidad que los accionistas deberían esperar después de considerar el financiamiento (sin tomar en cuenta posibles ahorros tributarios del financiamiento). Si al final se quiere calcular un VAN con financiamiento, se recomienda utilizar el método del VANA.

EJERCICIOS

1. La empresa XYZ ha decidido invertir en el proyecto cuyos flujos de caja se muestran a continuación:

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flujo caja	200	220	240	250	300	350	400	470	520	600	700	1,250

- a) Si la inversión inicial es \$1,400 y la tasa de rentabilidad requerida es 20%, ¿se tomó una buena decisión al aceptar el proyecto?
- b) ¿Cuál es la rentabilidad que el proyecto estaría generando para los inversionistas?
- c) Se está considerando financiar la inversión inicial de la siguiente manera:
- Capital propio: \$400
 - Préstamo bancario de \$300 a 4 años plazo y a una tasa de interés del 13% anual (cuotas fijas anuales)
 - Préstamo bancario de \$300 a 6 años plazo y a una tasa de interés del 15% anual (cuotas fijas anuales)
 - Préstamo de terceras personas de \$400 a un plazo de 12 años. Cada año se pagaría solamente intereses y se devolvería todo el capital en el último año. La rentabilidad requerida por estos inversionistas estaría alrededor del 18% anual.

¿Es factible este financiamiento? Justifique su respuesta cuantitativamente.

- d) Existe la posibilidad de financiar los últimos \$400 con otro tipo de inversionistas que prestarían los fondos bajo las siguientes condiciones (en lugar del préstamo de terceras personas):
- Un pago anual igual al 35% del flujo de caja que queda después de pagar las respectivas cuotas a los bancos,
 - Un pago final en el año 12 que les garantice una rentabilidad del 19%
- ¿Cuál debería ser el monto de este pago final? ¿Es factible este financiamiento alternativo? Justifique su respuesta.
- e) ¿Cuál financiamiento se debería elegir: el de la letra c) o el de la letra d)?
- f) En función al financiamiento elegido, ¿Cuál sería la rentabilidad que los accionistas estarían obteniendo? ¿Cómo es esta rentabilidad comparada con la rentabilidad del proyecto sin financiamiento?

2. La empresa ABC está analizando la factibilidad de seguir arrendando los servicios de fletes de sus productos a Cochabamba o de adquirir un camión propio para sus distribuir sus productos directamente a este lugar. Para el análisis dispone de la siguiente información:

Actualmente la empresa está enviando sus productos a Cochabamba 2 veces por semana, debiendo cancelar \$7,000 (tiene crédito fiscal) mensuales por este servicio. En caso de adquirir un camión, este deberá recorrer la distancia entre Santa Cruz y Cochabamba, estimado en 500 kilómetros, 2 veces a la semana ida y vuelta (asuma 4 semanas por mes). El camión tiene un consumo de combustible de 5 kilómetros por litro (\$0.50 el litro de combustible). El sueldo básico del chofer se ha estimado en \$1,400 mensuales (asuma que los beneficios sociales representan un 35% del sueldo básico).

Según la operación del camión, deberá efectuarse un cambio de neumáticos dos veces al año (10 neumáticos). Se estima para ello un valor de \$600 (tiene crédito fiscal) cada uno; además, se ha calculado un consumo promedio anual de \$3,000 por concepto de filtros, lubricantes y mantenimiento (tiene crédito fiscal). Se contratará un seguro de \$2,500 anuales por concepto de daños a terceros, robos y cualquier otro imprevisto (se cancela al inicio de cada año) (tiene crédito fiscal).

El camión tendrá un costo de \$120,000 y será depreciado linealmente en 5 años con un valor residual cero. Sin embargo, se estima que este podría venderse al 30% de su valor de compra al final del periodo de evaluación, correspondiente a 5 años.

La empresa evalúa este tipo de proyectos al 12% anual y la tasa de impuestos a las utilidades es del 25%. Para financiar la inversión necesaria la empresa había contactado a su banco local, el cual le había dicho que podía financiarle el 80% de la inversión en el camión a 5 años plazo, con cuotas fijas anuales y una tasa de interés del 7%. Si le solicitan a usted que presente una evaluación considerando los flujos de caja del financiamiento dentro del flujo de caja del proyecto, ¿Cuál sería el VAN del proyecto con financiamiento?

3. Usted es dueño de un terreno que lo compró hace cuatro años por \$10,000 y cuyo valor comercial actual es \$12,000. Usted está analizando la posibilidad de invertir en un cierto proyecto industrial en este terreno, para lo que tendría que invertir en lo siguiente:

Construcciones:	\$15,000
Maquinaria:	\$45,000
Capital de trabajo:	10% de las ventas valoradas

Las construcciones serían depreciadas de manera lineal en un periodo de 20 años, mientras que la maquinaria sería depreciada de manera lineal en un periodo de 5 años. Se espera que el valor comercial de la maquinaria en el año cinco sea de \$5,000. Tanto las construcciones como la maquinaria tendrían crédito fiscal.

Usted espera que este proyecto le genere unas ventas valoradas de \$55,000 (incluido IVA) el primer año de operación, y que estas ventas crezcan un 10% al año hasta el año 5. Se estima que los costos operativos serían un 40% de las ventas (90% tendría crédito IVA) y que los gastos administrativos representarían un 10% de las ventas (70% tendría crédito IVA).

Finalmente, usted tiene la alternativa de financiar el 90% del valor de la maquinaria con un crédito a 3 años plazo, una tasa de interés del 10% y cuotas anuales fijas. Si la tasa de descuento relevante es 15%, calcule:

- Construya una tabla donde se muestre el IVA que se tendría que pagar en cada periodo.
 - Realice la evaluación sin considerar el financiamiento externo del proyecto (calcule el VAN sin financiamiento)
 - Calcule la cuota anual que tendría que pagar del préstamo.
 - Construya la tabla de amortización del préstamo.
 - Realice la evaluación considerando el financiamiento externo del proyecto (calcule el VAN con financiamiento). Utilice el método del VANA
4. El Sr. XX está analizando la posibilidad de instalar una fábrica de mayonesa. Luego de realizar todo un análisis del proyecto, el Sr. XX ha llegado a determinar que la inversión necesaria es:

Terreno:	\$2,500	Activo Diferido:	\$700
Maquina 1:	\$3,500	Capital de trabajo:	\$800
Maquina 2:	\$1,500	Construcciones:	\$3,000

La maquinaria tiene una vida tributaria de 5 años, las construcciones 40 años y el activo diferido de 4 años. Asuma que la vida útil de la maquina 1 es de 6 años y de la maquina 2 solamente de 4 años.

Después de hacer un análisis de mercado, el Sr. XX ha realizado una proyección de los ingresos y costos, obteniendo el siguiente resultado:

Ingresos proyectados: \$4,000/anual
Costos proyectados: \$1,000/anual

El proyecto sería financiado usando un 70% de deuda en todos los activos fijos, siendo esta deuda a 6 años plazo con una tasa de interés del 12% anual. El Sr. XX estima que su costo de capital propio es 16%.

Se pide calcular el VAN y la TIR para ambos tipos de evaluaciones.

5. La empresa Delta se encuentra evaluando la posibilidad de ejecutar un cierto proyecto en consorcio con la empresa Alfa. Los flujos de caja estimados de este proyecto se muestran a continuación (miles de \$):

Año	1	2	3	4	5	6	7	8
Flujo caja	1,700	2,000	7,000	10,000	12,000	12,000	12,000	25,000

La inversión inicial requerida para ejecutar este proyecto es de \$30 millones.

La empresa Delta acostumbra a financiar sus emprendimientos con capital propio, ya que a sus accionistas nunca les ha gustado el endeudamiento. Es por esta razón que los ejecutivos de Delta les habían planteado a los ejecutivos de Alfa que de realizarse el proyecto solamente podrían aportar con \$9 millones de la inversión inicial requerida. Los ejecutivos de Alfa habían manifestado que estaban muy interesados en realizar el proyecto y que ellos podrían aportar los otros \$21 millones, pero que ellos serían dueños del 70% del flujo de caja del proyecto y por lo tanto tendrían el manejo operativo del mismo.

A los ejecutivos de Delta no les gustó mucho la idea de no tener mucha participación operativa en el desarrollo del mismo, pero creían que de darse la inversión en esas proporciones no tenían muchas alternativas.

Uno de los ejecutivos de Delta creía firmemente que de invertir en el proyecto se debería entrar con una participación del 50%, por lo que había estado analizando alternativas de financiamiento para juntar los \$15 millones que se necesitaban. El creía que si fundamentaba bien su propuesta, podría convencer a los accionistas de Delta para que la empresa se endeude y aprovechar de esa manera el apalancamiento financiero para obtener una rentabilidad mayor al 16%, que es la rentabilidad mínima aceptable para este tipo de proyectos.

Actualmente estaba analizando dos alternativas para financiar los \$6 millones que faltan:

Alternativa 1

Financiamiento bancario por \$2 millones a un plazo de 6 años y una tasa de interés del 10% anual. Los pagos serían con cuotas fijas anuales.

Financiamiento de terceros por \$4 millones a un plazo de 8 años y una tasa de interés del 14%. Cada año se pagaría solamente intereses y se devolvería el capital al final del año 8.

Alternativa 2

Financiamiento bancario por \$2 millones a un plazo de 6 años y una tasa de interés del 10% anual. Los pagos serían con cuotas fijas anuales.

Financiamiento de inversionistas de riesgo por \$4 millones. Estos inversionistas estarían dispuestos a recibir una tasa de interés del 9% anual más un pago final que les garantice una rentabilidad del 16% sobre el monto invertido.

CAPÍTULO 6

ANÁLISIS INCREMENTAL DE ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN

El tema de flujos incrementales toma más relevancia cuando se trata de comparar diferentes alternativas excluyentes de inversión.

Por ejemplo, asuma que a usted le presentan dos alternativas para fabricar su producto: la alternativa A involucra un sistema de producción totalmente mecanizado y la alternativa B involucra un sistema de producción mixto entre mano de obra y mecánico. Ambas alternativas son excluyentes, ya que solamente se puede elegir una de ellas.

La metodología de evaluación que se usa depende las características de las alternativas:

- Si las alternativas tienen la misma vida útil, o
- Si las alternativas tienen vida útil diferente

6.1 ANÁLISIS CUANDO LA VIDA DE LAS ALTERNATIVAS ES IGUAL

En el caso de alternativas de igual vida útil, se puede construir el flujo de caja para cada una de las alternativas y elegir la alternativa con el mayor VAN.

Ejercicio 6.1: La empresa Delta se encuentra actualmente analizando dos alternativas para reemplazar su sistema actual de control. El sistema actual fue comprado hace tres años por \$350,000 (monto neto de IVA), está siendo depreciado de manera lineal en un periodo de 5 años, y su valor de mercado actual se estima en \$75,000 (neto de IVA). Este sistema se encontrará inoperativo a finales de este año, por lo que se necesita elegir una de las dos alternativas consideradas.

La primera alternativa es comprarle un nuevo sistema a la empresa Gama, el cual tiene un costo de \$400,000 (neto de IVA), sería depreciado en un periodo de 5 años, y su valor residual estimado dentro de 5 años es \$80,000 (neto de IVA). Los costos de operación estimados si se elige esta alternativa son \$40,000 (netos de IVA) al año.

La segunda alternativa es comprarle un nuevo sistema a la empresa Sigma, el cual tiene un costo de \$360,000 (neto de IVA), sería depreciado en un periodo de 5 años, y su valor residual estimado dentro de 5 años es \$70,000 (neto de IVA). Los costos de operación estimados si se elige esta alternativa serían de \$46,000 (netos de IVA) al año.

La empresa considera que la vida útil de ambas alternativas es de 5 años. Si el costo de capital de la empresa es 10%, ¿cuál alternativa se debe elegir?

A continuación se muestra la evaluación para cada una de las dos alternativas consideradas:

ALTERNATIVA 1: SISTEMA DE LA EMPRESA GAMA

	0	1	2	3	4	5
Compra sistema nuevo	-400,000					
Venta sistema actual	75,000					
Efecto impositivo venta sist. actual	16,250					
Valor residual sistema nuevo						80,000
Efecto impositivo venta sist. nuevo						-20,000
Flujo de inversión	-308,750	0	0	0	0	60,000
Costos de operación		-40,000	-40,000	-40,000	-40,000	-40,000
Depreciación sistema nuevo		-80,000	-80,000	-80,000	-80,000	-80,000
Depreciación sistema actual		70,000	70,000			
UAI		-50,000	-50,000	-120,000	-120,000	-120,000
IUE		12,500	12,500	30,000	30,000	30,000
UDI		-37,500	-37,500	-90,000	-90,000	-90,000
Depreciación sistema nuevo		80,000	80,000	80,000	80,000	80,000
Depreciación sistema actual		-70,000	-70,000	0	0	0
Flujo de operación		-27,500	-27,500	-10,000	-10,000	-10,000
Flujo de caja	-308,774	-27,500	-27,500	-10,000	-10,000	50,000
VAN	-339,774					

ALTERNATIVA 2: SISTEMA DE LA EMPRESA SIGMA

	0	1	2	3	4	5
Compra sistema nuevo	-360,000					
Venta sistema actual	75,000					
Efecto impositivo venta sist. actual	16,250					
Valor residual sistema nuevo						70,000
Efecto impositivo venta sist. nuevo						-17,500
Flujo de inversión	-268,750	0	0	0	0	52,500
Costos de operación		-46,000	-46,000	-46,000	-46,000	-46,000
Depreciación sistema nuevo		-72,000	-72,000	-72,000	-72,000	-72,000
Depreciación sistema actual		70,000	70,000			
UAI		-48,000	-48,000	-118,000	-118,000	-118,000
IUE		12,000	12,000	29,500	29,500	29,500
UDI		-36,000	-36,000	-88,500	-88,500	-88,500
Depreciación sistema nuevo		72,000	72,000	72,000	72,000	72,000
Depreciación sistema actual		-70,000	-70,000	0	0	0
Flujo de operación		-34,000	-34,000	-16,500	-16,500	-16,500
Flujo de caja	-268,750	-34,000	-34,000	-16,500	-16,500	36,000
VAN	-329,072					

La mejor alternativa es la alternativa 2, ya que tiene el VAN mayor (en este caso, menos negativo).

La depreciación del sistema actual representa un ingreso en términos incrementales ya que al liquidar el sistema actual en el periodo cero se está “ahorrando” su costo de depreciación de los dos siguientes años. El IUE positivo indica que al incurrir en los costos de los nuevos sistemas la utilidad de la empresa disminuirá en estos montos causando que el IUE a pagar disminuya.

Sin embargo, muchas veces es más sencillo construir un flujo de caja incremental entre dos alternativas, llamado flujo de caja “versus”.

En este flujo de caja incremental se compara elegir la alternativa A en lugar de la alternativa B, y los flujos de caja se construyen siguiendo la siguiente regla:

- Todos los ingresos de la alternativa A se registran con signo positivo en el flujo de caja;
- Todos los ingresos de la alternativa B se registran con signo negativo en el flujo de caja (los ingresos de la alternativa B representan un costo de oportunidad, ya que se están dejando de recibir por elegir la alternativa A);
- Todos los egresos de la alternativa A se registran con signo negativo en el flujo de caja;
- Todos los egresos de la alternativa B se registran con signo positivo en el flujo de caja (ya que representan un costo de oportunidad, puesto que al elegir la alternativa A en lugar de la B se están dejando de incurrir).

Una vez construido el flujo de fondos incremental se procede a calcular el VAN. La interpretación de este indicador es:

- Si el VAN es positivo, entonces se debe elegir la alternativa A;
- Si el VAN es negativo, entonces se debe elegir la alternativa B

Ejercicio 6.2: Para el caso del ejemplo 6.1, en lugar de dos evaluaciones se podría haber construido un solo flujo de caja que permita tomar la decisión:

GAMA VS. SIGMA						
	0	1	2	3	4	5
Sistema Gama	-400,000					
Sistema Sigma	360,000					
Valor residual Gama						80,000
Valor residual Sigma						-70,000
Efecto impositivo Gama						-20,000
Efecto impositivo Sigma						17,500
Flujo de inversión incremental	-40,000	0	0	0	0	7,500
Costos de operación Gama		-40,000	-40,000	-40,000	-40,000	-40,000
Costos de operación Sigma		46,000	46,000	46,000	46,000	46,000
Depreciación Gama		-80,000	-80,000	-80,000	-80,000	-80,000
Depreciación Sigma		72,000	72,000	72,000	72,000	72,000
UAI incremental		-2,000	-2,000	-2,000	-2,000	-2,000
IUE incremental		500	500	500	500	500
UDI incremental		-1,500	-1,500	-1,500	-1,500	-1,500
Depreciación Gama		80,000	80,000	80,000	80,000	80,000
Depreciación Sigma		-72,000	-72,000	-72,000	-72,000	-72,000
Flujo de operación incremental		6,500	6,500	6,500	6,500	6,500
Flujo de caja incremental	-40,000	6,500	6,500	6,500	6,500	14,000
VAN incremental	-10,703					

El VAN negativo indica que la alternativa de Sigma es mejor que la alternativa de Gama.

Se puede observar que:

- El valor del VAN incremental es exactamente igual a la diferencia del VAN de la alternativa 1 (Gama) y la alternativa 2 (Sigma).
- El costo del sistema Sigma se coloca positivo ya que se está dejando de comprar este sistema por comprar el sistema de Gama.
- La venta del sistema actual no se considera debido a que independiente de la alternativa elegida el sistema actual se venderá, por lo que no representa un flujo incremental.
- El valor residual de Sigma es negativo ya que se está dejando de recibir este monto en el periodo 5 por haber elegido la alternativa de Gama en el periodo cero.
- El efecto impositivo de Sigma es positivo debido a que se está dejando de pagar este impuesto porque se eligió Gama en lugar de Sigma.
- La depreciación del sistema actual no se considera debido a que no representa un flujo de caja incremental (está presente en ambas alternativas).
- El IUE incremental de \$500 significa que al elegir la alternativa Gama se paga \$500 menos en impuestos que si se hubiera elegido la alternativa de Sigma.

Finalmente, si se hubiera evaluado “Sigma vs. Gama” se hubiera llegado al mismo valor de VAN pero con signo cambiado (todos los flujos de caja tendrían signo cambiado).

Ejercicio 6.3: La empresa Alfa S.A. está analizando la posibilidad de cambiar su flota de camionetas. Las camionetas actuales fueron compradas hace dos años por \$350,000 (incluye IVA), y están siendo depreciadas en un periodo de 5 años.

La empresa Alfa está considerando las siguientes dos propuestas:

- a) La empresa Beta le ofrece camionetas marca XX con un costo de \$380,000 (incluye IVA), y le acepta las camionetas actuales por \$80,000 como parte de pago.
- b) La empresa Gama le ofrece camionetas marca YY con un costo de \$310,000 (incluye IVA), y le acepta las camionetas actuales por \$70,000 como parte de pago.

La empresa estima que, si no cambia sus camionetas actuales, podría utilizarlas todavía por 5 años más, siendo sus costos de operación anuales estimados los siguientes (el 60% tiene crédito fiscal):

Año	1	2	3	4	5
Costos de operación	\$99,000	\$148,500	\$181,500	\$222,750	\$247,500

El siguiente cuadro muestra los costos de operación de las dos alternativas consideradas (el 60% tiene crédito fiscal):

Año	1	2	3	4	5
Costo operación XX	\$30,000	\$55,000	\$99,000	\$148,500	\$181,500
Costo operación YY	\$45,000	\$72,000	\$119,000	173,500	\$211,500

Si se decide cambiar las camionetas, las nuevas camionetas serían depreciadas en un periodo de 5 años, y su valor de mercado estimado al final de estos cinco años es de \$38,000 para las camionetas XX y \$31,000 para las camionetas YY. El costo de capital propio de la empresa es 15%.

- a) Si la empresa decide cambiar las camionetas, ¿qué camionetas debería escoger: las XX o las YY?
 b) Asumiendo que el valor de mercado de las camionetas actuales dentro de cinco años es cero, ¿le conviene a la empresa cambiar sus camionetas ahora?

Para responder la pregunta a) se procede a comparar las dos alternativas consideradas:

CAMIONETAS XX VS. CAMIONETAS YY						
	0	1	2	3	4	5
Compra camionetas nuevas	-60,900					
Venta camionetas actuales	8,700					
Efecto impositivo camionetas actuales	-2,175					
Valor residual camionetas nuevas						6,090
Efecto impositivo camionetas nuevas						-1,523
Flujo de inversión incremental	-54,375	0	0	0	0	4,568
Costos de operación incrementales		13,830	15,674	18,440	23,050	27,660
Depreciaciones incrementales		-12,180	-12,180	-12,180	-12,180	-12,180
UAI incremental		1,650	3,494	6,260	10,870	15,480
IUE incremental		-413	-874	-1,565	-2,718	-3,870
UDI incremental		1,238	2,621	4,695	8,153	11,610
Depreciaciones incrementales		12,180	12,180	12,180	12,180	12,180
Flujo de operación incremental		13,418	14,801	16,875	20,333	23,790
Flujo de caja incremental	-54,375	13,418	14,801	16,875	20,333	28,358
VAN incremental	5,303	VAN > 0 => Se debería elegir las camionetas XX sobre las YY				

- El monto de compra de camionetas corresponde a la diferencia de los costos de XX y YY (netos de IVA).
- El monto de venta de camionetas actuales es la diferencia en el precio al cual son entregadas las camionetas actuales dependiendo cuales camionetas se compran (neto de IVA).
- El valor residual de las camionetas es la diferencia de los valores residuales de cada alternativa.

Para responder la pregunta b) se procede a comparar la mejor de las alternativas (camionetas XX) versus no cambiar las camionetas:

CAMIONETAS XX VS. CAMIONETAS ACTUALES

	0	1	2	3	4	5
Compra camionetas nuevas	-330,600					
Venta camionetas actuales	69,600					
Efecto impositivo camionetas actuales	28,275					
Valor residual camionetas nuevas						33,060
Efecto impositivo camionetas nuevas						-8,265
Flujo de inversión incremental	-232,725	0	0	0	0	24,795
Costos de operación incrementales		63,618	86,207	76,065	68,459	60,852
Depreciaciones incrementales		-5,220	-5,220	-66,120	-66,120	-66,120
UAI incremental		58,398	80,987	9,945	2,339	-5,268
IUE incremental		-14,600	-20,247	-2,486	-585	1,317
UDI incremental		43,799	60,740	7,459	1,754	-3,951
Depreciaciones incrementales		5,220	5,220	66,120	66,120	66,120
Flujo de operación incremental		49,019	65,960	73,579	67,874	62,169
Flujo de caja incremental	-232,725	49,019	65,960	73,579	67,874	86,964
VAN incremental	-9,802	VAN < 0 => No se deberían cambiar las camionetas actuales				

Un proceso normal y frecuente en toda empresa es la asignación de costos indirectos a unidades de negocios. Al evaluar un proyecto que involucra asignaciones de costos, debe tenerse cuidado con el tratamiento de los mismos: si estos costos asignados no se ven modificados por la ejecución del proyecto, entonces los mismos no deben ser tomados en cuenta en el proyecto.

Ejercicio 6.4: La empresa Sigma se encuentra evaluando la posibilidad de cerrar su departamento de ingeniería y subcontratar la misma cuando necesite. El departamento de ingeniería tiene actualmente los siguientes costos anuales:

Item	Costo (\$)
Personal	3,000
Insumos	500
Energía	400
Gasto vigilancia (asignado)	500
Gastos generales (asignado)	300
Total costo	4,700

Este departamento utiliza una infraestructura que costó \$25,000 cuatro años atrás, la cual se está depreciando tributariamente en 40 años. Tiene activos que fueron renovados tres años atrás por \$12,000, de los cuales se debe reemplazar este año un activo que costo \$3,000 en caso no se subcontrate el servicio. Se estima que el valor de liquidación actual del activo que estaría siendo reemplazado es \$600, y que el costo del activo nuevo sería \$2,600. Este activo nuevo tendría una vida útil de 6 años y un valor de liquidación de \$250 al final de esta vida útil. Se estima que el resto de los activos tienen una vida útil adicional de 6 años con un valor de liquidación despreciable al final de este periodo. El valor de liquidación actual del resto de los activos se estima en \$6,500. Todos estos activos son depreciados en un periodo tributario de 5 años.

La infraestructura ocupada por ingeniería no puede ser vendida debido a que se encuentra dentro las oficinas de la empresa, pero podría ser ocupada por otra división de la empresa que estaba requiriendo una inversión en infraestructura de \$10,000.

Si se decide subcontratar, se podría reducir los gastos generales de la empresa en \$100, pero los gastos de vigilancia no podrían ser reducidos.

El departamento de ingeniería presta servicios en su mayoría para los proyectos de la empresa, pero también presta sus servicios a terceros generando una facturación para la empresa de \$1,100 anuales. Se estima que el costo del subcontrato de ingeniería sería de \$6,800 anuales. Si todos los montos anteriores son netos de IVA y la tasa de descuento para esta decisión sería del 10%, ¿conviene subcontratar?

Para tomar una decisión se podría construir un flujo de caja para cada alternativa o construir el flujo incremental de las dos alternativas. A continuación se muestra el flujo de caja incremental de las dos alternativas:

Subcontratar vs. No Subcontratar							
	0	1	2	3	4	5	6
Infraestructura nueva	10,000						-8,500
Equipo nuevo	2,600						-188
Equipo actual	5,775						
FI	18,375	0	0	0	0	0	-8,688
Costo subcontrato		-6,800	-6,800	-6,800	-6,800	-6,800	-6,800
Ahorro costos		4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Ventas perdidas de ingeniería a terceros		-1,100	-1,100	-1,100	-1,100	-1,100	-1,100
Depreciación infraestructura nueva		250	250	250	250	250	250
Depreciación equipo nuevo		520	520	520	520	520	520
Depreciación equipo actual		1,800	1,800				
UAI		-1,330	-1,330	-3,130	-3,130	-3,130	-3,130
IUE		399	399	939	939	939	939
UDI		-931	-931	-2,191	-2,191	-2,191	-2,191
Depreciación infraestructura nueva		-250	-250	-250	-250	-250	-250
Depreciación equipo nuevo		-520	-520	-520	-520	-520	-520
Depreciación equipo actual		-1,800	-1,800	0	0	0	0
FO		-3,501	-3,501	-2,961	-2,961	-2,961	-2,961
FC	18,375	-3,501	-3,501	-2,961	-2,961	-2,961	-11,649
VAN incremental	-362						

Antes de analizar los resultados, algunas observaciones importantes de este flujo de caja:

- La venta del activo que estaría siendo remplazado no se considera en este flujo de caja, ya que esta presente en ambas alternativas.
- Si se decide subcontratar, ya no se invertiría en la estructura nueva ni en el equipo nuevo, por lo que aparecen como positivos en el FC. Los valores negativos del periodo 6 de estos ítems corresponden a sus valores de liquidación. Son negativos debido a que, al subcontratar, ya no se compran los activos en t=0 PERO también ya no tenemos los mismos en t=6. El valor del equipo nuevo (\$188) corresponde al valor neto de impuesto a la renta por la venta ($\$250 * 0.75$).

- Si se decide subcontratar, se venden los equipos actuales en \$6,500. El valor contable de estos equipos es \$3,600, por lo que el monto neto de impuestos es \$5,775.
- Al subcontratar, se paga \$6,800 cada año, pero se ahorra los costos del departamento de ingeniería: \$3,000 en personal, \$500 en insumos, \$400 en energía y solamente \$100 en gastos generales. Notar que no se incluyen los gastos de vigilancia y \$200 de gastos generales ya que estos seguirán independiente de la decisión que se tome.
- Al subcontratar, se pierden las ventas a terceros que realizaba el departamento de ingeniería.
- Las depreciaciones son positivas debido a que, al subcontratar, nos estamos ahorrando estos costos (luego se revierten para calcular el flujo operativo).

El VAN es negativo, indicando que es mejor no subcontratar. Si se hubiera considerado erróneamente el total del costo del departamento de ingeniería como ahorro (\$4,700), el VAN hubiera salido positivo con un valor de \$1,772, cambiando totalmente el resultado de la evaluación. Se debe tener mucho cuidado con la asignación de costos contables al momento de evaluar un proyecto. Si estos costos asignados no cambian producto de la decisión que se quiere tomar, entonces no se deben incluir en la evaluación.

6.2 ANÁLISIS CUANDO LA VIDA DE LAS ALTERNATIVAS ES DIFERENTE

Cuando las alternativas no tienen una vida útil igual, la evaluación depende de si los proyectos son replicables o no replicables. Proyectos replicables son aquellos en los cuales una vez se llega a la vida útil se vuelve a realizar una nueva inversión, mientras que los no replicables son aquellos en los cuales solamente se realizara una sola inversión.

a. *Proyectos no replicables*

Cuando los proyectos son no replicables, basta con calcular el VAN de cada alternativa y elegir la alternativa con mayor VAN.

Por ejemplo, asuma que la empresa Alfa se encuentra evaluando dos alternativas excluyentes de inversión. A continuación se muestran los flujos de caja de cada una de estas dos alternativas:

Periodo	0	1	2	3	4	5
Alternativa A	-300	100	100	300		
Alternativa B	-500	200	150	150	150	150

El proyecto A tiene una duración de 3 periodos y el proyecto B de 5 periodos. No se puede volver a invertir en ninguno de los dos proyectos al final de la vida de los mismos (proyectos no replicables). La tasa de descuento para ambos proyectos es 10%.

Como los proyectos son no replicables, basta con calcular el VAN de cada uno de ellos y elegir el que tiene mayor VAN:

$$VAN_A = -300 + \frac{100}{1.10^1} + \frac{100}{1.10^2} + \frac{300}{1.10^3} = \$98.95$$

$$VAN_B = -500 + \frac{200}{1.10^1} + \frac{150}{1.10^2} + \frac{150}{1.10^3} + \frac{150}{1.10^4} + \frac{150}{1.10^5} = \$114.07$$

Como el VAN de la alternativa B es mayor que el de la alternativa A, entonces se debe elegir la alternativa B.

b. *Proyectos replicables*

En el caso de proyectos replicables la alternativa más utilizada para la evaluación es el método del Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) o Ingresos Anual Uniforme Equivalente (IAUE).

Mediante este método se transforma un cierto flujo de caja en una anualidad equivalente. El monto de esta anualidad representa el costo o beneficio por periodo de elegir una alternativa, por lo que luego se puede comparar las alternativas directamente eligiendo la que tenga menor costo anual o mayor ingreso anual equivalente.

En el ejercicio anterior de las alternativas A y B, asuma ahora que los proyectos son replicables. Es decir, si se ejecuta el proyecto A, se reinvierte cada 3 años \$300 para luego recibir \$100, \$100 y \$300. Lo mismo para el proyecto B pero cada cinco años se invierte \$500.

Para ver cual proyecto es mejor, vamos a calcular el IAUE de cada uno de ellos. Primero se calcula el VAN de cada una de las alternativas, el cual ya fue calculado previamente:

$$\begin{aligned} \text{VAN}_A &= \$98.95 \\ \text{VAN}_B &= \$114.07 \end{aligned}$$

Luego, se debe encontrar el valor de una cuota anual constante que tiene el mismo valor actual neto que el calculado anteriormente. En el caso del proyecto A, se debe calcular la cuota de una anualidad de tres periodos que tenga un VAN de \$98.95. En el caso del proyecto B, se debe calcular la cuota de una anualidad de cinco periodos que tenga un VAN de \$114.07.

$$\begin{aligned} 98.95 &= \frac{\text{IAUE}_A}{0.10} \times \left(1 - \frac{1}{1.10^3}\right) \\ 114.07 &= \frac{\text{IAUE}_B}{0.10} \times \left(1 - \frac{1}{1.10^5}\right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{IAUE}_A &= \$39.79 \\ \text{IAUE}_B &= \$30.09 \end{aligned}$$

Luego, si los proyectos son replicables se debería elegir el proyecto A en lugar del B.

Ejercicio 6.4: La empresa Alfa se encuentra actualmente evaluando cual sería la mejor alternativa para eliminar sus desperdicios. La empresa está considerando tres alternativas:

Alternativa A:

Inversión en maquinaria: \$10,000 (tiene crédito fiscal)
Vida contable de la maquinaria: 5 años
Vida útil de la maquinaria: 6 años
Valor de mercado de la maquinaria al final de los 6 años: \$1,000
Costo operativo: \$4,000/año (60% tiene crédito fiscal)
Costo de mantenimiento: \$2,500/año (70% tiene crédito fiscal)
Capital de trabajo necesario: 10% del costo operativo mas costo de mantenimiento

Alternativa B:

Inversión en maquinaria: \$19,000 (tiene crédito fiscal)
Vida contable de la maquinaria: 5 años
Vida útil de la maquinaria: 10 años
Valor de mercado de la maquinaria al final de los 10 años: \$4,500
Costo operativo: \$2,900/año (80% tiene crédito fiscal)
Costo de mantenimiento: \$1,900/año (70% tiene crédito fiscal)
Capital de trabajo necesario: 8% del costo operativo mas el costo de mantenimiento

Alternativa C:

Inversión en equipos menores: \$3,000 (tiene crédito fiscal)

Vida contable de los equipos: 4 años

Vida útil de los equipos: 3 años

Valor de mercado de los equipos al final de los tres años: cero

Costo operativo: \$8,500/año (40% tiene crédito fiscal)

Costo de mantenimiento: cero

Capital de trabajo necesario: 25% de los costos operativos

Si la tasa de descuento relevante para tomar esta decisión es 10%, ¿qué alternativa se debe elegir? Asuma que al final de cada vida útil la empresa puede comprar un equipo igual al mismo precio.

Para decidir cuál alternativa es mejor de las tres se utilizará al método del CAUE (ya que la vida de cada alternativa es diferente). A continuación se muestra el cálculo del VAN y del CAUE para cada una de las alternativas propuestas:

ALTERNATIVA A											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maquinaria	-8,700										
Valor residual maquinaria							870				
Efecto impositivo							-218				
Capital de trabajo	-596										
Recuperación capital de trabajo							596				
Flujo de inversión	-9,296	0	0	0	0	0	1,249	0	0	0	0
Costo operativo		-3,688	-3,688	-3,688	-3,688	-3,688	-3,688				
Costo de mantenimiento		-2,273	-2,273	-2,273	-2,273	-2,273	-2,273				
Depreciación maquinaria		-1,740	-1,740	-1,740	-1,740	-1,740					
UAI		-7,701	-7,701	-7,701	-7,701	-7,701	-5,961	0	0	0	0
IUE		1,925	1,925	1,925	1,925	1,925	1,490	0	0	0	0
UDI		-5,775	-5,775	-5,775	-5,775	-5,775	-4,470	0	0	0	0
Depreciación maquinaria		1,740	1,740	1,740	1,740	1,740	0	0	0	0	0
Flujo de operación		-4,035	-4,035	-4,035	-4,035	-4,035	-4,470	0	0	0	0
Flujo de caja	-9,296	-4,035	-4,035	-4,035	-4,035	-4,035	-3,222	0	0	0	0
VAN Alternativa A	-26,412										
CAUE Alternativa A	-6,064										

ALTERNATIVA B

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maquinaria	-16,530										
Valor residual maquinaria											3,915
Efecto impositivo											-979
Capital de trabajo	-346										
Recuperación capital de trabajo											346
Flujo de inversión	-16,876	0	3,282								
Costo operativo		-2,598	-2,598	-2,598	-2,598	-2,598	-2,598	-2,598	-2,598	-2,598	-2,598
Costo de mantenimiento		-1,727	-1,727	-1,727	-1,727	-1,727	-1,727	-1,727	-1,727	-1,727	-1,727
Depreciación maquinaria		-3,306	-3,306	-3,306	-3,306	-3,306					
UAI		-7,632	-7,632	-7,632	-7,632	-7,632	-4,326	-4,326	-4,326	-4,326	-4,326
IUE		1,908	1,908	1,908	1,908	1,908	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081
UDI		-5,724	-5,724	-5,724	-5,724	-5,724	-3,244	-3,244	-3,244	-3,244	-3,244
Depreciación maquinaria		3,306	3,306	3,306	3,306	3,306	0	0	0	0	0
Flujo de operación		-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-3,244	-3,244	-3,244	-3,244	-3,244
Flujo de caja	-16,876	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-3,244	-3,244	-3,244	-3,244	38

VAN Alternativa B	-27,872
CAUE Alternativa B	-4,536

ALTERNATIVA C

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maquinaria	-2,610										
Valor residual maquinaria				0							
Efecto impositivo				0							
Capital de trabajo	-1,959										
Recuperación capital de trabajo				1,959							
Flujo de inversión	-4,569	0	0	1,959	0						
Costo operativo		-7,837	-7,837	-7,837							
Costo de mantenimiento		0	0	0							
Depreciación maquinaria		-653	-653	-653							
UAI		-8,490	-8,490	-8,490	0						
IUE		2,122	2,122	2,122	0	0	0	0	0	0	0
UDI		-6,367	-6,367	-6,367	0	0	0	0	0	0	0
Depreciación maquinaria		653	653	653	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de operación		-5,715	-5,715	-5,715	0						
Flujo de caja	-4,569	-5,715	-5,715	-5,715	0						

VAN Alternativa C	-17,309
CAUE Alternativa C	-6,960

Para calcular el CAUE de cada alternativa se utilizó la fórmula de valor presente de una anualidad y se despejo la cuota. Para la alternativa A se utilizó 6 periodos, para la alternativa B 10 periodos y para la C 3 periodos.

De los valores obtenidos, la mejor alternativa es la B, ya que tiene el menor CAUE.

Este método tiene la ventaja de que el costo anual equivalente de una alternativa es la suma de los costos anuales equivalente de cada uno de los flujos que componen dicha alternativa. Esto permite que muchas veces sea más sencillo separar el flujo de caja de una alternativa en diferentes flujos de caja, calcular el costo anual equivalente para cada uno de ellos y luego sumar todos estos costos anuales equivalentes para encontrar el costo anual equivalente de la alternativa.

6.3 ÁRBOLES DE DECISIÓN

Los árboles de decisión son una herramienta que nos permite analizar proyectos que tienen decisiones escalonadas que dependen de decisiones o sucesos anteriores, como también elegir entre varias alternativas independientes. Representan un mapa de los posibles resultados de una serie de decisiones relacionadas, como también un modelo esquemático de las alternativas disponibles y de las consecuencias posibles de cada una. Los árboles de decisión están formados por:

- **Nodos de Decisión:** Representan puntos de decisión y se dibujan como cuadrados.
- **Nodos de Probabilidad:** Representan puntos de eventos aleatorios que no están bajo el control del decisor. Se representan con un círculo.
- **Nodos Terminales:** Representan el final de una rama. Se representan en forma de triángulo.
- **Ramas:** Las ramas salen tanto de los nodos de decisión como de los de probabilidad. Las ramas que salen de los nodos de decisión representan las alternativas posibles entre las cuales el decisor debe tomar una decisión. Las ramas que salen de los nodos de probabilidad representan los eventos que pueden ocurrir. Cada rama que sale de un nodo circular tiene que tener asociada una probabilidad, y la suma de todas las probabilidades que salen de un cierto nodo circular tiene que ser uno (1).

Los árboles de decisión son útiles cuando existen alternativas o cursos de acción bien definidos y las incertidumbres asociadas a los nodos circulares pueden ser cuantificadas (probabilidades de ocurrencia de los eventos).

La manera como se construye un árbol de decisión es:

- a) Se identifican todas las alternativas que se están considerando (nodos de decisión)
- b) Se identifican los posibles eventos aleatorios que pueden suceder después o antes de cada decisión (nodos probabilísticos)
- c) Se identifican los nodos finales que cierran cada rama.
- d) Se identifica la secuencia de eventos y decisiones (puede haber dos nodos de decisión seguidos y/o dos nodos de probabilidad seguidos).
- e) Se construye el árbol de izquierda a derecha.
- f) Se asigna probabilidades a cada rama que sale de un nodo probabilístico. Se debe verificar que la suma de probabilidades de todas las ramas que salen de un mismo nodo sea 1 (100%).
- g) En cada rama que sale de un nodo de decisión se identifica el monto que se debe invertir en caso se termine eligiendo dicha rama.
- h) Se calcula el valor de cada alternativa en el nodo final de cada rama. La mejor manera de proceder es considerar todas las inversiones que han ocurrido antes del nodo final como costos hundidos, y calcular el valor solamente de lo que se recibirá y/o gastará a partir del nodo final. Luego, una vez que vayamos para atrás, se ira considerando las respectivas inversiones y/o costos que fueron considerados como hundidos en los nodos finales.
- i) Una vez que se ha calculado el valor de cada nodo final, se procede hacia atrás (de derecha a izquierda, hasta llegar al nodo inicial):
 - El valor de un nodo probabilístico es igual al valor esperado de todas las ramas que componen dicho nodo. Por lo tanto, en cada nodo probabilístico se debe calcular este valor esperado. El valor esperado es simplemente la sumatoria del valor de cada rama multiplicado por la probabilidad de cada rama:

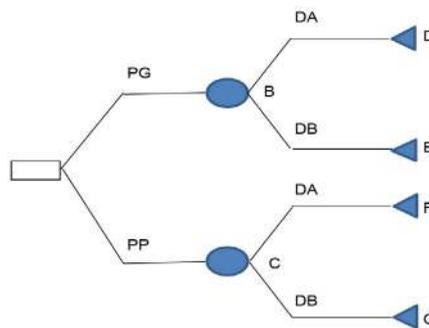
$$\sum_{i=1}^N p_i \times V_i \quad \text{donde } p_i = \text{probabilidad de la rama } i; V_i = \text{valor de la rama } i.$$

- El valor de un nodo de decisión es igual al mejor valor de todas las ramas que salen de este nodo. Para calcular el valor de una rama que sale de un nodo de decisión, simplemente se resta el monto de inversión de dicha rama del valor del nodo siguiente. Una vez identificados los valores de todas las ramas que salen de un nodo de decisión, se escoge la de mayor valor y se le asigna este valor al nodo.

Unos ejemplos servirán para entender la metodología de árboles de decisión:

Ejercicio 6.5: La empresa Alfa ha decidido ampliar la capacidad de producción de su planta, y necesita decidir si invertir en una planta grande o una planta pequeña. La planta grande requiere una inversión de \$12,000, y en caso la demanda resulte ser alta se esperaría un flujo de caja de \$3,500/año. Si se invierte en la planta grande y la demanda resulta ser baja se esperaría un flujo de caja de \$500/año. La planta pequeña requiere una inversión de \$6,000, y en caso la demanda resulte ser alta se esperaría un flujo de caja de \$1,000/año. Si se invierte en la planta pequeña y la demanda resulta ser baja se esperaría un flujo de caja de \$600/año. Si actualmente se estima una probabilidad del 30% que la demanda sea alta y la tasa de descuento es del 10%, ¿Qué planta se debe comprar?

En este ejercicio tenemos un solo nodo de decisión (decidir si comprar la planta grande o la pequeña) y un nodo aleatorio (que la demanda resulte alta o baja). A continuación se muestra el árbol de decisión:

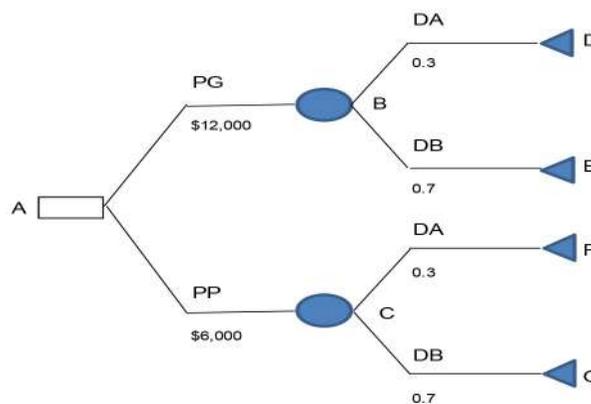


Lo primero que debemos hacer es tomar una decisión, que es invertir en la planta grande (PG) o en la planta pequeña (PP). Esta decisión está representada por el nodo de decisión A, del cual salen dos ramas: PG y PP.

Luego, en cada rama, sigue un nodo probabilístico, que representa el evento aleatorio que la demanda resulte alta o baja (nodos B y C). De cada uno de estos nodos salen dos ramas: demanda alta (DA) o demanda baja (DB).

Finalmente, los nodos D,E,F,G representan los nodos terminales de cada rama.

Una vez concluido el árbol, se debe asignar probabilidades a todas las ramas que salen de un nodo probabilístico, y el monto que se debe invertir a todas las ramas que salen de un nodo de decisión:



Luego, se procede a calcular el valor de los nodos terminales D,E,F y G. Para esto, se asume que todos los costos y/o ingresos que ocurrieron antes de estos nodos son hundidos:

- Nodo final D: significa que se eligió la planta grande y la demanda resulto ser alta. En este caso se espera un flujo de caja de \$3,500/año. Asumiendo flujo perpetuo, el valor de este nodo viene dado por:

$$\text{valor nodo D} = \frac{3,500}{0.10} = \$35,000$$

- Nodo final E: significa que se eligió la planta grande y la demanda resulto ser baja. En este caso se espera un flujo de caja de \$500/año. Asumiendo flujo perpetuo, el valor de este nodo viene dado por:

$$\text{valor nodo E} = \frac{500}{0.10} = \$5,000$$

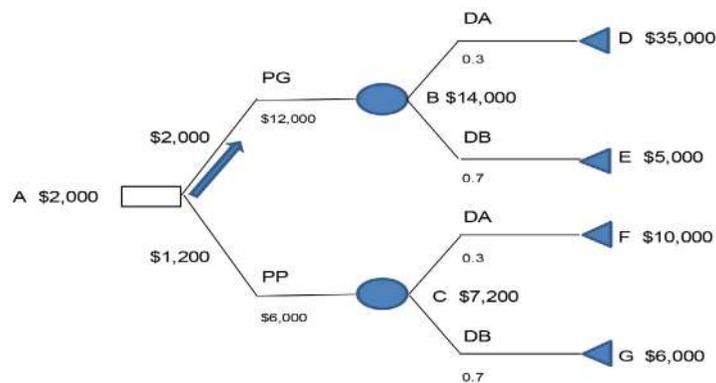
- Nodo final F: significa que se eligió la planta pequeña y la demanda resulto ser alta. En este caso se espera un flujo de caja de \$1,000/año. Asumiendo flujo perpetuo, el valor de este nodo viene dado por:

$$\text{valor nodo F} = \frac{1,000}{0.10} = \$10,000$$

- Nodo final G: significa que se eligió la planta pequeña y la demanda resulto ser baja. En este caso se espera un flujo de caja de \$600/año. Asumiendo flujo perpetuo, el valor de este nodo viene dado por:

$$\text{valor nodo G} = \frac{600}{0.10} = \$6,000$$

Una vez calculados los valores de los nodos terminales, se procede de derecha a izquierda calculando los valores de cada nodo antecesor. A continuación se muestra el árbol completo con todos los valores:



El valor de los nodos probabilísticos B y C (nodos anteriores a los nodos terminales) viene dado por el valor esperado de TODAS las ramas que salen de cada nodo:

$$\text{Valor nodo B} = (\$35,000 \times 0.3) + (\$5,000 \times 0.7) = \$14,000$$

$$\text{Valor nodo C} = (\$10,000 \times 0.3) + (\$6,000 \times 0.7) = \$7,200$$

Luego retrocedemos al nodo inicial, el cual es un nodo de decisión por lo que debemos elegir la rama que tiene mayor valor:

- Si se elige la rama PG (invertir en la planta grande), se tendría que invertir \$12,000 para tener un activo que tiene un valor esperado de \$14,000. Por lo tanto:
 $Valor PG = -\$12,000 + \$14,000 = \$2,000$
- Si se elige la rama PP (invertir en la planta pequeña), se tendría que invertir \$6,000 para tener un activo que tiene un valor esperado de \$7,200. Por lo tanto:
 $Valor PP = -\$6,000 + \$7,200 = \$1,200$

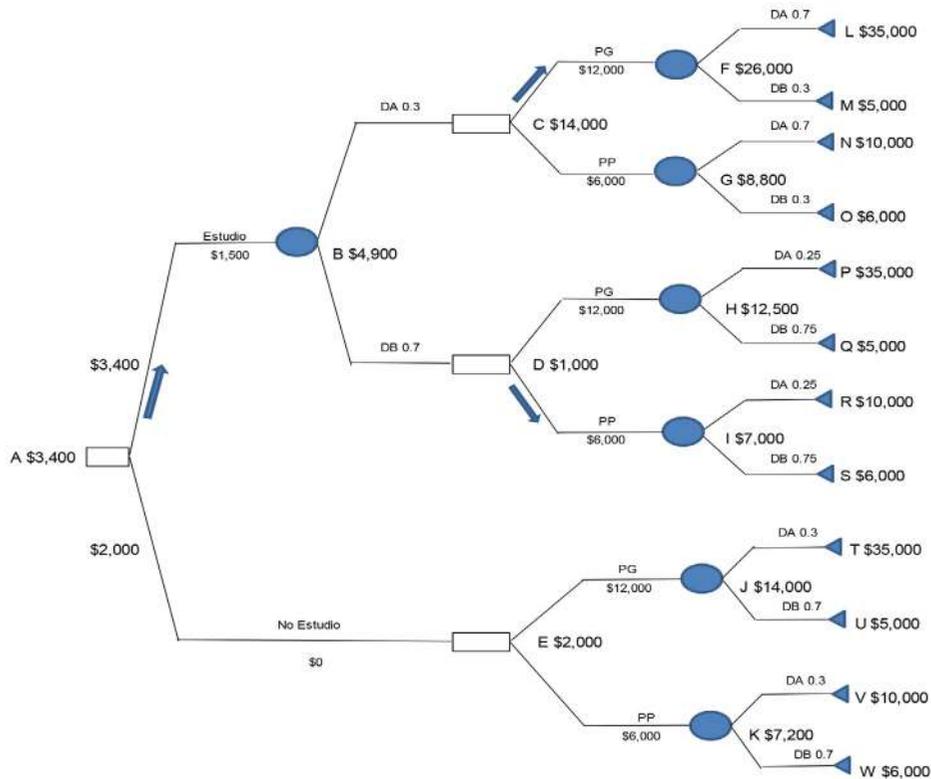
Por lo tanto, la decisión óptima debería ser elegir la planta grande y el nodo A tiene un valor de \$2,000.

Ejercicio 6.6: Suponga que a la empresa del ejercicio anterior le ofrecen realizar un estudio de mercado para determinar con mayor precisión el tipo de demanda que podría enfrentar. Alfa ya ha trabajado anteriormente con esta empresa de estudios de mercado y ha tenido buenas experiencias. En base a experiencias anteriores, estiman que si el estudio muestra que la demanda sería alta, entonces la probabilidad que sea alta es de 70%. Por el contrario, si el estudio muestra que la demanda sería baja, entonces la probabilidad que sea baja es de un 75%. Si el estudio tiene un costo de \$1,500, ¿realizaría el mismo?

En este caso tenemos dos nudos de decisión: primero, si hacer o no el estudio de mercado; segundo, en base a la información del mismo, decidir en que planta invertir.

Los nudos probabilísticos serían: primero, el resultado del estudio; luego, si la demanda resulta ser alta o baja.

El árbol completo se muestra a continuación:



El nodo A muestra la primera decisión que se debe tomar: contratar el estudio de mercado o no. La parte de abajo del árbol (no hacer el estudio) es la misma que la del ejercicio anterior, por lo que su valor es \$2,000 (no era necesario construir todo el árbol de esta parte).

Si se decide hacer el estudio (parte superior del árbol), lo próximo es el resultado del mismo: el estudio muestra una demanda alta o baja. Esto está representado por el nodo probabilístico B. ¿De dónde salen las probabilidades de estas ramas? Antes de hacer el estudio de mercado, la empresa Alfa espera que la probabilidad de tener una demanda alta es 30% y una demanda baja es 70%. Por lo tanto, deberían esperar que el resultado del estudio arroje una demanda alta con una probabilidad 70% y una demanda baja con probabilidad 30%.

Luego, dependiendo del resultado del estudio de mercado, la empresa debe decidir si invertir en una planta grande o pequeña (nodos C y D).

Finalmente, después de esta decisión, vienen los nodos probabilísticos de si la demanda es alta o baja. Notar que las probabilidades de estos nodos cambian, ya que si el estudio de mercado mostro que la demanda sería alta, entonces la probabilidad que sea alta es 70%; si el estudio mostro que la demanda sería baja, la probabilidad que sea baja es 75%

Una vez terminado el árbol, se calcula el valor de los nodos terminales y luego se procede a calcular los valores de los nodos anteriores según lo explicado en el ejercicio anterior (de derecha a izquierda). El lector puede verificar los valores de cada nodo.

Por lo tanto, las decisiones optimas serian (marcadas con una flecha en cada nodo de decisión):

- a. Hacer el estudio de mercado (valor de \$3,400 comparado con \$2,000 de no hacer el estudio de mercado) (nodo A).
- b. Si el estudio de mercado dice que la demanda sería alta, invertir en una planta grande.
- c. Si el estudio de mercado dice que la demanda sería baja, invertir en una planta pequeña.

Ejercicio 6.7: La empresa C-SEL se dedica a la producción y comercialización de vacunas y fármacos para el tratamiento de diversas enfermedades. Actualmente tiene 2 patentes de fármacos ya aprobadas por la FDA, las cuales se están comercializando con bastante éxito.

En el último tiempo la empresa ha estado invirtiendo en la investigación de un nuevo fármaco para tratar la diabetes tipo I. Ya se ha realizado con bastante éxito las pruebas pre-clínicas y se está por iniciar la FASE I del proceso de aprobación de la FDA (en total son tres fases de aprobación antes que se pueda aprobar un fármaco para comercialización).

La información que la empresa maneja actualmente es:

- La FASE I (FI) se espera que cueste \$50 millones y comprendería pruebas en 100 voluntarios para determinar la seguridad y el dosaje del fármaco. Se espera que dure 1 año y, en base a experiencias anteriores, se estima una probabilidad de 70% de que el fármaco va a completar en forma exitosa la FASE I.
- Si se pasa la FASE I, el fármaco sería probada en 250 voluntarios durante la FASE II (FII) para ver la eficacia en el tratamiento de la diabetes. Esta FASE II tendría una duración estimada de 2 años y costaría aproximadamente \$100 millones. El fármaco tendría que mostrar un impacto estadístico significativo en el tratamiento de la enfermedad para que se apruebe la siguiente fase (FASE III).

Se estima que solamente hay una probabilidad de 30% de que el fármaco muestre pruebas exitosas en el tratamiento de la diabetes tipo I, pero hay una probabilidad del 10% de que se muestre exitosa en el tratamiento de la diabetes tipo 1 y 2 (ambas), y un 10% de probabilidad de que sea exitosa solamente en el tratamiento de la diabetes tipo 2.

- Si se pasa a la FASE III (FIII), las pruebas se realizarían en 4,000 voluntarios para determinar las consecuencias de largo plazo en el uso del fármaco. Si el fármaco es testeado solamente en diabetes tipo I o tipo II, esta fase duraría 4 años y costaría \$250 millones, estimándose una probabilidad de 80% de éxito. Si es testeado en ambos tipos de diabetes, la FASE III duraría también 4 años pero costaría \$300 millones, estimándose una probabilidad de 75% de éxito.

- Si el fármaco consigue pasar por las tres fases, los costos de producir el mismo (costo de desarrollo) y los flujos de caja anuales serían:

Tratamiento de enfermedad	Costo de desarrollo (millones)	Flujos de caja anuales (millones)
Diabetes tipo 1 solamente	\$500	\$300 por 15 años
Diabetes tipo 2 solamente	\$500	\$125 por 15 años
Diabetes tipo 1 y 2	\$600	\$400 por 15 años

El costo de capital de la empresa es 10%. ¿Se debe iniciar la fase I?

Aquí se tiene claramente un problema de decisiones secuenciales, ya que las decisiones futuras dependen de las decisiones anteriores y de los resultados que se produzcan de las mismas.

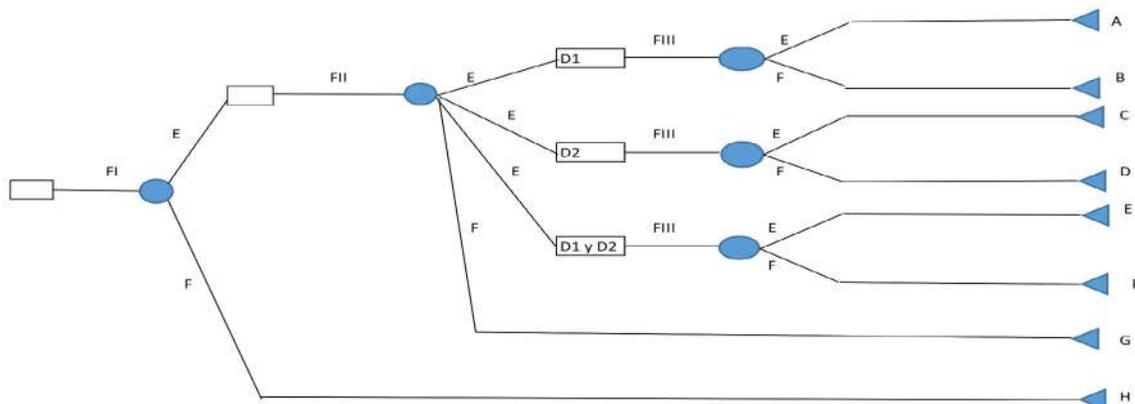
a) Tenemos tres nodos de decisión:

- Se debe decidir si iniciar la Fase I o no
- Luego de los resultados de la Fase I, se deberá tomar una decisión si iniciar la Fase II o no
- Finalmente, luego de los resultados de la Fase II, se debe decidir si iniciar la Fase III o no (no se está considerando un cuarto nodo de decisión que sería producir o no el fármaco, ya que esta decisión estará directamente en el valor del nodo final de cada rama).

b) Los eventos aleatorios que pueden suceder son:

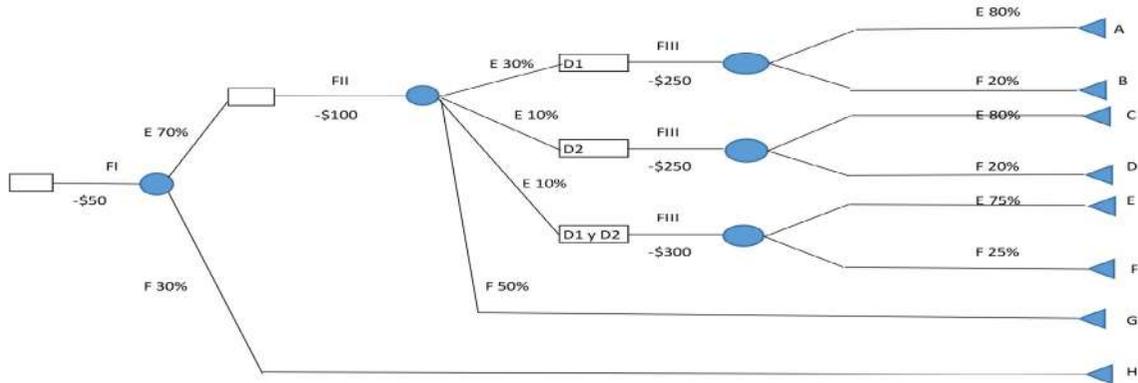
- La Fase I puede ser exitosa o no. En caso sea exitosa se debe decidir si se inicia la Fase II. En caso no sea exitosa se termina todo el proceso.
- Los resultados de la Fase II pueden mostrar que el fármaco sirve para tratar la Diabetes I (probabilidad 30%), la Diabetes II (probabilidad 10%), ambos tipos de Diabetes (probabilidad 10%) o no sirve para tratar la Diabetes (probabilidad 50%). En caso los resultados muestren que el fármaco sirve para tratar la Diabetes se debe decidir si seguir con la Fase III. Si los resultados muestran que no sirve se abandona el proceso.
- Los resultados de la Fase III pueden ser exitosos o no. En caso sean exitosos se procedería a la comercialización del fármaco, en caso sea un fracaso no se comercializa el mismo.

c) A continuación se muestra el árbol de decisión:



- Se empieza con un nodo de decisión: iniciar o no la FI.
- Luego sigue un nodo probabilístico: la FI es exitosa (E) o un fracaso (F)
- Si la fase I es un éxito, entonces sigue una nueva decisión: Iniciar o no la FII
- Si la fase I es un fracaso, el proceso se termina y corresponde un nodo final.
- Después del segundo nodo de decisión (iniciar o no la FII), sigue un nodo probabilístico: la fase II tiene éxito para la D1, la fase II tiene éxito para la D2, la fase II tiene éxito para D1 y D2 o la fase II es un fracaso.

- Si la fase II tiene éxito para algunas de las diabetes, entonces sigue una nueva decisión: iniciar o no la fase III.
 - Si la fase II es un fracaso, el proceso se termina y corresponde un nodo final.
 - Después del tercer nodo de decisión (iniciar o no la FIII), siguen nodos probabilísticos (después de cada alternativa): la fase III tiene éxito o no.
 - Aquí se acaban todas las ramas y se ponen los nodos finales (representados por letras A,B,C,D,E,F,G,H).
- d) Una vez concluido el árbol, se debe asignar probabilidades a todas las ramas que salen de un nodo probabilístico, y el monto que se debe invertir a todas las ramas que salen de un nodo de decisión:



- e) Se procede a calcular el valor de cada rama en el nodo final. Como se mencionó anteriormente, todas las inversiones realizadas anteriormente se considerarán hundidas, por lo que solamente se tomarán en cuenta aquellos gastos e inversiones que faltan realizar:

- **Nodo Final A:** Significa que se realizó la FI y tuvo éxito. Luego se realizó la FII y tuvo éxito para D1. Se realizó la FIII y tuvo éxito. En este caso, se espera un costo de desarrollo de \$500 millones y flujos de caja de \$300 millones por 15 años. El valor de comercializar el fármaco sería:

$$VAN = -500 + \frac{300}{0.10} \times \left(1 - \frac{1}{1.10^{15}}\right) = \$1,782 \quad (>0 \text{ por lo que se debe comercializar el fármaco para este resultado}).$$

- **Nodo Final B:** Significa que se realizó la FI y tuvo éxito. Luego se realizó la FII y tuvo éxito para D1. Se realizó la FIII y no tuvo éxito. En este caso, el valor de este nodo es \$0, ya que al fracasar la fase III ya no se produce el fármaco (no se invierte ni se produce nada).

- **Nodo Final C:** Significa que se realizó la FI y tuvo éxito. Luego se realizó la FII y tuvo éxito para D2. Se realizó la FIII y tuvo éxito. En este caso, se espera un costo de desarrollo de \$500 millones y flujos de caja de \$125 millones por 15 años. El valor de comercializar el fármaco sería:

$$VAN = -500 + \frac{125}{0.10} \times \left(1 - \frac{1}{1.10^{15}}\right) = \$451 \quad (>0 \text{ por lo que se debe comercializar el fármaco para este resultado}).$$

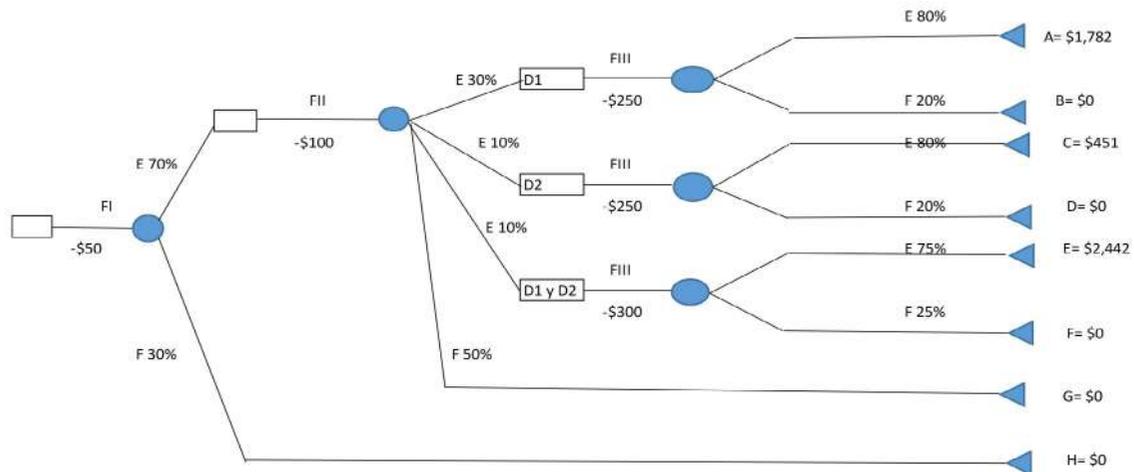
- **Nodo Final D:** Significa que se realizó la FI y tuvo éxito. Luego se realizó la FII y tuvo éxito para D2. Se realizó la FIII y no tuvo éxito. En este caso, el valor de este nodo es \$0, ya que al fracasar la fase III ya no se produce el fármaco (no se invierte ni se produce nada).

- **Nodo Final E:** Significa que se realizó la FI y tuvo éxito. Luego se realizó la FII y tuvo éxito para D1 y D2. Se realizó la FIII y tuvo éxito. En este caso, se espera un costo de desarrollo de \$600 millones y flujos de caja de \$400 millones por 15 años. El valor de comercializar el fármaco sería:

$$VAN = -600 + \frac{400}{0.10} \times \left(1 - \frac{1}{1.10^{15}}\right) = \$2,442 \quad (>0 \text{ por lo que se debe comercializar el fármaco para este resultado}).$$

- Para los nodos F, G y H el valor es \$0 según lo explicado anteriormente.

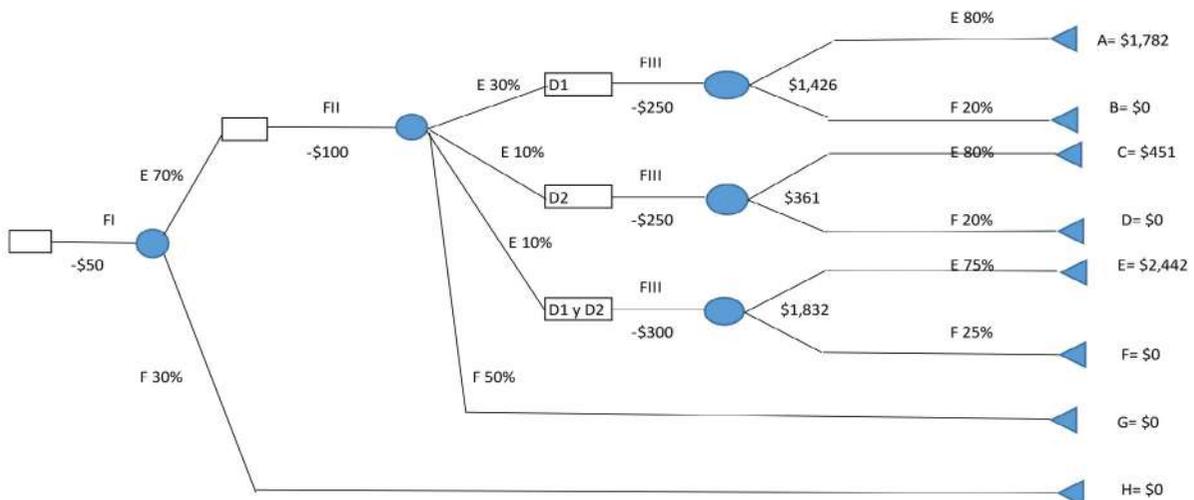
A continuación se muestra el árbol con todos los valores de los nodos finales:



f) Una vez calculados los valores de los nodos finales, se procederá a calcular los valores en los nodos anteriores yendo de derecha a izquierda:

- Nodo probabilístico antes de los nodos A y B: como es un nodo probabilístico, su valor viene dado por el valor esperado de los nodos siguientes:
 $Valor = 0.8 \times 1,782 + 0.2 \times 0 = \$1,426$
- Nodo probabilístico antes de los nodos C y D: como es un nodo probabilístico, su valor viene dado por el valor esperado de los nodos siguientes:
 $Valor = 0.8 \times 451 + 0.2 \times 0 = \361
- Nodo probabilístico antes de los nodos E y F: como es un nodo probabilístico, su valor viene dado por el valor esperado de los nodos siguientes:
 $Valor = 0.75 \times 2,442 + 0.25 \times 0 = \$1,832$

A continuación se muestra el árbol con los valores antes calculados:



g) Luego retrocedemos a los siguientes nodos, que corresponden a nodos de decisión. En cada nodo, el valor va a estar dado por el valor del nodo siguiente menos el monto necesario de la inversión (en caso positivo, de lo contrario sería cero ya que se tomaría la decisión de no ejecutar la inversión):

- En el nodo de decisión de continuar con la fase III si la fase II es exitosa para D1, se tendría que invertir \$250 millones para tener un activo que tiene un valor esperado de \$1,426 millones cuatro años después. Por lo tanto:

$$Valor = -250 + \frac{1,426}{1.10^4} = \$724$$

- En el nodo de decisión de continuar con la fase III si la fase II es exitosa para D2, se tendría que invertir \$250 millones para tener un activo que tiene un valor esperado de \$361 millones cuatro años después. Por lo tanto:

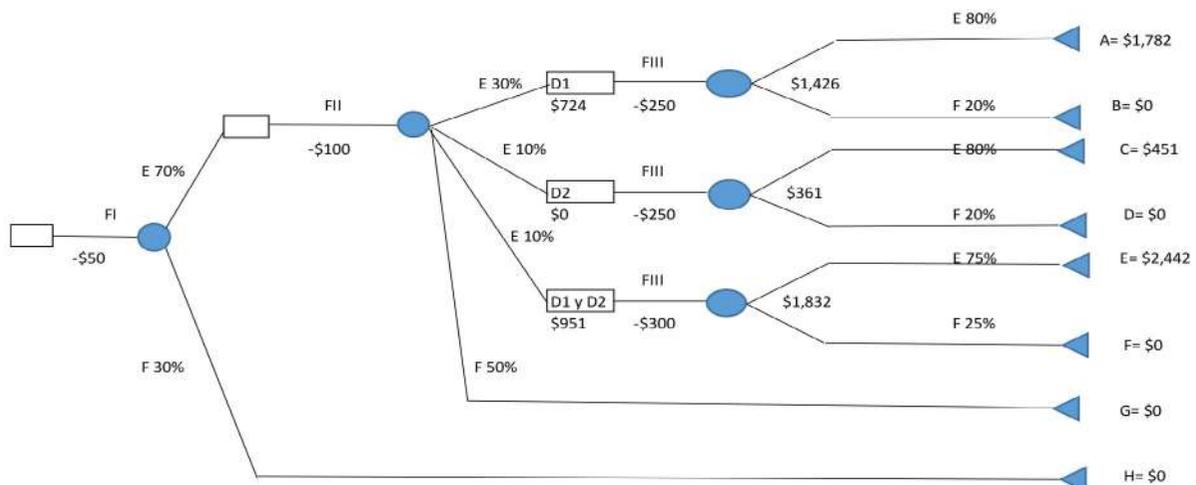
$$Valor = -250 + \frac{361}{1.10^4} = -\$3$$

Como el valor es negativo y es un nodo de decisión, en caso la fase II sea exitosa para D2, se tomaría la decisión de NO continuar la fase III, tomando entonces este nodo el valor de cero.

- En el nodo de decisión de continuar con la fase III si la fase II es exitosa para D1 y D2, se tendría que invertir \$300 millones para tener un activo que tiene un valor esperado de \$1,832 millones cuatro años después. Por lo tanto:

$$Valor = -300 + \frac{1,832}{1.10^4} = \$951$$

A continuación se muestra el árbol con los valores antes calculados:



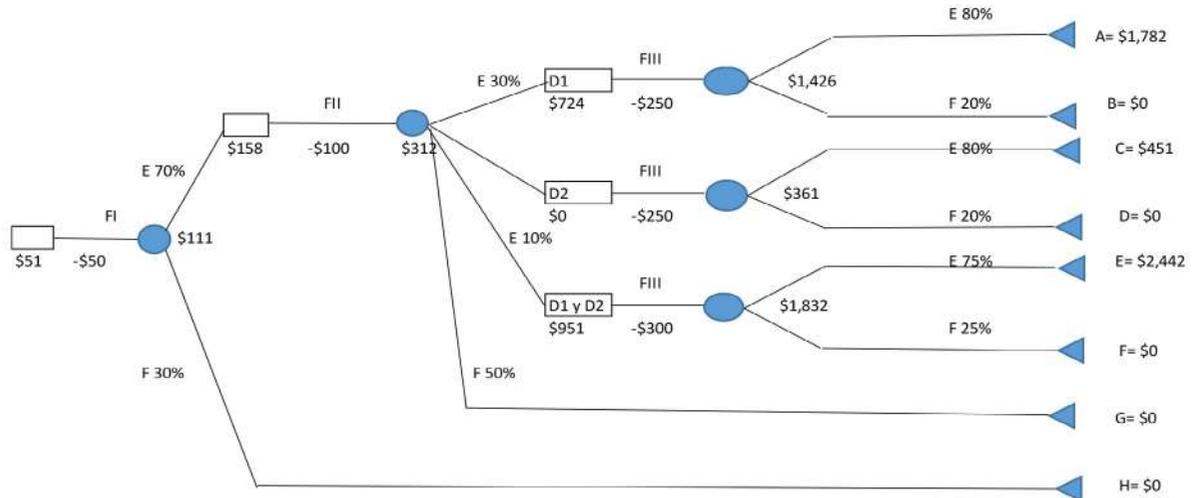
h) Seguimos retrocediendo al nodo anterior, que corresponde a un nodo probabilístico: el valor esperado en el nodo después de aceptar la FII es:

$$Valor = 0.3 \times 724 + 0.1 \times 0 + 0.1 \times 951 + 0.5 \times 0 = \$312$$

i) En el nodo de decisión de continuar con la fase II si la fase I es exitosa, se tendría que invertir \$100 millones para tener un activo que tiene un valor esperado de \$312 millones dos años después. Por lo tanto:

$$Valor = -100 + \frac{312}{1.10^2} = \$158$$

- j) En el nodo probabilístico anterior, el valor viene dado por:
 $Valor = 0.7 \times 158 + 0.3 \times 0 = \111
- k) Finalmente, en el primer nodo de decisión, iniciar la FI invirtiendo \$50 millones para recibir un activo que tiene un valor esperado de \$111 de aquí un año:



Por lo tanto, las decisiones óptimas serían:

1. Iniciar la FI, ya que el valor del proyecto es \$51 millones.
2. Si la FI es exitosa, continuar con la FII (valor \$158 millones).
3. Si la FII muestra que el fármaco sirve para la D1 o para ambas, continuar con la FIII (valores de \$724 millones y \$951 millones respectivamente).
4. Si la FII muestra que el fármaco sirve solo para la D2, NO continuar con la FIII.

EJERCICIOS

1. Usted es el gerente de producción de la empresa Delta y tiene que tomar una decisión: seguir adelante con la instalación del nuevo sistema de ventilación (sistema W) o romper el contrato de la compra de este sistema y comprar el sistema alternativo que acaban de ofrecerle (sistema Z).

Hace una semana usted firmo un contrato por \$50,000 con el distribuidor del sistema W para la compra e instalación de este sistema, que según cálculos preliminares permitiría reducir los costos operativos en \$4,000 al año. Ahora, después de que la empresa Delta entrego un anticipo de \$10,000 para la compra e instalación del sistema W, apareció un nuevo proveedor ofreciendo el sistema Z que se ajusta mejor al sistema que usted estaba buscando inicialmente. La compra e instalación del sistema Z tendría un costo de \$46,000 y permitiría reducir los costos de operación en \$6,000 al año.

En caso de que se decida romper el contrato con el distribuidor del sistema W, no se podría recuperar el anticipo entregado y se tendría que pagar una multa de \$3,000 adicionales. ¿Qué decisión debe tomar? Asuma que el valor de mercado del sistema W de aquí a 5 años es \$20,000 y del sistema Z es \$30,000. Ambos sistemas se deprecian contablemente en un periodo de 5 años. La tasa de descuento relevante es 10%.

2. La bomba que utiliza la empresa ZZ en su proceso de producción ya no abastece sus necesidades. Dicha bomba fue comprada por \$5,000 hace tres años, está siendo depreciada en 5 años sin valor residual, y sus costos de operación son \$1,000 anuales. La empresa ZZ está considerando dos alternativas para incrementar su capacidad de producción:

La primera alternativa es comprar una segunda bomba de la misma capacidad e instalarla junto a la actual. Esta bomba tiene un costo de \$4,000, sería depreciada en 5 años sin valor residual, y sus costos de operación serían \$800 anuales. El valor comercial estimado de esta bomba en el año 5 es de \$1,000.

La segunda alternativa es reemplazar la bomba actual por una bomba de mayor capacidad. Esta bomba más grande cuesta \$7,000, sería depreciada en 5 años sin valor residual, y sus costos de operación serían \$1,400 al año. En caso de comprar esta bomba más grande, la bomba actual podría ser vendida en \$1,000. El valor comercial estimado de esta bomba más grande en el año 5 es \$1,500.

Si el valor comercial de la bomba actual es cero dentro de 5 años, y la tasa de descuento relevante es 10%, ¿qué le conviene hacer a la empresa ZZ?

3. El equipo computacional de la empresa XX ya no abastece las necesidades de la empresa. Este equipo fue comprado tres años atrás por \$10, sus costos de operación anuales son \$1, y le quedan 3 años de vida contable. La empresa XX está analizando dos alternativas: comprar un equipo nuevo, o mejorar el equipo existente.

El equipo nuevo tiene un costo de \$15, se depreciaría en forma lineal en 5 años, tendría un valor comercial estimado de \$3 en el año 5, y sus costos de operación anuales serían \$1.2. Si se compra este nuevo equipo, se podría vender el equipo actual en \$5. Si se decide por mejorar el equipo existente, sería necesario comprar otro equipo pequeño que proporcione la capacidad adicional requerida. El costo de este equipo complementario es de \$5, sería depreciado en 5 años, su valor comercial estimado dentro de 5 años es \$0.8, y sus costos anuales de operación serían \$0.7. El valor comercial del equipo existente dentro de 5 años es cero. Si el costo de capital de la empresa XX es 15%, ¿qué debe hacer la empresa XX?

4. La empresa XX tiene que decidir si reemplazar su maquinaria actual con la maquinaria del proveedor A o del proveedor B. La maquinaria del proveedor A tiene un costo de \$1,000, una vida útil de 5 años, sería depreciada en forma lineal en 8 años, y sus costos de operación serían \$100. La maquinaria del proveedor B tiene un costo de \$800 más gastos de transporte de \$400, tiene una vida útil de 5 años, sería depreciada en forma lineal en 8 años, y sus costos de operación serían \$80. La maquinaria actual puede ser vendida en \$100. Si el costo de capital relevante es 10%, ¿qué debe hacer la empresa XX: comprarle al proveedor A o al B?

5. La empresa Delta se acaba de adjudicar un contrato para realizar el mantenimiento de los gasoductos de la empresa Sigma por un periodo de cuatro años. Este mantenimiento involucra cambiar el revestimiento de estos gasoductos, para lo cual la empresa Delta está analizando dos posibilidades: realizarlo ellos mismos o subcontratar este servicio. En caso de decidir no subcontratar, la empresa Delta tendría que invertir \$120,000 en maquinaria para realizar este servicio de revestimiento (el 100% tiene crédito fiscal), y los costos de operación anuales se estiman que serían \$50,000 (el 40% tiene crédito fiscal).

Esta maquinaria sería depreciada contablemente en un periodo de cinco años, y se estima que el valor de mercado de esta maquinaria en el año 4 sería aproximadamente del 40% del valor inicial de compra. Si se decide subcontratar, no sería necesario invertir nada ahora y el costo del servicio de revestimiento sería aproximadamente de \$78,000 anuales (todo tiene crédito fiscal). Si la empresa delta utiliza una tasa de descuento del 10%, ¿qué debe hacer la empresa: realizar ellos mismos el servicio de revestimiento o subcontratar?

6. Su empresa acaba de pagar \$500 por un estudio de ingeniería para implementar una nueva tecnología a su proceso de producción. Este estudio muestra que con una inversión de \$10,000 se podrían reducir los costos operativos variables de \$8,500/año a \$6,000/año, pero que los costos fijos de operación aumentarían de \$1,500/año a \$2,000/año los dos primeros años para luego disminuir a \$1,400/año a partir del tercer año.

Esta inversión sería depreciada contablemente en un periodo de cuatro años, y se espera que tenga un valor comercial residual de \$500 al finalizar el quinto año, periodo en el cual se cree que esta tecnología quedaría obsoleta. Si la empresa decide no implementar la tecnología actual y esperar cinco años más para cambiar su proceso de producción, sería necesario una inversión de \$1,500 para readecuar su maquinaria actual. Esta inversión sería depreciada contablemente en un periodo de cuatro años y no tendría valor comercial de rescate. Si la empresa utiliza una tasa de descuento del 10%, ¿debe la empresa implementar la nueva tecnología?

7. La empresa XYZ se dedica a fabricar refrigeradores. Una pieza del producto es comprada a un cierto proveedor, quien es el único en fabricar la misma. Se está analizando la factibilidad de que esta pieza pueda ser elaborada por XYZ.

Hace algunos meses se compró una máquina para fabricar la pieza. Se pagó por esta máquina \$40,000 más \$10,000 por instalación. Su vida útil técnica es de 8 años. Al tratar de fabricar la pieza con esta máquina, se comprobó que no es posible hacerlo con la materia prima que se dispone de manera local. El hecho es que la máquina está detenida y la pieza se continúa comprando al proveedor local. Esta máquina se puede vender hoy en \$10,000, o bien efectuar modificaciones con un costo de \$9,000 lo cual permitiría fabricar la pieza con materia prima local, hasta 6,000 piezas anuales. Para efectos contables, la modificación se activaría y se depreciaría junto con el costo de la máquina. Además, se incurriría anualmente en costos de mantenimiento de \$1,000 anuales. Después de 8 años de uso la máquina se podría vender en \$5,000.

Existe también la posibilidad de comprar otra máquina. Se ha comprobado que esta máquina no presenta problemas para fabricar la pieza con la materia prima que se dispone en Chile. Esta máquina tiene un precio de \$15,000 y una vida útil técnica de 4 años. Requiere de costos de instalación de \$3,000. Es capaz de fabricar 3,500 piezas anuales. Los costos de mantenimiento son de \$500 al año. Se estima que después de 4 años de uso de la máquina podría ser vendida en \$1,500.

El proveedor vende cada pieza en \$3. Fabricar por cuenta propia implica incurrir en un costo por pieza de \$0.8 en materia prima y \$0.02 en energía.

La vida para efectos contables es de 4 años para ambas máquinas (valor residual para efectos contables = 0).

Las necesidades de piezas para la empresa son las siguientes:

Año	1 al 4	5 y 6	7 y 8
Piezas anuales necesitadas	3,000	3,500	4,000

Si la producción de algunas de las máquinas no es suficiente para satisfacer las necesidades de la empresa, las piezas que faltan deberán seguir siendo compradas al proveedor. Si hoy compra la segunda máquina, a fines del año 4 deberá comprar otra igual dado que su vida útil técnica es de 4 años a igual precio que el año cero.

Evaluar desde el punto de vista financiero a fin de determinar lo más conveniente para la empresa. Tasa de impuesto = 25%; tasa de descuento = 14%.

8. Un gerente está tratando de decidir si debe comprar una maquina o dos. Si compra solo una y la demanda resulta ser alta, podría luego adquirir después la segunda máquina. Sin embargo, perdería algunas ventas porque el tiempo que implica la fabricación de esta máquina es largo. Además, el costo por maquina sería más bajo si comprara las dos al mismo tiempo: si compra solo una máquina el costo de la misma es \$75,000, mientras que si compra dos máquinas el costo de las dos es \$120,000.

La probabilidad de que la demanda sea baja se ha estimado en 0.30. Si la demanda es baja y se compran las dos máquinas, se espera poder generar un flujo de caja de \$21,000 indefinidamente. Si la demanda es alta y se compran las dos máquinas, se espera poder generar un flujo de caja de \$29,000 indefinidamente.

Si se decide comprar una máquina y la demanda es baja, se espera que el flujo de caja sea \$19,500 indefinidamente. Si la demanda es alta, el gerente tendría tres opciones:

- a) No hacer nada, en cuyo caso el flujo de caja sería \$19,500 indefinidamente.
- b) Subcontratar producción adicional, en cuyo caso no sería necesario invertir nada y el flujo de caja esperado sería \$21,500 indefinidamente.
- c) Comprar una nueva máquina, en cuyo caso se necesitaría invertir otros \$75,000 para generar un flujo de caja de \$28,000 indefinidamente

Si la rentabilidad requerida es 10%, ¿Cuántas maquinas se deben comprar inicialmente?

9. Se quiere determinar el tamaño de la planta de producción a instalar. Actualmente se están considerando dos alternativas:
- a) Instalar una planta grande de capacidad 20,000 Ton/año con un monto de inversión de \$90,000. Los costos de producción de esta planta serian \$50,000 el costo fijo y \$6/Ton el costo variable;
 - b) Instalar una planta pequeña de capacidad 16,000 Ton/año con un monto de inversión de \$60,000. Los costos de producción de esta planta serian \$36,000 el costo fijo y \$6/Ton el costo variable

Los datos actuales de la demanda muestran que la cantidad de producto que se necesitara procesar seria:

- Si la demanda es alta, se podría tener que procesar 20,000 Ton/año. Actualmente se estima que existe una probabilidad de 60% que se dé una demanda alta;
- Si la demanda es baja, la cantidad a procesar seria 10,000 Ton/año. La probabilidad esperada de una demanda baja es 40% actualmente.

La gerencia se encuentra también evaluando la posibilidad de contratar un estudio adicional para establecer con mayor precisión el tamaño de la demanda. Este estudio tiene un costo de \$15,000 y en caso de que el estudio concluya que la demanda va a ser alta, la probabilidad que sea alta aumentaría a 80%. Si el estudio concluye que la demanda es baja, la probabilidad que sea baja aumenta a 70%.

Si el precio de venta del producto es \$10/Ton, ¿Qué se debe hacer? Para el cálculo de VAN asuma flujos de caja a perpetuidad y no considere el IVA e IT. La tasa de descuento es 10%.

10. La empresa Beta se encuentra analizando la factibilidad de ampliar sus instalaciones de producción, ya que se espera que el próximo año se esté operando casi al 100% de la capacidad instalada (200,000 unidades al año). Las ventas del periodo actual serían 180,000 unidades y se proyecta que el crecimiento esperado de estas ventas estaría alrededor del 10% anual por los siguientes 7 años (escenario esperado). En caso el mercado no crezca como se tiene previsto, se estima un crecimiento de ventas del 7% anual (escenario pesimista) y, en caso el mercado crezca más de lo esperado, se espera que las ventas puedan crecer a una tasa anual del 15% (escenario optimista). Actualmente se ha asignado una probabilidad del 50% al escenario esperado, 20% al escenario optimista y 30% al escenario pesimista.

Ante la incertidumbre del crecimiento de ventas, la empresa está considerando dos proyectos alternativos para incrementar la capacidad de producción:

- El proyecto 1 considera incrementar la producción mediante la instalación de un sistema que no tiene flexibilidad y no permite realizar inversiones futuras en caso se necesite capacidad adicional.
- El proyecto 2 considera incrementar la producción mediante la instalación de un sistema que tiene flexibilidad y permite realizar inversiones futuras en caso se necesite capacidad adicional.

En caso se decida realizar el proyecto 1, la empresa maneja dos alternativas de inversión:

- Inversión en un sistema que permita incrementar la capacidad de producción en 120,000 unidades adicionales anuales. La inversión necesaria en este caso sería \$320,000, la cual sería amortizada tributariamente en un periodo de 5 años, pero se estima una vida útil de 10 años para la misma. El valor estimado de venta después de 7 años es de un 20% del valor inicial.
- Inversión en un sistema que permita incrementar la capacidad de producción en 60,000 unidades adicionales anuales. La inversión necesaria en este caso sería \$230,000, la cual sería amortizada tributariamente en un periodo de 5 años, pero se estima una vida útil de 10 años para la misma. El valor estimado de venta después de 7 años es de un 20% del valor inicial.

En caso se decida realizar el proyecto 2, el sistema que se instalaría tiene una capacidad adicional de 60,000 unidades anuales y un costo de \$250,000. Esta inversión también sería amortizada tributariamente en un periodo de 5 años, tiene una vida útil de 10 años y un valor estimado después de 7 años del 20% del valor inicial. Este sistema permitiría realizar una ampliación de la capacidad instalada en el año tres en caso se justifique la misma. Esta ampliación requiere invertir \$125,000 para incrementar la capacidad de producción en 60,000 unidades adicionales al año (también sería amortizado en 5 años y el valor residual de esta inversión después de 4 años sería del 40% del monto inicial).

Cada unidad de producto se vende a \$10 y el costo variable representa el 60% de este precio. La empresa tiene actualmente un costo fijo anual de \$180,000, y se espera que este costo se incremente en un 15% si se realiza la ampliación (independiente del sistema elegido). En caso se realice la inversión en el sistema flexible y se amplíe el mismo en el año tres, el costo fijo no se incrementaría producto de esta ampliación.

El capital de trabajo necesario de la empresa representa el 15% de las ventas. La tasa de impuesto a la utilidad es del 25%.

Asuma que la ampliación se terminaría a finales de esta gestión. El costo de capital propio de la empresa es del 20%. Asuma que todos los montos son netos de IVA y no considere el IT.

Si la empresa acepta proyectos con VAN positivo y que se recupera la inversión en un periodo máximo de 7 años:

- a) ¿Se debe realizar la ampliación de la capacidad de producción?
- b) Con los supuestos actuales de demanda, ¿Qué sistema es la mejor alternativa?
- c) ¿Qué porcentaje de la inversión inicial se habría recuperado al finalizar el cuarto año en la mejor alternativa? (en el escenario esperado)

- d) ¿Cuál sería la rentabilidad que la mejor alternativa estaría generando? (en el escenario esperado)
- e) ¿Se recupera toda la inversión al finalizar el año 7? En caso negativo, ¿qué porcentaje queda sin recuperar? (en el escenario esperado).

11. La empresa “Productos Creativos S.A.” se dedica a fabricar y comercializar artículos de oficina. La industria de estos artículos es muy competitiva, y se caracteriza por la continua mejora de productos y la aparición de nuevos productos que dejan obsoletos muchas veces los ya existentes.

Uno de sus principales productos (P1) ha venido perdiendo participación de mercado en los últimos años, por lo que la empresa está analizando la introducción de un nuevo producto al mercado (P2). Este nuevo producto es bastante similar al anterior, pero debido a mejoras que se introducirían en el sistema productivo, este nuevo producto sería más barato y de mayor aceptación entre el público.

Las ventas de la industria durante el presente año (año 0) totalizaron 100.000 unidades del producto P1. Se espera que estas ventas crezcan un 8% el próximo año (año 1), un 6% en el año 2, para luego estabilizarse en un crecimiento anual de 5% en los años 3, 4, y 5.

La participación de mercado que tiene actualmente la empresa es del 12% (12.000 unidades de P1 vendidos), pero el departamento de marketing ha estimado que esta participación podría caer al 6% dentro de tres años (año 3) si no se introduce mejoras al producto existente, debido a la continua innovación de los productos de la competencia (asuma las siguientes participaciones de mercado para P1 en los próximos años si es que no se introduce el nuevo producto: año 1 = 9%, año 2 = 7%, años 3,4, y 5 = 6%).

La introducción del nuevo producto requeriría una inversión de \$us 20.000 que sería amortizada en 5 años. Actualmente la empresa ya ha gastado \$us 7.500 en pruebas de laboratorio.

El nuevo producto (P2) tendría un costo variable de producción de \$us 3.5, y el precio de venta para lograr una buena penetración de mercado fue estimado en \$us 5. El precio de venta del producto actual (P1) es de \$us 7, y su costo variable de producción es de \$us 5.

La empresa estima que si el nuevo producto es exitoso, la participación de mercado que podría alcanzar durante el primer año es 6% (año 1), llegando a tener una participación de mercado del 13% al final del quinto año (asuma la siguiente participación de mercado en cada año: año 1 = 6%, año 2 = 10%, año 3 = 11%, años 4 y 5 = 13%). Por otra parte, si el producto nueva resulta no tener éxito, la participación de mercado esperada es de 4% durante el primer año, llegando a un 7% al final del quinto año (asuma la siguiente participación de mercado para cada año: año 1 = 4%, año 2 = 6%, años 3, 4, y 5 = 7%).

La empresa estima que existe un 85% de probabilidad de que el nuevo producto tenga éxito, y un 15% de probabilidad de que el producto nuevo no tenga éxito.

Como P1 y P2 son productos similares, una parte de las ventas de P2 serían ventas perdidas de P1. Es decir, la participación de mercado de P2 saldría de la participación de mercado de los productos de la competencia y de la participación de mercado de P1. El departamento de marketing ha estimado que de las ventas de P2 un 10% serían ventas perdidas de P1 durante el año 1, un 15% durante el año 2, un 22% en el año 3, y un 25% en los años 4 y 5.

Adicionalmente, si se introduce el nuevo producto, se discontinuaría la producción de P1 al final del año 2, una vez que el nuevo producto este totalmente establecido. Mientras tanto, se pondrían en el mercado ambos productos (por dos años), pero la producción de P1 disminuiría en la cantidad estimada de ventas perdidas por la introducción de P2.

Los costos fijos tendrían un incremento de \$us 2.000 durante los años 1 y 2 debido a la introducción del nuevo producto; mientras que en los años 3, 4 y 5 los costos fijos disminuirían en \$us 1.000 luego de la eliminación de P1.

Al final del año 2, debido a que la producción de P1 se eliminaría, se podría vender alguna maquinaria que solo sirve para producir P1. El valor de mercado de dicha maquinaria en el año 2 se estima que será de \$us 1.000, mientras que su valor libro en el año 2 será de \$us 3.000. Quedaría pendiente una depreciación de \$us 1.000 en el año 3, 4 y 5 de esta maquinaria en el caso de venderse al final del año 2.

Finalmente, al final del año 5, la empresa estima recuperar el 70% de la inversión inicial.

POSIBILIDAD DE REALIZAR UN ESTUDIO DE MERCADO

Una empresa de consultoría le ha ofrecido a la empresa "Productos Creativos S.A." realizar un estudio de mercado por \$us 1.000.

La empresa, por experiencias anteriores con esta empresa de consultoría, estima que cuando un estudio de mercado dice que el producto es exitoso, entonces el 93% de las veces es exitoso. Por el contrario, si el estudio de mercado dice que el producto no va a tener éxito, no tiene éxito el 85% de las veces.

PROBLEMA DEL GERENTE DE "PRODUCTOS CREATIVOS"

El gerente de la empresa se encuentra con la disyuntiva actual de si debe o no producir el nuevo producto. Adicionalmente, se pregunta si le conviene realizar el estudio de mercado previo a tomar la decisión de producir o no.

CAPÍTULO 7 ANÁLISIS DE RIESGO

El cálculo de indicadores financieros para determinar la factibilidad de un cierto proyecto requiere la proyección del flujo de caja del mismo. Para proyectar este flujo de caja, se tiene que estimar el valor de diversas variables como ser ventas, precios, costos, etc., lo cual se ha hecho hasta el momento asumiendo el valor esperado de estas variables. O sea, se ha tratado los flujos como si fueran determinísticos (muchas veces es costoso, y a veces muy complicado, adquirir la información y datos necesarios para hacer pronósticos más precisos). Sin embargo, en la práctica, las variables que afectan el VAN (ventas, precios, costos) están sujetas a un cierto nivel de incertidumbre, lo que ocasiona que el proyecto tenga una cierta distribución de retornos.

Es por esta razón que la evaluación de una inversión por lo general no termina con el cálculo del VAN, sino que luego se realiza un análisis de riesgo que puede involucrar desde análisis de sensibilidad hasta modelos de simulación. El objetivo es reducir la probabilidad de emprender un “mal proyecto” y/o dejar de aceptar un “buen proyecto”.

7.1 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

El modelo que se utiliza para el análisis de riesgo es el Flujo de Caja del proyecto, en base al cual se calculan los indicadores de factibilidad. Las variables de entrada del modelo son los datos que se utilizan para construir este flujo de caja (ventas, precios, costos, inversiones, impuestos, etc.), y las variables de salida del modelo son los indicadores de factibilidad (VAN, TIR, periodo de recuperación).

En los capítulos anteriores se ha cubierto como construir el modelo, sin embargo, para poder realizar el análisis de riesgo, es muy importante que el flujo de caja este construido de manera que todas las celdas del modelo estén referidas a las celdas de los datos de entrada. En otras palabras, la tabla del flujo de caja NO debe tener ningún número, sino referencias a las celdas de datos o fórmulas de cálculo.

A continuación se muestra el modelo utilizado para evaluar un cierto proyecto:

DATOS							MODELO							
	0	1	2	3	4	5	6	7						
7	Maquinaria	12000												
8	Construcciones	4000												
9	Ventas año 1	5600												
10	Crecimiento ventas	0.08												
11	Costos operativos variable	0.5	ventas											
12	Costos operativos fijos	200	sueldos	140										
13	Capital de trabajo	0.15												
14	VI. maquinaria	3000	año 7											
15	VI. construcciones	VC												
16	rf.	0.12												
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														

El lado izquierdo de la hoja de cálculo representa las variables de entrada del modelo, las cuales serán utilizadas para calcular el flujo de caja. El lado derecho de la hoja de cálculo es el modelo en sí, donde se puede apreciar que TODAS las celdas hacen referencia a las celdas de los datos o tienen una fórmula de cálculo. Ninguna celda de este flujo de caja tiene un valor determinado. De esta manera, al variar el valor de una variable de entrada, cambia el flujo de caja. Esto nos va a permitir realizar iteraciones y simulaciones.

Absolutamente todos los modelos de flujo de caja se pueden construir de esta manera, independientemente de la cantidad de variables de entrada o por más complicados que parezcan. En los modelos más complicados se realizan cuadros auxiliares. En el anexo 1 se puede ver el modelo del ejercicio 4.1 del capítulo 4.

7.2 RIESGO

El riesgo se debe a que el valor de una variable puede ser distinto al esperado, tanto positiva como negativamente. Mientras mayor sea el rango de variabilidad del valor, mayor es el riesgo. Aparece de la incertidumbre que existe en los valores de la variable debido a eventos aleatorios o acontecimientos inesperados. Si el valor de una variable no tiene incertidumbre o es predecible, entonces no tiene riesgo.

El riesgo de invertir en un proyecto proviene de la imposibilidad de predecir los acontecimientos futuros y por ende el valor que tomarán las variables de entrada. Cuando estos se conocen o son predecibles, el proyecto se tipifica como libre de riesgo.

Una de las medidas más utilizadas para tratar de cuantificar el riesgo es la desviación estándar del retorno esperado. Mientras más alto sea el valor de la desviación estándar, mayor será la variabilidad del retorno y, por consiguiente, el riesgo. La desviación estándar se denota por la letra griega σ y se calcula como:

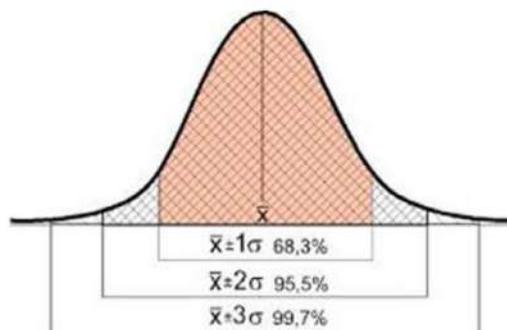
$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2}$$

Donde: A_i = rendimiento de cada observación
 \bar{A} = rendimiento promedio de todas las observaciones
 n = número de observaciones

A la desviación estándar al cuadrado (σ^2) se le denomina *VARIANZA*.

Las probabilidades que no se pueden verificar en forma objetiva se denominan probabilidades subjetivas. Las mismas se estiman en base a la distribución de probabilidades de la variable, que es una función que asigna a cada suceso una cierta probabilidad. Existen diferentes distribuciones de probabilidad, dependiendo de las características de las variables, pero una de las más utilizadas en la práctica es la distribución normal.

La distribución normal es una distribución simétrica cuyas probabilidades vienen dadas por el siguiente gráfico (campana de Gauss):



El valor medio indica el valor esperado y, según esta distribución, el 68% de los valores van a estar dentro del rango del valor medio \pm una desviación estándar (en otras palabras, existe una probabilidad del 68% que el valor se encuentre entre $(\bar{x} - \sigma)$ y $(\bar{x} + \sigma)$). Asimismo, el 95% de los valores van a estar entre $\bar{x} \pm 2\sigma$ y el 99% de los valores van a estar entre $\bar{x} \pm 3\sigma$.

La distribución normal se utiliza para estimar la probabilidad de que un valor se sitúe en un determinado intervalo. Es utilizada frecuentemente ya que, en la práctica, muchas de las variables se ajustan a esta distribución. Esto sin dejar de reconocer la existencia de otras distribuciones de probabilidad, en las que el procedimiento a seguir para estimar una probabilidad es similar.

Ejercicio 7.1: A continuación se muestra la rentabilidad de los últimos seis años de la empresa Alfa:

Periodo (n)	Rentabilidad (Ai) (%)	Desviación (Ai - \bar{A}) (%)	Desviación al cuadrado (Ai - \bar{A}) ² (%)
1	0.14	-0.01	0.0001
2	0.15	0.00	0.0000
3	0.13	-0.02	0.0004
4	0.16	0.01	0.0001
5	0.18	0.03	0.0009
6	0.14	-0.01	0.0001
Promedio \bar{A}	0.15		
		suma	0.0016

Por lo tanto, la desviación estándar de las rentabilidades es:

$$\sigma = \sqrt{\frac{0.0016}{5}} = 0.018 \text{ (1.8\%)}$$

Si se asume una distribución normal para las rentabilidades, esto significa que existe una probabilidad del 68% que la rentabilidad de un periodo este entre $15\% \pm 1.8\%$ (o sea, entre 13.2% y 16.8%); un 95% de probabilidad que este entre $15\% \pm 3.6\%$ y un 99% de probabilidad que este entre $15\% \pm 5.4\%$

Una vez vistos los conceptos de modelo y riesgo, vamos a explicar a continuación las maneras como tratar el riesgo en los proyectos. Es importante hacer notar que los métodos de decisión de aceptar o no un proyecto están basados en proyecciones de valores que no son más que estimaciones de algo que podría pasar en el futuro. Por ello, es muy importante entender el origen de la rentabilidad de una inversión, cuales son las ventajas competitivas que sustentan un VAN positivo, si estas son sostenibles o no. La decisión de aceptar o no un proyecto debe basarse en la comprensión del origen de la rentabilidad y su sustentabilidad en el tiempo, más que en el VAN positivo o negativo.

7.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad es el análisis de riesgo más básico que se puede realizar. Consiste en probar como cambia el VAN del proyecto cuando cambia el valor de UNA variable a la vez (los valores de las otras variables permanecen constantes en su valor esperado). Es un análisis del tipo: "que pasa si...".

Este primer análisis nos va a permitir identificar las variables de entrada que tienen un mayor impacto en los resultados del modelo. A estas variables se les suele llamar **variables críticas**, que son aquellas que:

- un cambio en el valor de la variable afecta significativamente al VAN del proyecto.
- tienen incertidumbre asociada al valor de la misma.

Ambas condiciones deben cumplirse, ya que si el cambio de una variable afecta significativamente al VAN, pero el valor de esta variable es conocido y no puede cambiar, entonces no puede ser una variable crítica; del mismo modo, si una variable tiene un alto grado de incertidumbre pero un cambio en el valor de esta variable no afecta significativamente al VAN, entonces tampoco es una variable crítica. Conocer las variables críticas permite concentrar la búsqueda de más información solamente para las variables que influyen en el resultado del modelo y omitir las variables irrelevantes.

Este análisis se puede realizar manualmente analizando una variable a la vez (es muy importante que el flujo de caja este referenciado a las celdas de datos para realizar el mismo), pero existen softwares (la mayoría de ellos corren sobre EXCEL) que permiten realizar rápidamente este análisis (por ejemplo: Crystall Ball de Oracle, Risk Simulator). Estos software tienen una herramienta que se llama TORNADO CHART, que prueba cada variable de entrada una por una, de manera independiente, para luego elaborar un informe y gráfico con el efecto de cada variable en la función objetivo (generalmente el VAN). Este gráfico (que tiene la forma de un tornado, de ahí el nombre) jerarquiza las variables de mas a menos significativas, de acuerdo con las fluctuaciones que el cambio de cada una ocasiona sobre el objetivo.

Ejercicio 7.2: La empresa K-Const se encuentra evaluando la alternativa de expandir su línea de producción para fabricar un nuevo producto. La inversión requerida es:

- Maquinaria: \$ 12,000 (incluido IVA)
- Construcciones: \$ 4,000 (incluido IVA)

Se espera que este nuevo producto genere unas ventas de \$ 5,600 el primer año (incluido IVA), y que estas ventas crezcan a una tasa anual del 8%.

Los costos operativos variables representarían un 50% de las ventas netas de IVA, teniendo TODO este costo variable IVA (el 52% de las ventas netas es el costo incluido IVA).

Los costos operativos fijos representarían \$200/año, de los cuales \$140 son sueldos y salarios (no tienen IVA) y el resto son costos que incluyen IVA.

El capital de trabajo necesario se estima que representa un 15% de las ventas netas de IVA.

La empresa considera que toda esta inversión debe ser recuperada en un periodo máximo de 7 años. Se estima que el valor residual de la maquinaria sería \$3,000 después de 7 años y se tomara el valor contable en el año 7 como valor residual de las construcciones. La vida contable de la maquinaria es 5 años y de las construcciones 20 años. La vida útil de la maquinaria es 7 años.

El costo de capital propio de la empresa para este tipo de proyectos es 12%. ¿Se debe realizar la expansión de la línea de producción?

A continuación se muestra el flujo de caja de este proyecto y el cálculo de los indicadores de factibilidad:

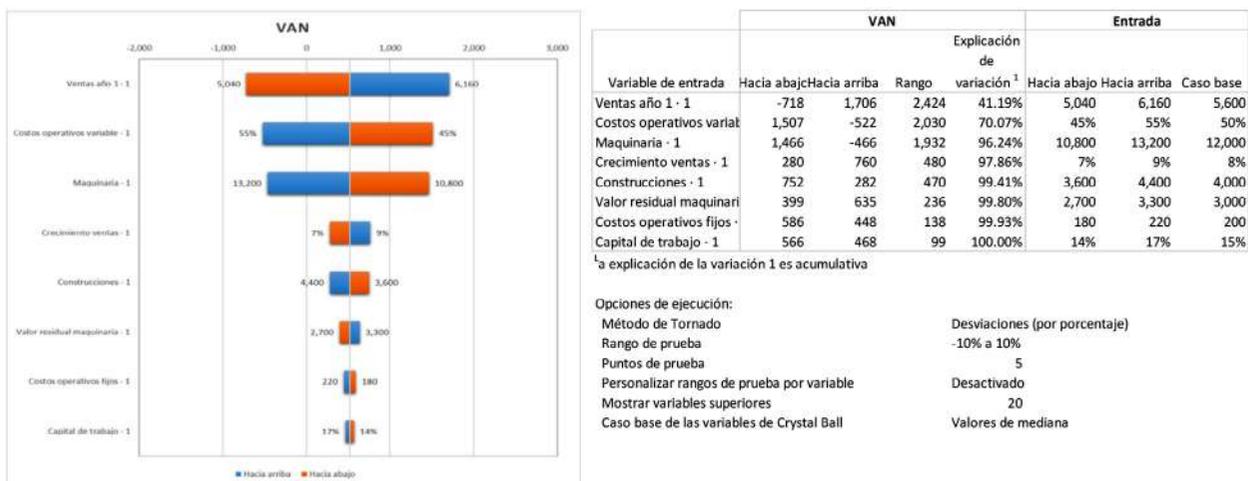
DATOS		
Maquinaria	12,000	
Construcciones	4,000	
Ventas año 1	5,600	
Crecimiento ventas	8%	
Costos operativos variable	50% ventas	
Costos operativos fijos	200 sueldos	140
Capital de trabajo	15%	
VL maquinaria	3,000 año 7	
VL construcciones	igual valor contable en el año 7	
rE	12%	

MODELO								
	0	1	2	3	4	5	6	7
Maquinaria	-10,440							
Construcciones	-3,480							
Capital trabajo	-731	-58	-63	-68	-74	-80	-86	1,160
VR Maquinaria								2,610
VR Construcciones								2,262
Flujo de Inversión	-14,651	-58	-63	-68	-74	-80	-86	6,032
Ventas		4,872	5,262	5,683	6,137	6,628	7,159	7,731
COV		-2,119	-2,289	-2,472	-2,670	-2,883	-3,114	-3,363
COF		-192	-192	-192	-192	-192	-192	-192
Depreciación		-2,262	-2,262	-2,262	-2,262	-2,262	-174	-174
UAI		298	519	757	1,013	1,291	3,678	4,002
IR		-75	-130	-189	-253	-323	-920	-1,000
IT		-168	-107	-66	-23	0	0	0
UDI		56	282	501	738	968	2,759	3,001
Depreciación		2,262	2,262	2,262	2,262	2,262	174	174
Flujo de Operación		2,318	2,544	2,763	3,000	3,230	2,933	3,175
FLUJO DE CAJA	-14,651	2,259	2,481	2,695	2,926	3,151	2,847	9,207

VAN	517
TIR	12.90%
Periodo de recuperacion	7 años

El VAN está muy cercano a cero, por lo que la empresa se pregunta que pasaría con el VAN si el valor supuesto de alguna de las variables cambia.

Vamos a utilizar las herramientas de Crystall Ball para realizar un análisis de sensibilidad a este flujo de caja. En el anexo 2 de este capítulo se encuentra detallado el paso a paso de cómo realizar el mismo. A continuación se muestran los resultados obtenidos utilizando la herramienta Tornado Chart:



El gráfico anterior está construido variando el valor de una variable a la vez en un $\pm 10\%$ y analizando su efecto en el VAN. Del gráfico e informe se ve que:

- Si las ventas esperadas del primer año disminuyen en un 10% (a \$5,040), el VAN del proyecto disminuye a -\$718 (manteniendo el valor de las otras variables igual a su valor esperado). Si las ventas esperadas aumentan en un 10% (a \$6,160), el VAN del proyecto aumenta a \$1,706.

- Si el costo operativo variable aumenta en un 10% (a 55% de las ventas), el VAN del proyecto disminuye a -\$522 (manteniendo el valor de las otras variables igual a su valor esperado). Si el costo operativo variable disminuye en un 10% (a 45% de las ventas), el VAN del proyecto aumenta a \$1,507.
- Si el costo de la maquinaria aumenta en un 10% (a \$13,200), el VAN del proyecto disminuye a -\$466. Si disminuye en un 10% (a \$10,800), el VAN del proyecto aumenta a \$1,466.
- Variaciones del valor de otras variables no tienen grandes efectos en el valor del proyecto, además de que el VAN se mantiene positivo ante variaciones negativas de las mismas.

Del análisis anterior, las variables que mayor impacto tienen en el VAN son: las ventas del primer año, los costos operativos variables y el costo de la maquinaria (en ese orden). Si el costo de la maquinaria no tiene incertidumbre (ya sea porque tiene un precio estable o porque existe un acuerdo con el proveedor de mantener el precio de la misma por X tiempo), las **variables críticas** del proyecto resultarían ser las **ventas del primer año** y el **costo operativo variable**.

Una vez determinadas las variables críticas, se puede realizar un análisis de punto de equilibrio. Es decir, analizar cuánto debería bajar o aumentar el valor de una determinada variable para que el VAN sea cero. Este análisis es muy sencillo de realizar con la función “buscar objetivo” de EXCEL (se necesita, como en la mayoría de los análisis, que el flujo de caja este completamente parametrizado a los datos, o sea, que no exista ninguna celda con números sino solo con fórmulas en el modelo).

Ejercicio 7.3: Usando los datos del ejercicio anterior, vamos a determinar cuánto pueden variar las ventas del primer año y los costos variables (uno a la vez) para que el VAN del proyecto se vuelva cero.

La función que vamos a utilizar (buscar objetivo) por lo general se encuentra en el menú de DATOS de EXCEL, en la parte de “análisis de hipótesis”:

	0	1	2	3	4	5	6	7
Maquinaria	-10,440							
Construcciones	-3,480							
Capital trabajo	-731	-58	-63	-68	-74	-80	-86	1,160
VR Maquinaria								2,610
VR Construcciones								2,262
Flujo de Inversión	-14,651	-58	-63	-68	-74	-80	-86	6,032
Ventas	4,872	5,262	5,683	6,137	6,628	7,159	7,731	7,731
COV	-2,119	-2,289	-2,472	-2,670	-2,883	-3,114	-3,363	-3,363
COF	-192	-192	-192	-192	-192	-192	-192	-192
Depreciación	-2,262	-2,262	-2,262	-2,262	-2,262	-174	-174	-174
UAI	298	519	757	1,013	1,291	1,678	2,002	4,002
IR	-75	-130	-189	-253	-323	-400	-484	-574
IT	-168	-107	-66	-23	0	0	0	0
UDI	56	282	501	738	968	1,259	1,618	2,002
Depreciación	2,262	2,262	2,262	2,262	2,262	174	174	174
Flujo de Operación	2,518	2,544	2,763	3,000	3,230	3,493	3,815	4,176
FLUJO DE CAJA	-14,651	2,259	2,481	2,695	2,926	3,151	2,847	9,207
VAN								912
TIR								12.90%
Periodo de recuperación								7 años

Esta función nos permite encontrar el valor de una cierta celda para que otra celda (la función objetivo) tome cierto valor. En nuestro caso, vamos a encontrar el valor de la celda de ventas del primer año que hacen que el VAN del proyecto valga cero:

DATOS		MODELO							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Maquinaria	12,000	-10,440							
Construcciones	4,000	-3,480							
Ventas año 1	5,600	-731	-58	-63	-68	-74	-80	-86	1,160
Crecimiento ventas	8%								
Costos operativos variable	50% ventas								
Costos operativos fijos	200 sueldos 140								
Capital de trabajo	15%								
VL maquinaria	3,000 año 7								
VL construcciones	igual valor contable en el año 7								
rE	12%								
Flujo de Inversión		-14,651	-58	-63	-68	-74	-80	-86	6,032
Ventas		4,872	5,262	5,683	6,137	6,628	7,159	7,731	
COV		-2,119	-2,289	-2,472	-2,670	-2,883	-3,114	-3,363	
COF		-192	-192	-192	-192	-192	-192	-192	
Depreciación		-2,262	-2,262	-2,262	-2,262	-2,262	-2,262	-174	-174
UAI		-288	519	757	1,013	1,291	1,678	2,174	4,002
IR		-75	-130	-189	-253	-323	-400	-484	-576
IT		-168	-107	-66	-23	0	0	0	0
UDI		56	282	501	738	968	1,259	1,601	2,001
Depreciación		2,262	2,262	2,262	2,262	2,262	2,262	174	174
Flujo de Operación		2,318	2,544	2,763	3,000	3,230	3,475	3,725	4,077
FLUJO DE CAJA		-14,651	2,259	2,481	2,895	2,926	3,151	2,847	9,207
VAN		517							
TIR		12.90%							
Periodo de recuperación		7 años							

DATOS		MODELO							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Maquinaria	12,000	-10,440							
Construcciones	4,000	-3,480							
Ventas año 1	5,362	-700	-56	-60	-65	-71	-76	-82	1,110
Crecimiento ventas	8%								
Costos operativos variable	50% ventas								
Costos operativos fijos	200 sueldos 140								
Capital de trabajo	15%								
VL maquinaria	3,000 año 7								
VL construcciones	igual valor contable en el año 7								
rE	12%								
Flujo de Inversión		-14,620	-56	-60	-65	-71	-76	-82	5,982
Ventas		4,665	5,038	5,441	5,876	6,346	6,854	7,403	
COV		-2,029	-2,192	-2,367	-2,556	-2,761	-2,982	-3,220	
COF		-192	-192	-192	-192	-192	-192	-192	
Depreciación		-2,262	-2,262	-2,262	-2,262	-2,262	-2,262	-174	-174
UAI		181	392	620	866	1,132	1,506	1,916	3,816
IR		-45	-98	-155	-216	-283	-357	-438	-526
IT		-161	-128	-90	-48	-2	0	0	0
UDI		-25	166	375	602	846	1,108	1,388	1,686
Depreciación		2,262	2,262	2,262	2,262	2,262	2,262	174	174
Flujo de Operación		2,237	2,428	2,637	2,864	3,108	3,378	3,674	4,000
FLUJO DE CAJA		-14,620	2,181	2,367	2,572	2,793	3,032	2,722	9,019
VAN		0							
TIR		12.00%							
Periodo de recuperación		7 años							

Las ventas mínimas que se deben generar en el primer año para que el proyecto tenga un VAN de cero son \$5,355, o sea, \$245 menos que lo estimado (un 4.38% menos). Se puede ver que en este caso la empresa no tiene casi nada de margen.

Siguiendo el mismo procedimiento, se estimó el costo variable máximo para que el VAN sea cero, dando un porcentaje de las ventas de 53% (6% de incremento). Nuevamente, el margen es muy pequeño.

Muchas veces se suele hacer una segunda o tercera iteración, variando el valor de una de las variables y con este nuevo valor ver hasta que valor puede cambiar otra variables para que el VAN fuera cero. En el caso del ejercicio utilizado no tenemos mucho margen en el valor de las variables críticas para realizar este análisis, pero sería como reducir las ventas en \$150 y con este nuevo valor ver hasta cuanto podrían aumentar los costos variables para que el VAN sea cero. O aumentar el costo variable a 52% y con este nuevo valor ver hasta cuanto podría disminuir las ventas para que el VAN sea cero.

Por lo que se ha visto, el análisis de sensibilidad se reduce a encontrar las variables que más afectan al valor del proyecto y después tratar de estimar las consecuencias que podrían tener errores en el valor de dichas variables. Este análisis también indica donde podría ser de más utilidad disponer de información adicional.

El análisis de sensibilidad es el primer paso en el análisis de riesgo. Una de las limitaciones que tiene es cuando hay interrelación de variables. Muchas veces no es realista asumir que una variable cambie de valor manteniendo todas las otras en su valor medio (por ejemplo, puede haber una relación inversa entre precio y cantidad vendida).

7.4 ANÁLISIS DE ESCENARIOS

Cuando las variables están interrelacionadas puede ayudar considerar distintos escenarios alternativos, para cada uno de los cuales se define el valor de las variables de entrada del proyecto. Por lo general, se considera tres escenarios: optimista, medio y pesimista.

Luego se calcula el VAN para cada uno de los escenarios y, en base a una probabilidad de ocurrencia de cada escenario, se calcula el VAN esperado del proyecto:

$$\overline{VAN} = \sum VAN_i \times p_i$$

Donde: VAN_i = VAN del escenario i
 p_i = probabilidad del escenario i

Definir estas probabilidades por lo general es muy subjetivo, y añade otra complicación más a la ya difícil tarea de proyectar las variables de entrada del flujo de caja.

Cuando están presentes probabilidades, existe una manera adicional para estimar la desviación estándar de los flujos de caja del proyecto:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (VP_i - \overline{VP})^2 \times p_i}$$

Donde: VP_i = Valor presente del FC del escenario i
 \overline{VP} = Valor presente esperado
 p_i = probabilidad de ocurrencia del escenario i
n = número de escenarios

Si se dispone de la probabilidad de ocurrencia de cada escenario, el valor esperado del proyecto y la desviación estándar del mismo, se puede estimar la probabilidad que el VAN sea positivo. El siguiente ejemplo muestra el cálculo.

Ejercicio 7.4: La empresa Sigma se encuentra evaluando la posibilidad de invertir \$10,000 en un cierto proyecto. Para proyectar el flujo de caja del mismo, se han utilizado 3 escenarios diferentes basados en el crecimiento de la demanda: escenario optimista, escenario medio y escenario pesimista:

- El escenario optimista muestra que, en base a los valores considerados de las ventas y costos en este escenario, el valor presente del flujo de caja sería \$18,000.
- El escenario medio muestra que, en base a los valores considerados de las ventas y costos en este escenario, el valor presente del flujo de caja sería \$13,000.
- El escenario pesimista muestra que, en base a los valores considerados de las ventas y costos en este escenario, el valor presente del flujo de caja sería \$7,000.

La empresa estima una probabilidad de 35% para el escenario optimista, de 45% para el escenario medio y de 20% para el escenario pesimista.

El siguiente cuadro resume los datos obtenidos a través de las proyecciones del flujo de caja de cada escenario, junto con los cálculos de los valores necesario para calcular el VAN promedio y la desviación estándar del proyecto:

Escenario (i)	Probabilidad p_i (%)	VP (FC) VP_i (\$)	$p_i \times VP_i$ (\$)	$VP_i - \bar{VP}$ (\$)	$(VP_i - \bar{VP})^2$ (\$)	$(VP_i - \bar{VP})^2 \times p_i$ (\$)
Optimista	0.35	18,000	6,300	4,450	19,802,500	6,930,875
Medio	0.45	13,000	5,850	-550	302,500	136,125
Pesimista	0.20	7,000	1,400	-6,550	42,902,500	8,580,500
		\bar{VP}	13,550		suma	15,647,500

El valor presente esperado del flujo de caja es \$13,550. La desviación estándar de este flujo de caja es:

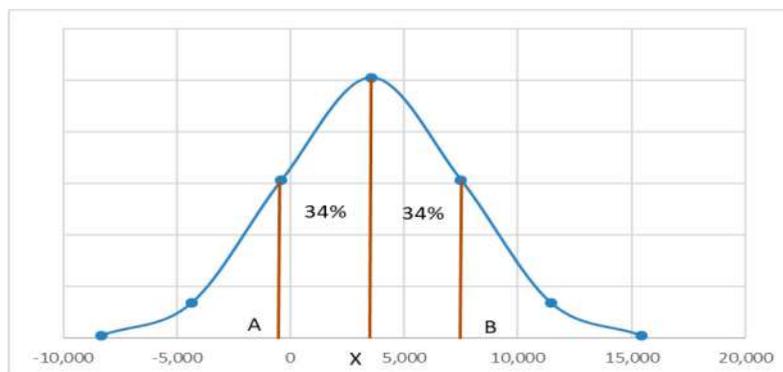
$$\sigma = \sqrt{15,647,500} = \$3,956$$

Asumiendo distribución normal para el FC, esto significa que el valor presente del flujo de caja estaría con 68% de probabilidad en el intervalo $\$13,550 \pm \$3,956$ (o sea, \$9,594 - \$17,506); y con 95% de probabilidad en el intervalo $\$13,550 \pm \$7,911$ (o sea, \$5,639 - \$21,461). Como el límite inferior es menor al valor de la inversión (\$ 10,000), existe la posibilidad de obtener un VAN negativo.

Para estimar la probabilidad que el VAN sea positivo, primero calculamos el VAN esperado del proyecto:

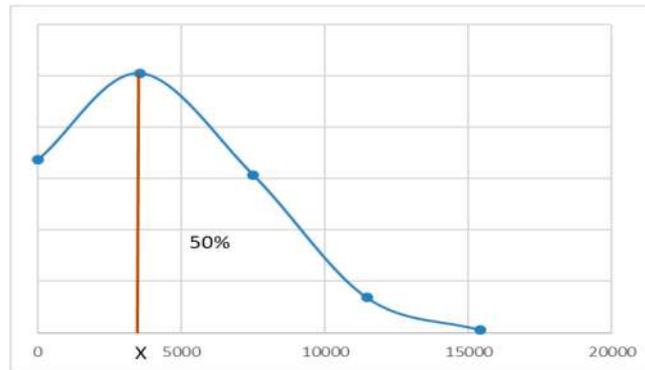
Escenario	Inversión (\$)	VP (FC) (\$)	VAN (\$)	VAN * P_i (\$)
Optimista	10,000	18,000	8,000	2,800
Medio	10,000	13,000	3,000	1,350
Pesimista	10,000	7,000	-3,000	-600
		VAN esperado	3,550	

Luego, si restamos una desviación estándar al valor del VAN, obtenemos un valor de -\$406. Esto significa que el punto que hace el VAN igual a cero se encuentra entre el valor medio del VAN y una desviación estándar:



En el gráfico de arriba, el punto A representa el valor de -\$406, el punto X es el valor medio del VAN (\$3,550) y el punto B es el valor medio más una desviación estándar (\$7,506). El área debajo de la curva entre A y B es 68% ($X \pm \sigma$), y como la distribución normal es simétrica el área entre A y X es 34%.

Para determinar la probabilidad que el VAN sea positivo necesitamos calcular el área a la derecha del punto cero (0) (o sea, $prob(VAN > 0)$):



Una manera de hacerlo es con regla de tres: el punto cero esta entre el van esperado (3,550) y una desviación estándar (3,956), por lo que calculamos el factor:

$$\frac{\overline{VAN}}{\sigma} = \frac{3,550}{3,956} = 0.90$$

Luego, multiplicamos este factor por 34% (área entre X y A) para encontrar el área entre X y cero y a esta área le sumamos el área que está a la derecha de X (50%):

$$prob(VAN > 0) = 0.34 * 0.90 + 0.5 = 0.81$$

Utilizando una calculadora de distribución normal, con los datos del VAN esperado y la desviación estándar obtenemos:

CALCULADORAS ONLINE

Introduce los parámetros:

Media:

Desviación Estandar:

P(x >)

P(x <)

P(≤ x ≤)

Probabilidad a ambos lados:
 P(x <) y P(x >)

Resultados:

Probabilidad (área) =

A continuación vamos a ver como el análisis de escenarios se puede complementar con los árboles de decisión.

Ejercicio 7.5: La empresa Sigma se encuentra evaluando la posibilidad de invertir \$700 para desarrollar un nuevo producto. El mercado de este producto es muy incipiente aun, por lo que se ha realizado proyecciones para tres escenarios en función de diferentes proyecciones de ventas y precios. El siguiente cuadro resume la información de cada escenario junto con las probabilidades estimadas para cada uno de ellos:

Escenario (i)	Probabilidad (p _i) (%)	Valor Presente Flujo Caja (VP _i)(\$)
Optimista	0.2	1,000
Medio	0.5	800
Pesimista	0.3	300

En base a esta información el departamento financiero ha realizado el siguiente análisis:

Escenario (i)	Probabilidad (p _i) (%)	Valor Presente Flujo Caja (VP _i)(\$)	Inversión (\$)	VAN _i (\$)	VAN esperado (VAN _i * p _i) (\$)	p _i x VP _i (\$)	VP _i - \bar{VP} (\$)	(VP _i - \bar{VP}) ² (\$)	(VP _i - \bar{VP}) ² x p _i (\$)
Optimista	0.2	1,000	700	300	60	200	310	96,100	19,220
Medio	0.5	800	700	100	50	400	110	12,100	6,050
Pesimista	0.3	300	700	-400	-120	90	-390	152,100	45,630
					-10	690			70,900

σ	266
Prob(VAN>0)	48.50%

Como el VAN esperado es negativo (-\$10) y solamente hay una probabilidad del 48.5% de que el VAN sea positivo, se recomendaba no seguir adelante con el proyecto.

Sin embargo, salió la idea de realizar una prueba piloto que consiste en invertir el 30% de la inversión necesaria para ver el desarrollo del mercado. Esta inversión inicial permitiría generar el 30% del flujo de caja esperado de cada escenario. Al final del primer año, se vería como fue el desarrollo del mercado y se podría tomar la decisión de continuar con la inversión planificada (invirtiendo el 70% faltante) o continuar con la inversión ya ejecutada. De esta manera, se podría reducir la perdida en caso el mercado no reaccione como se espera sin perder las posibles ganancias si el mercado crece. La tasa de descuento utilizada en la evaluación es 15%.

A continuación se muestra la información de la nueva situación:

Prueba Piloto

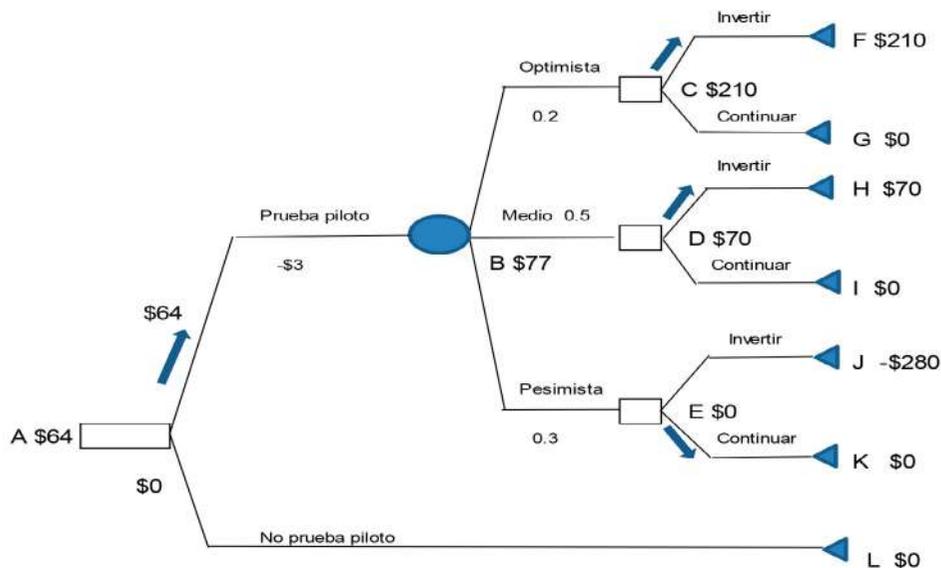
Escenario (i)	Probabilidad (p _i) (%)	Valor Presente Flujo Caja (VP _i)(\$)	Inversión (\$)	VAN _i (\$)	VAN esperado (VAN _i * p _i) (\$)	p _i x VP _i (\$)	VP _i - \bar{VP} (\$)	(VP _i - \bar{VP}) ² (\$)	(VP _i - \bar{VP}) ² x p _i (\$)
Optimista	0.2	300	210	90	18	60	-390	152,100	30,420
Medio	0.5	240	210	30	15	120	-450	202,500	101,250
Pesimista	0.3	90	210	-120	-36	27	-600	360,000	108,000
					-3	207			239,670

σ	490
Prob(VAN>0)	48.50%

Continuar

Escenario (i)	Probabilidad p_i (%)	Valor Presente Flujo Caja (VP _i) (\$)	Inversión (\$)	VAN_i (\$)	$VAN \text{ esperado } (VAN_i * p_i)$ (\$)
Optimista	0.2	700	490	210	42
Medio	0.5	560	490	70	35
Pesimista	0.3	210	490	-280	-84
					-7

Como se va a tomar una decisión después de conocer la evolución del mercado no se puede sacar directamente el VAN esperado, por lo que se elaboró un árbol de decisión:



El nodo A corresponde a la primera decisión que se debe tomar, que es si hacer la prueba piloto o no. Si se decide por hacerla, sigue un nodo probabilístico que muestra la evolución de la demanda. Una vez conocida la demanda, se debe tomar una decisión de si continuar como esta o invertir el monto restante. Los valores de los nodos terminales corresponden al VAN de la nueva inversión en caso de invertir y a cero en caso de continuar (ya que en el caso de esta alternativa todo está siendo tomado en el VAN de la prueba piloto, el VAN negativo inicial es el precio a pagar). Las decisiones óptimas a esta altura serían invertir si resulta el escenario optimista o medio, y continuar como esta si resulta el escenario pesimista.

El valor del nodo B corresponde al valor esperado de las ramas que salen de este nodo ($0.2 * 210 + 0.5 * 70 + 0.3 * 0$).

El valor del nodo A viene dado por: invertir \$3 para luego de 1 año recibir un activo que tiene un valor esperado de \$77:

$$\text{Valor nodo A} = -3 + \frac{77}{1.15} = \$64$$

7.5 SIMULACIÓN

La simulación es la última etapa que se puede dar en el análisis de riesgo. Consiste en modelar lo que podría pasar en el futuro mediante la generación de muchos escenarios a través de la generación de valores aleatorios de las variables de entrada. Estos valores aleatorios se van generando según las distribuciones de probabilidad previamente

asignadas a las variables críticas, y según las interrelaciones planteadas entre las variables. Estos valores de las variables de entrada (generados aleatoriamente por el software), van generando diferentes valores para la variable de salida (el VAN por ejemplo), dando como resultado una distribución de probabilidad para la variable de salida del modelo.

La simulación es una herramienta que considera todas las combinaciones de las variables de entrada posibles, por lo tanto, permite examinar la distribución completa de resultados del proyecto.

Los pasos que se deben seguir para poder realizar una simulación son:

1. Construir adecuadamente el modelo según lo explicado en el apartado 7.1 de este capítulo. Es muy importante que el modelo no contenga números sino solamente referencias a las celdas de los datos y/o funciones de cálculo. Esto para lograr que el flujo de caja se modifique automáticamente cuando se van generando los valores aleatorios de las variables de entrada.
2. Definir explícitamente la interrelación entre variables (por ejemplo, entre cantidad vendida y precio). Si los componentes de los flujos de caja del proyecto no estuvieran relacionados la simulación casi nunca sería necesaria.
3. Determinar las variables de entrada críticas a las cuales se les ajustara una distribución de probabilidades.
4. Asignar una distribución de probabilidad a las variables de entrada que se utilizaran para generar valores aleatorios. Se debe elegir la distribución de probabilidad que mejor represente el comportamiento estocástico de cada variable. Esta es una de las etapas más difíciles e importantes de la simulación junto con la definición de la interrelación de las variables.
5. Definir la variable de salida (el VAN u otro indicador financiero de viabilidad)
6. Establecer el número de pruebas y/o el nivel de confianza deseado. Ejecutar la simulación.
7. Analizar la información gráfica y numérica resultantes. El resultado de la simulación va a ser una distribución de probabilidades para el VAN del proyecto.

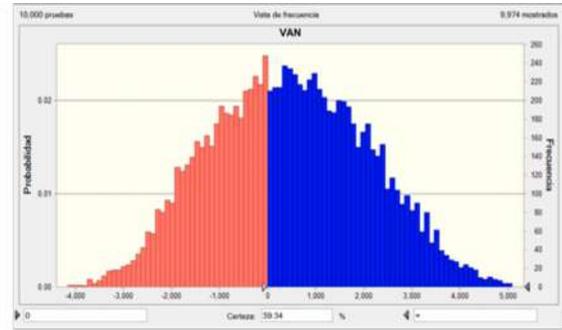
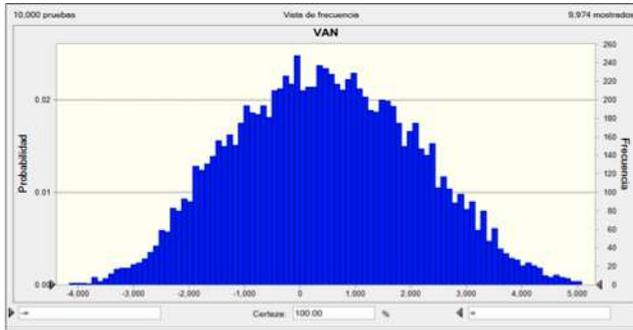
La precisión de los resultados depende de cuan precisos son el modelo y las distribuciones de probabilidad asignadas a las variables de entrada. El objetivo de la simulación no es eliminar el riesgo, sino analizar las principales fuentes de incertidumbre y ver cuanto sería posible reducir dicha incertidumbre mejorando las predicciones de las variables, además de cuantificar efectos de cambios en las variables críticas en el resultado del proyecto.

Nuevamente vamos a utilizar el software Crystall Ball para realizar un ejemplo.

Ejercicio 7.6: Vamos a volver al ejercicio 7.2. La evaluación del proyecto mostraba un VAN de \$517, y mediante el uso de la herramienta Tornado Chart se había determinado que las variables críticas eran las ventas del primer año y los costos operativos variables.

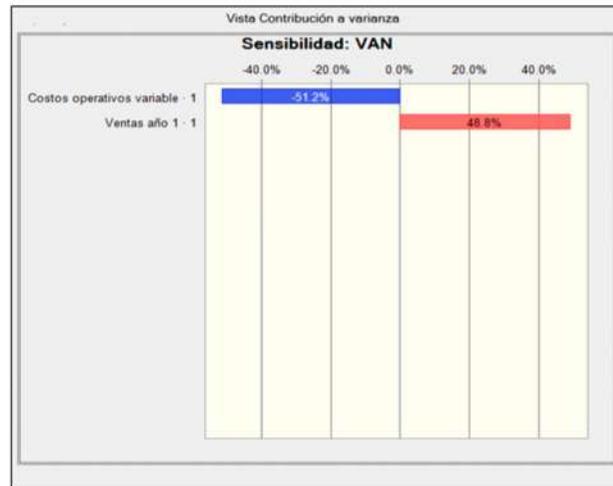
Vamos a realizar una simulación utilizando como variables críticas a estas dos y como variable de salida al VAN del proyecto.

Se asumió que las ventas del primer año siguen una distribución normal con media \$5,600 y desviación estándar de \$560; y que el costo operativo variable sigue una distribución uniforme con valor mínimo de 40% y valor máximo de 60%. Se realizaron 10,000 iteraciones y se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación (el paso a paso de la simulación se encuentra en el anexo 2):



Previsión: VAN

Estadística	Valores de previsión
Pruebas	10,000
Caso base	517
Media	461
Mediana	431
Modo	---
Desviación es	1,651
Varianza	2,725,340
Sesgo	0.105
Curtosis	2.6
Coefficiente de	3.58
Mínimo	-4,565
Máximo	6,337
Error estándar	17



Los resultados muestran que el VAN mínimo obtenido es -\$4,565 y el VAN máximo es \$6,337 con una desviación estándar de \$1,651.

La probabilidad de obtener un VAN positivo es 59.34%. Existe un 68% de probabilidad que el VAN se encuentre entre $461 \pm 1,651$.

EJERCICIOS

1. La empresa MMC está negociando la compra de una nueva pieza de equipo para sus operaciones actuales. MMC quiere saber el precio máximo que deberían estar dispuestos a pagar por el equipo. Se tiene la siguiente información:
 - a) El equipo nuevo reemplazaría el equipo existente que tiene un valor de mercado actual de 20,000 dólares.
 - b) El equipo nuevo no afectaría los ingresos, pero se reducirían los costos de operación antes de impuestos a razón de 10,000 dólares al año durante ocho años. Estos ahorros de costos ocurrirían al final del año.
 - c) El equipo existente ahora tiene cinco años de antigüedad. Se espera que éste dure otros ocho años, y que no tenga valor de reventa al final de dicho periodo. Se compró este equipo por 40,000 dólares y se está depreciando hasta cero sobre una base lineal durante 10 años.
 - d) El equipo nuevo se depreciará hasta cero usando la depreciación lineal durante cinco años. MMC espera poder vender el equipo a 5,000 dólares al cabo de los ocho años.
 - e) MMC tiene operaciones rentables en curso
 - f) La tasa impositiva de la empresa es del 25%
 - g) La tasa de descuento adecuada es del 10%.

2. La empresa S&F está evaluando la factibilidad de realizar una cierta inversión. Este proyecto requiere una inversión inicial de \$500,000 (todo tiene crédito fiscal) y los ingresos proyectados son \$340,000 el año 1, los cuales crecerían a una tasa del 5% anual hasta el año 5 (incluyen IVA). Los costos proyectados son del 55% de los ingresos (el 80% tiene crédito fiscal) y la tasa impositiva es del 25%. El capital de trabajo necesario se estima que es igual al 15% de los ingresos. La inversión inicial es principalmente en planta y equipamiento y sería depreciada de manera lineal sin valor residual en un periodo de 5 años. El valor de mercado estimado de esta inversión en el año 5 es del 10% del monto inicial invertido. El proyecto utilizaría una camioneta que es de propiedad de la empresa. Esta camioneta actualmente no se está utilizando, pero puede ser alquilada a terceros por \$3,000 al año por cinco años (incluye IVA). El valor contable actual de esta camioneta es \$10,000 y está siendo depreciada de manera lineal (le quedan 5 años de vida contable).
 - a) Si la tasa de descuento es del 10%, ¿cuál es el VAN y la TIRm de esta inversión?
 - b) Identifique las tres variables que tienen mayor incidencia en el valor del proyecto (tome en cuenta las siguientes variables: inversión inicial, ingresos año 1, crecimiento de los ingresos, costos, capital de trabajo, valor de mercado de la inversión en el año 5, tasa de descuento).
 - c) Asumiendo las siguientes distribuciones de probabilidad para las variables que se muestran a continuación, y que la empresa aceptaría el proyecto si el VAN es mayor que cero y la probabilidad de que el VAN sea negativo es menor que 30%, ¿debe la empresa aceptar el proyecto?
 - Ingresos: distribución normal con media \$340,000 y desviación estándar de \$40,000
 - Costos: distribución uniforme con un valor mínimo de 45% y un valor máximo de 65%
 - Valor de mercado de la inversión en el año 5: 10% con probabilidad del 50%; 5% con probabilidad 35%; 12% con probabilidad 15%
 - Capital de trabajo: distribución normal con media 15% y desviación estándar del 2%
15 veces mas

3. La empresa Delta se encuentra evaluando la posibilidad de invertir \$150,000 en un cierto proyecto. Las proyecciones del flujo de caja del proyecto muestran que en el escenario optimista se podría generar \$27,000/año indefinidamente, en el escenario medio \$19,500/año indefinidamente y en el escenario pesimista \$10,500/año indefinidamente. La empresa estima una probabilidad de 30% para el escenario optimista, de 50% para el escenario medio y de 20% para el escenario pesimista.
 - a) Asumiendo que el flujo de caja sigue una distribución normal, determine entre que valores se debería encontrar el mismo para lograr un intervalo de confianza del 68%.
 - b) Calcule el VAN esperado del proyecto.

ANEXO 1: Modelo del ejercicio 4.1

El flujo de caja construido era:

DATOS		FLUJO DE FONDOS PROYECTADO SIN FINANCIAMIENTO								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión										
Costo maquinaria	200,000									
Valor residual maquinaria	10%									
Vida contable maquinaria	5									
Costo obras civiles	35,000									
Vida contable construcciones	40									
Terreno	15,000									
Ingeniería del proyecto	20,000									
Amortización ingeniería	4									
Gastos pre operacionales	5,000									
Amortización gastos preop.	4									
Capital trabajo	10%									
Datos operativos:										
Capacidad producción	30,000									
Utilización capacidad año 1	50%									
Utilización capacidad año 2	65%									
Utilización capacidad año 3	90%									
Utilización capacidad año 4	100%									
Precio de venta	5									
Costo variable unitario (CV)	1.7									
Credito Fiscal CV	100%									
Costo fijo (CF)	10,000									
Credito Fiscal CF	70%									
Gasto de administración	6,000									
Credito Fiscal GA	60%									
Tasa de descuento	10%									
ACTIVO FIJO										
Maquinaria		-174,000								
Obras civiles		-30,450								
Terreno		-15,000								
ACTIVO DIFERIDO										
Ingeniería del proyecto		-17,400								
Gastos pre operacionales		-5,000								
CAPITAL DE TRABAJO										
Capital de trabajo		-7,500	-2,250	-3,750	-1,500	0	0	0	0	0
VALOR TERMINAL										
Valor residual activo fijo										56,760
Recuperación capital trabajo										15,000
Efecto Impositivo										-4,350
Flujo de inversión (FI)		-249,350	-2,250	-3,750	-1,500	0	0	0	0	67,410
Ventas			65,250	84,825	117,450	130,500	130,500	130,500	130,500	130,500
Costo variable			-22,185	-28,841	-39,933	-44,370	-44,370	-44,370	-44,370	-44,370
Costo fijo			-9,090	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090	-9,090
Gastos de administración			-5,532	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532	-5,532
Depreciación			-35,561	-35,561	-35,561	-35,561	-35,561	-761	-761	-761
Amortización			-5,600	-5,600	-5,600	-5,600	0	0	0	0
UAI			-12,718	201	21,734	30,347	35,947	70,747	70,747	70,747
IUE			3,180	-50	-5,433	-7,587	-8,987	-17,687	-17,687	-17,687
IT efectivo			-2,250	-2,925	-4,000	0	0	0	0	0
UDI			-11,789	-2,774	12,301	22,760	26,960	53,060	53,060	53,060
Depreciación			35,561	35,561	35,561	35,561	35,561	761	761	761
Amortización			5,600	5,600	5,600	5,600	0	0	0	0
Flujo de operación			29,373	38,387	53,462	63,921	62,521	53,821	53,821	53,821
Flujo de fondos			-249,350	27,123	34,637	51,962	63,921	62,521	53,821	121,231
VAN			40,007							
TIR			13.51%							
TIRm			12.07%							
Periodo recuperacion			8							

Todas las celdas están referidas a los datos:

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following structure:

- Row 3:** Tabla de 'DATOS' con parámetros de inversión y operación.
- Row 4:** Encabezado de 'FLUJO DE FONDOS PROYECTADO SIN FINANCIAMIENTO' con columnas de años 0 a 8.
- Row 5-16:** Cálculos de 'ACTIVO FIJO', 'ACTIVO DIFERIDO', 'CAPITAL DE TRABAJO', y 'VALOR TERMINAL'.
- Row 17-23:** Cálculo del 'Flujo de inversión (FI)' y otros flujos de caja.
- Row 24-28:** Cálculo de 'VAN', 'TIR', 'TIRm', y 'Periodo recuperacion'.

A continuación las celdas que no se logran ver completas:

En el caso de las celdas del capital de trabajo del periodo 2 al periodo 7 (H13 a N13):
 $=-\$C\$15*(119/0.87-H19/0.87)$

En el caso del valor residual del activo fijo (O15):
 $=(C8*0.87-C8*0.87/C9*O4)+C5*C6*0.87+C10$

En el caso de las celdas de costo variable (H20 a O20):
 $=-C23*C17*C18*0.87$

En el caso de la depreciación (H23 a O23):
 $=SI(H4<=-\$C\$7;-\$C\$5*0.87/\$C\$7;0)-SI(H4<=-\$C\$9;\$C\$8*0.87/\$C\$9;0)$

En el caso de la amortización (H24 a O24):
 $=-SI(H4<=-\$C\$12;\$C\$11*0.87/\$C\$12;0)-SI(H4<=-\$C\$14;\$C\$13/\$C\$14;0)$

En el caso del IT efectivo (I27 a O27):
 $=SI(H26>=0;-0.03*119/0.87;SI(-H26>119/0.87*0.03;0;-(0.03*119/0.87+H26)))$

La tabla del VAN y sus referencia son:

Periodo	Inv. Inicio	IC	Rent. Req.	Recup. Inv.	Ganancia	VPI(Ganancia)	Inv. Final
1	=G33	=H33	=I33	=J33	=K33	=L33	=M33
2	=H41	=I41	=J41	=K41	=L41	=M41	=N41
3	=H42	=I42	=J42	=K42	=L42	=M42	=N42
4	=H43	=I43	=J43	=K43	=L43	=M43	=N43
5	=H44	=I44	=J44	=K44	=L44	=M44	=N44
6	=H45	=I45	=J45	=K45	=L45	=M45	=N45
7	=H46	=I46	=J46	=K46	=L46	=M46	=N46
8	=H47	=I47	=J47	=K47	=L47	=M47	=N47
							=SUMA(L41:L49)-M48/7

En la caso de la columna de Recup. Inv:
 $=SI(H41<0;0;SI((H41<I41);0;SI((H41-I41)<G41;H41-I41;G41)))$

En el caso de la columna de Ganancia:
 $=SI(H41<0;-I41;SI(H41<I41;H41-I41;SI((H41-I41-J41)>0;H41-I41-J41;0)))$

Esto permite poder analizar rápidamente cualquier cambio en el valor de una variable, realizar un análisis de sensibilidad o simulación. Todos los indicadores son calculados inmediatamente.

ANEXO 2: Pasos para construir Tornado chart y hacer simulación usando Crystall Ball

A continuación se muestran los pasos seguidos para realizar el análisis de sensibilidad del ejercicio 7.1.

Como se mencionó anteriormente, este software es un plug-in de EXCEL, que al cargarlo aparece la siguiente barra de herramientas:

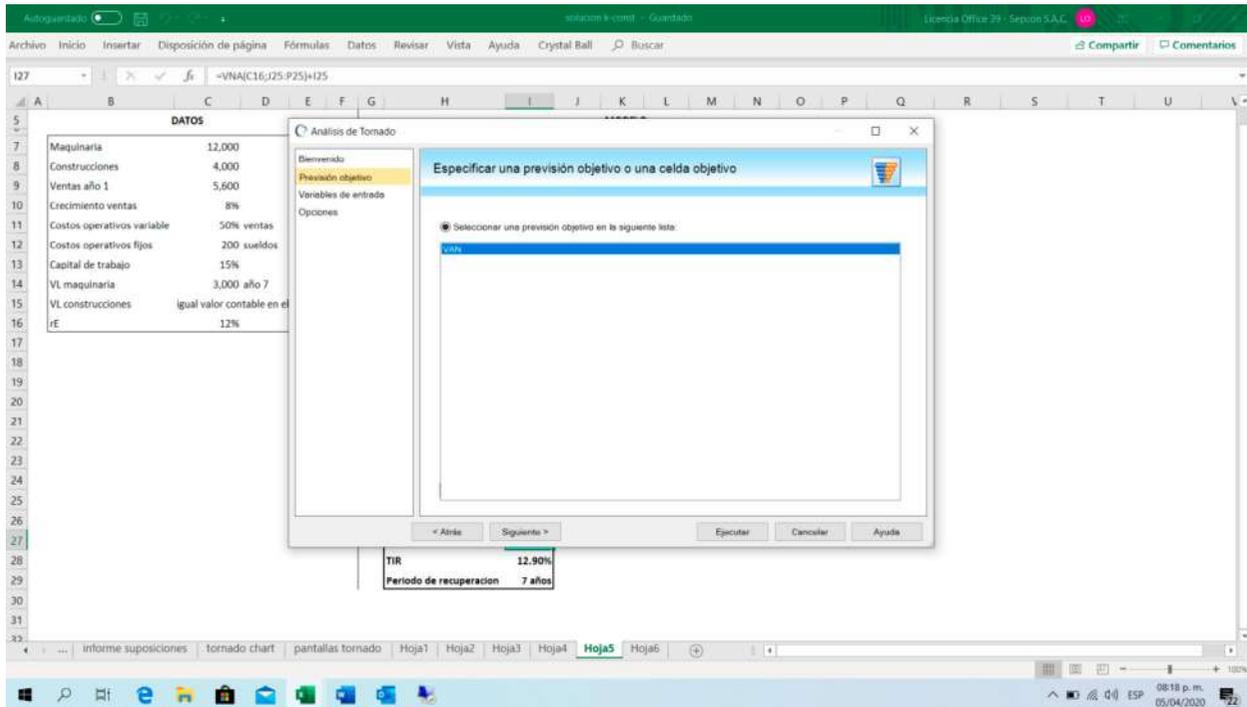


Lo primero que debemos hacer es definir la función objetivo (celda sobre la cual se analizará el efecto del cambio de valor de las variables), que en este caso va a ser el VAN. Esto se realiza parándonos en la celda del VAN y utilizando el botón "Definir previsión" (la celda del VAN cambiara a color celeste):

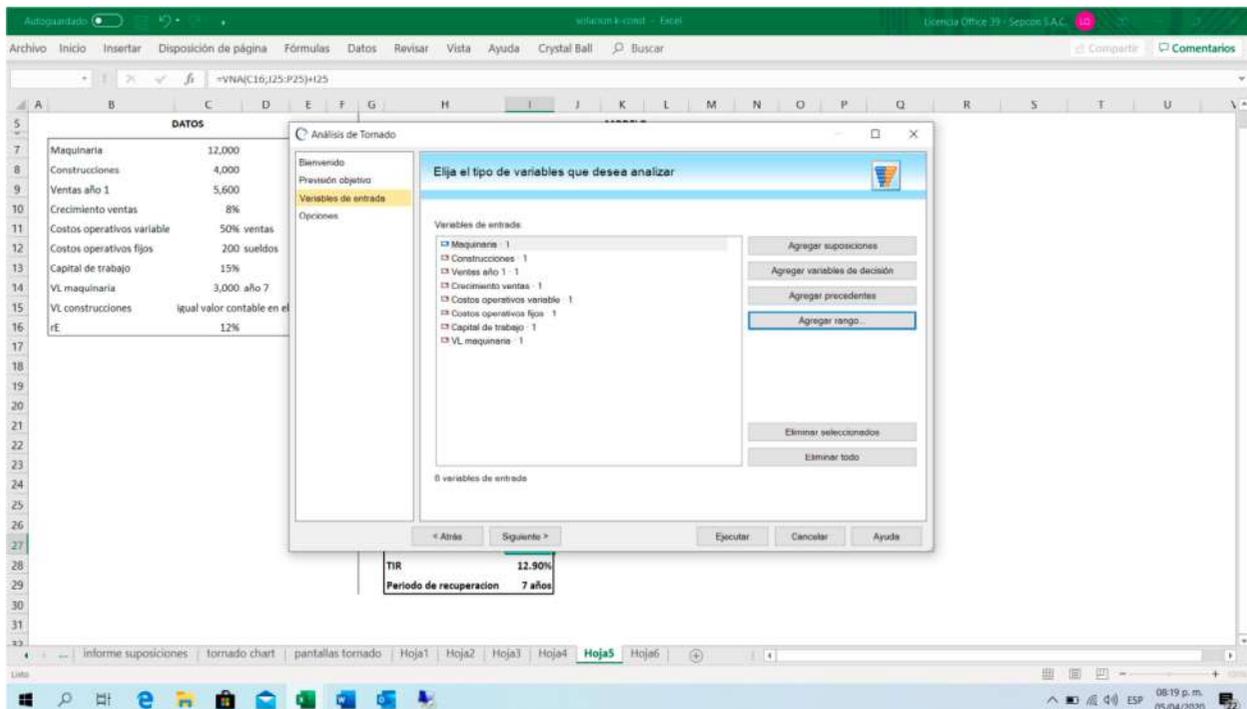
	0	1	2	3	4	5	6	7
Maquinaria	-10,440							
Construcciones	-3,480							
Capital trabajo	-731	-58	-63	-68	-74	-80	-86	1,160
VR Maquinaria								2,610
VR Construcciones								2,262
Flujo de Inversión	-14,651	-58	-63	-68	-74	-80	-86	6,032
Ventas	4,872	5,262	5,683	6,137	6,628	7,159	7,731	
COV	-2,119	-2,289	-2,472	-2,670	-2,883	-3,114	-3,363	
COF	-192	-192	-192	-192	-192	-192	-192	
Depreciación	-2,262	-2,262	-2,262	-2,262	-2,262	-174	-174	
UAI	298	519	757	1,013	1,291	3,678	4,002	
IR	-75	-130	-189	-253	-323	-920	-1,000	
IT	-168	-107	-66	-23	0	0	0	
UDI	56	282	501	738	968	2,759	3,001	
Depreciación	2,262	2,262	2,262	2,262	2,262	174	174	
Flujo de Operación	2,318	2,544	2,763	3,000	3,230	2,933	3,175	
FLUJO DE CAJA	-14,651	2,259	2,481	2,695	2,926	3,151	2,847	9,207
VAN								517
TIR								12.90%
Periodo de recuperación								7 años

Luego, se utiliza el botón "más herramientas" para encontrar la función "Análisis de Tornado":

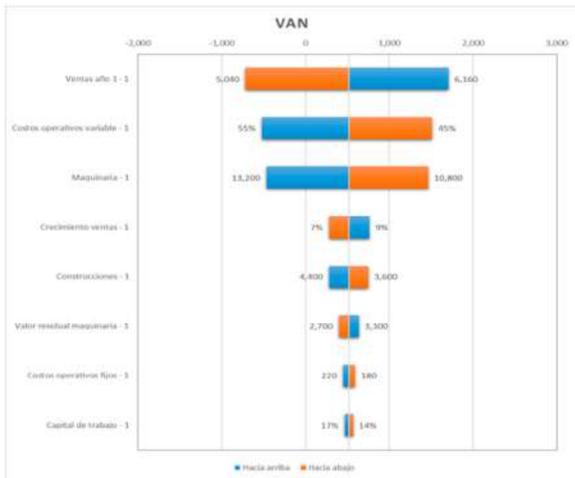
Se selecciona esta función y aparece la siguiente pantalla para seleccionar la función objetivo (previamente definida):



Se presiona siguiente y en la siguiente pantalla se procede a seleccionar las variables sobre las cuales se realizará el análisis (con la tecla "agregar rango"):



Presionando la tecla “ejecutar” se obtiene el siguiente gráfico y reporte:



Variable de entrada	VAN			Explicación de variación ¹	Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango		Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
Ventas año 1	-718	1,706	2,424	41.19%	5,040	6,160	5,600
Costos operativos variable	1,507	-522	2,030	70.07%	45%	55%	50%
Maquinaria	1,466	-466	1,932	96.24%	10,800	13,200	12,000
Crecimiento ventas	280	760	480	97.86%	7%	9%	8%
Construcciones	752	282	470	99.41%	3,600	4,400	4,000
Valor residual maquinaria	399	635	236	99.80%	2,700	3,300	3,000
Costos operativos fijos	586	448	138	99.93%	180	220	200
Capital de trabajo	566	468	99	100.00%	14%	17%	15%

¹a explicación de la variación 1 es acumulativa

Opciones de ejecución:	Desviaciones (por porcentaje)
Método de Tornado	-10% a 10%
Rango de prueba	5
Puntos de prueba	Desactivado
Personalizar rangos de prueba por variable	20
Mostrar variables superiores	Valores de mediana
Caso base de las variables de Crystal Ball	

Luego de identificar a las variables críticas, se procede a asignarles una distribución de probabilidades a estas variables:

Definir suposición

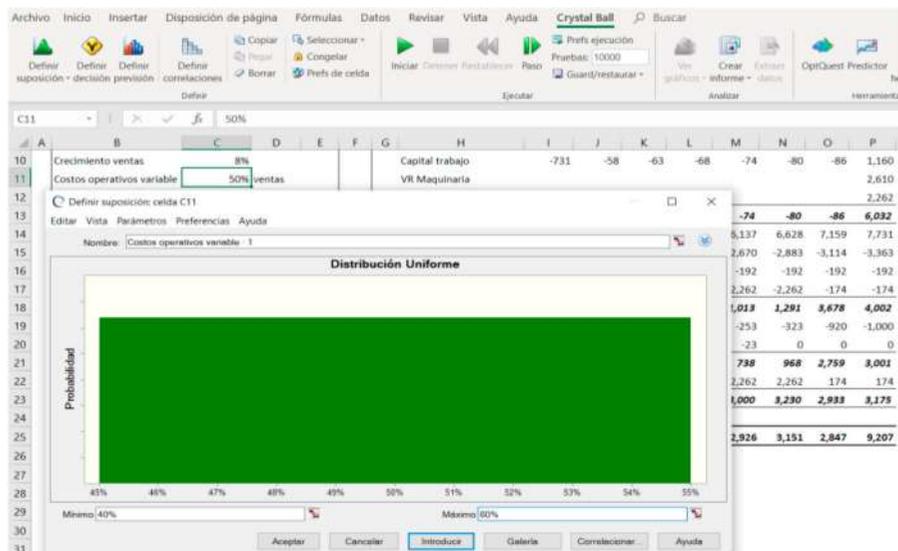
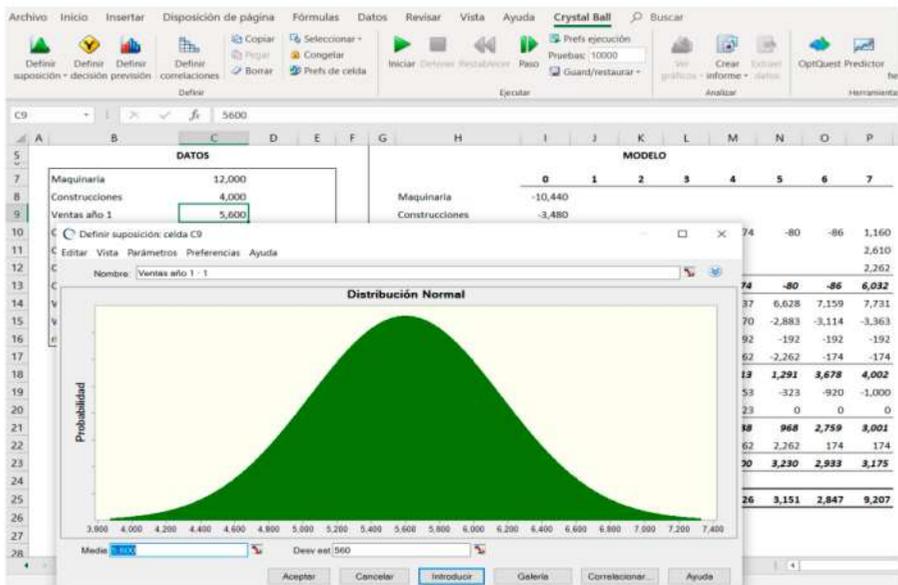
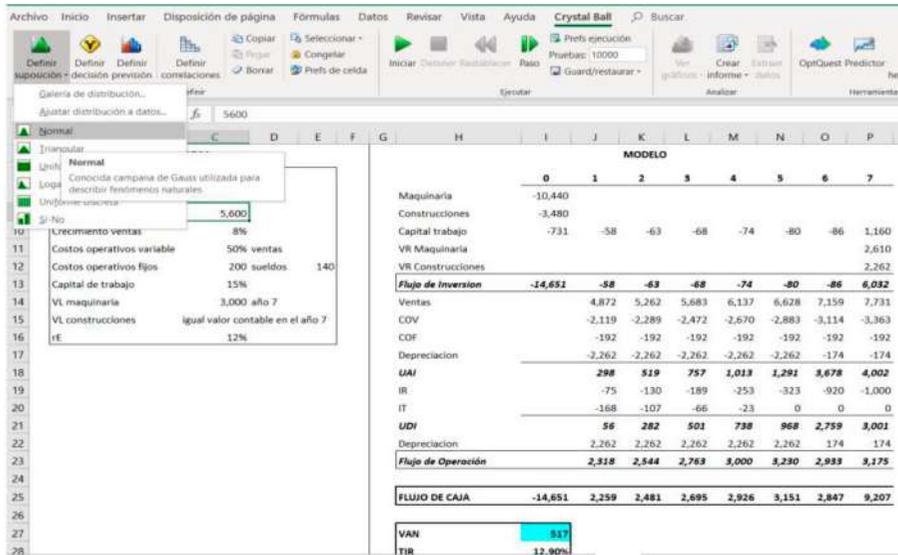
Defina las celdas seleccionadas como suposiciones para ellas, elija un tipo de distribución de probabilidad específico del menú.

Las suposiciones existentes en las celdas seleccionadas se reemplazarán con el tipo de distribución elegido.

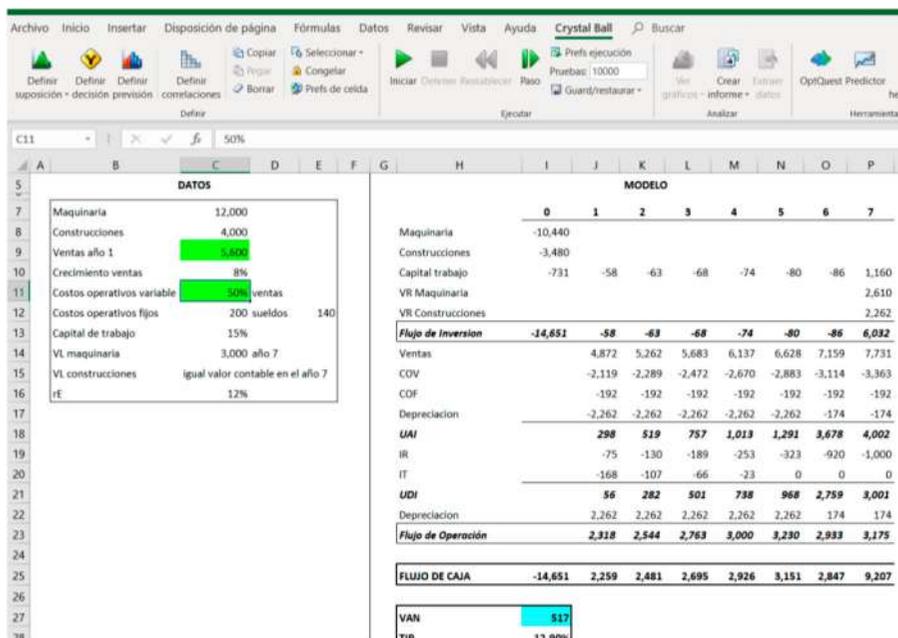
Celda	Suposición	Distribución
10	Crecimiento ventas	8%
11	Costos operativos variable	50% ventas
12	Costos operativos fijos	200 sueldos 140
13	Capital de trabajo	15%
14	VL maquinaria	3,000 año 7
15	VL construcciones	Igual valor contable en el año 7
16	rE	12%

MODELO

	0	1	2	3	4	5	6	7
Maquinaria	-10,440							
Construcciones	-3,480							
Capital trabajo	-731	-58	-63	-68	-74	-80	-86	1,160
VII Maquinaria								2,610
VII Construcciones								2,262
Flujo de Inversión	-14,651	-58	-63	-68	-74	-80	-86	6,032
Ventas	4,872	5,262	5,683	6,137	6,628	7,159	7,731	
COV	-2,119	-2,289	-2,472	-2,670	-2,883	-3,114	-3,363	
COF	-192	-192	-192	-192	-192	-192	-192	
Depreciación	-2,262	-2,262	-2,262	-2,262	-2,262	-174	-174	
UAI	298	519	757	1,013	1,291	3,678	4,002	
IR	-75	-130	-189	-253	-323	-390	-1,000	
IT	-168	-107	-66	-23	0	0	0	
UDI	56	282	501	738	968	2,759	3,001	
Depreciación	2,262	2,262	2,262	2,262	2,262	174	174	
Flujo de Operación	2,318	2,544	2,763	3,000	3,230	2,933	3,175	
FLUJO DE CAJA	-14,651	2,259	2,481	2,695	2,926	3,151	2,847	9,207
VAN								517
TIR								13.90%

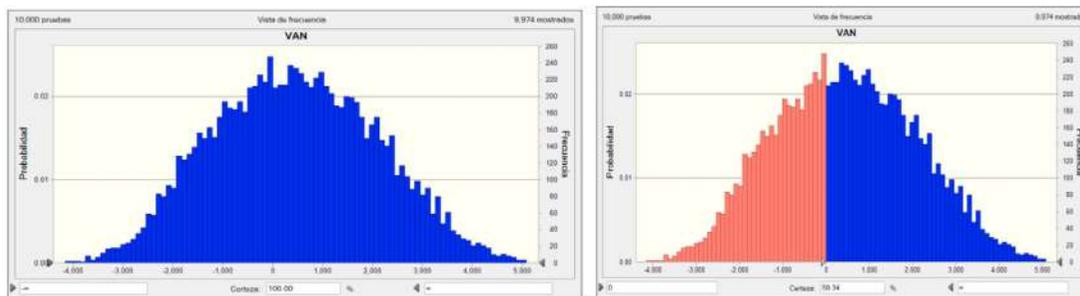


Las celdas definidas como variables de decisión se vuelven de color verde, y la celda objetivo se encuentra de color azul:



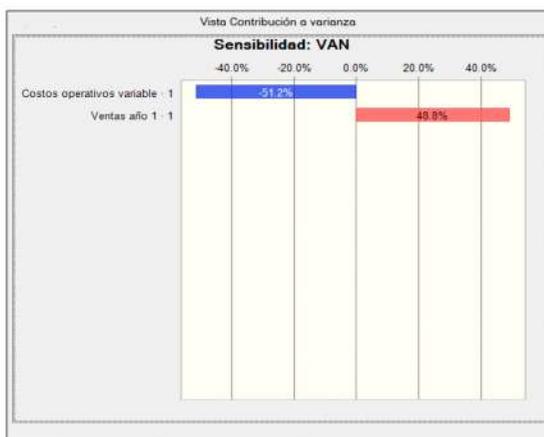
Una vez definidas las distribuciones y la cantidad de pruebas, se procede a realizar la simulación con el botón de "Iniciar".

Al final de la iteración, el software entrega varios gráficos e informes. A continuación los que consideramos más importantes:



Previsión: VAN

Estadística	Valores de previsión
Pruebas	10,000
Caso base	517
Media	461
Mediana	431
Modo	---
Desviación es	1,651
Varianza	2,725,340
Sesgo	0.105
Curtosis	2.6
Coefficiente d	3.58
Mínimo	-4,565
Máximo	6,337
Error estándar	17



RESULTADOS DE LOS EJERCICIOS

Capítulo 1

1. \$3,917.63
2. VA alternativa 1: \$851.36; VA alternativa 2: \$1,000
3. \$1,428.57; \$1,528.57; \$5,000; \$910.76
4. \$501,121.98
5. a) \$67,362.05; b) \$19,344.67
6. a) \$3,902.25; b) \$316.82
7. VA sin descuento: \$46,667.85; VA con descuento: \$47,500
8. \$4,739.63
9. \$25,639.21
10. 14.87%
11. 39.85%

Capítulo 2

1. Falso
2. Inciso e
3. Inciso i
4. Verdadero
5. Inciso v
8. 8.57%
9. a) VAN \$13,152; b) en t=6; c) 22.10%
10. a) VAN -\$15,615; b) en t=6; c) 8.21%
11. a) TIR 23.14%; b) SI
12. a) VAN \$226,748, TIRm 22.09%; b) \$129,873.75; c) \$176,588.47; d) TIR 37.02%
13. a) VAN -\$343; b) 6.5%

Capítulo 3

1. Falso
6. \$55
10. \$375; \$250; -\$375; -\$875
11. SI, \$35,000
12. Inciso b
13. \$4,700; \$4,700; \$4,700; \$4,700; \$4,700; \$2,700
14. VP FC nuevo = \$351.50; VAN \$51.50

16. Cerrar y recuperar \$65,000 (VAN continuar \$50,000)
17. a) \$415,963.44, $t=9$; b) \$401,273.57, $t=9$
19. \$25; \$7.5; -\$12.5; -\$22.5; -\$37.5

Capítulo 4

1. VAN \$2,393
2. a) VAN \$146,642; b) 25.45%; c) 28.85%; d) SI
3. VAN -\$677; TIR 11.77%
4. VAN \$250
5. VAN \$1,854
6. VAN \$13,486, TIR 18.41%
7. VAN \$4,980

Capítulo 5

1. a) VAN \$70; b) TIRm 20.49%; c) No, ya que los FC son negativos hasta $t=4$; d) \$373, SI; e) letra d; f) TIRm 23.64%
2. VAN c/f \$14,983
3. b) VAN sin financiamiento: \$19,176; d) VANA \$20,958
4. a) VAN sin financiamiento: -\$248; VAN con financiamiento: \$687; VANA: \$19

Capítulo 6

1. Si se evalúa "Z vs. W": VAN -\$520
2. Si se evalúa "bomba grande vs. Similar": VAN \$255
3. Si se evalúa "Comprar nuevo vs. Mejorar existente": VAN \$0.4
4. Si se evalúa "Proveedor A vs. Proveedor B": VAN \$89.80
5. Si se evalúa "Subcontratar vs. No subcontratar": VAN \$15,490
6. Si se evalúa "Invertir ahora vs. Postergar": VAN -\$205
7. Si se evalúa "Modificar maquina actual vs. Comprar maquina nueva": VAN \$3,434

BIBLIOGRAFÍA

Bodie – Merton, Finanzas, 1ra. Edición, Pearson, 2003

Brealey – Myers - Allen, Principios de Finanzas Corporativas, 8va. Edición, McGraw-Hill, 2006

Damodaran A., Damodaran on Valuation, Nueva York, John Wiley & Sons, 2006

Fernandez Pablo, Valoración de empresas, 1ra. Edición, 1999

Karen Marie Mokate, Evaluación Financiera de Proyectos de Inversión, 2000

Koller – Goedhart – Wessels, Valuation – Measuring and Managing the Value of Companies, 5th. Edition, McKinsey & Company

Ross – Westerfield – Jordan, Fundamentos de Finanzas Corporativas, 9na. Edición, Mc.Graw-Hill

Sapag Chain Nassir, Proyectos de Inversión - Formulación y Evaluación, 2da. Edición, Pearson

Weston – Copeland, Finanzas en administración, México, McGraw-Hill, 1995

EL AUTOR

Mauricio M. Virreira Avila



Ingeniero Industrial por la Pontificia Universidad Católica de Chile y Diploma en Ingeniería Mecánica en la misma universidad. MBA por George Mason University (Virginia, EEUU) y Diploma en el Programa de Especialización para Directores por el PAD Escuela de Dirección de la Universidad de Piura (Lima, Perú).

Ha desarrollado e impartido numerosos cursos y seminarios en el área financiera para diferentes instituciones y empresas. Docente de Postgrado en la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra desde el año 2002 en cursos de Finanzas Corporativas, Evaluación de Inversiones y Valoración de Empresas.

En el campo laboral, ha estado ligado al área de finanzas por más de veinte años, trabajando como Gerente Financiero de empresas de Bolivia y Perú.

En la actualidad es Director Financiero del Grupo Sepcon para Perú y Bolivia, y Docente de Postgrado en cursos de finanzas corporativas y evaluación de proyectos de los programas de Maestría en Ingeniería Financiera (MIF) y Maestría en Administración de Empresas (MBA) de la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA).



Dirección de Postgrado - DIP | UNIVERSIDAD PRIVADA DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA - UPSA
Av. Paragu y 4to. Anillo | ☎ +591 (3) 346 4000 - int. 196 / 248 | 📞 768 94353 / 768 94378
✉ postgrado@upsa.edu.bo | www.postgrado.upsa.edu.bo | 📘 PostgradoUpsa