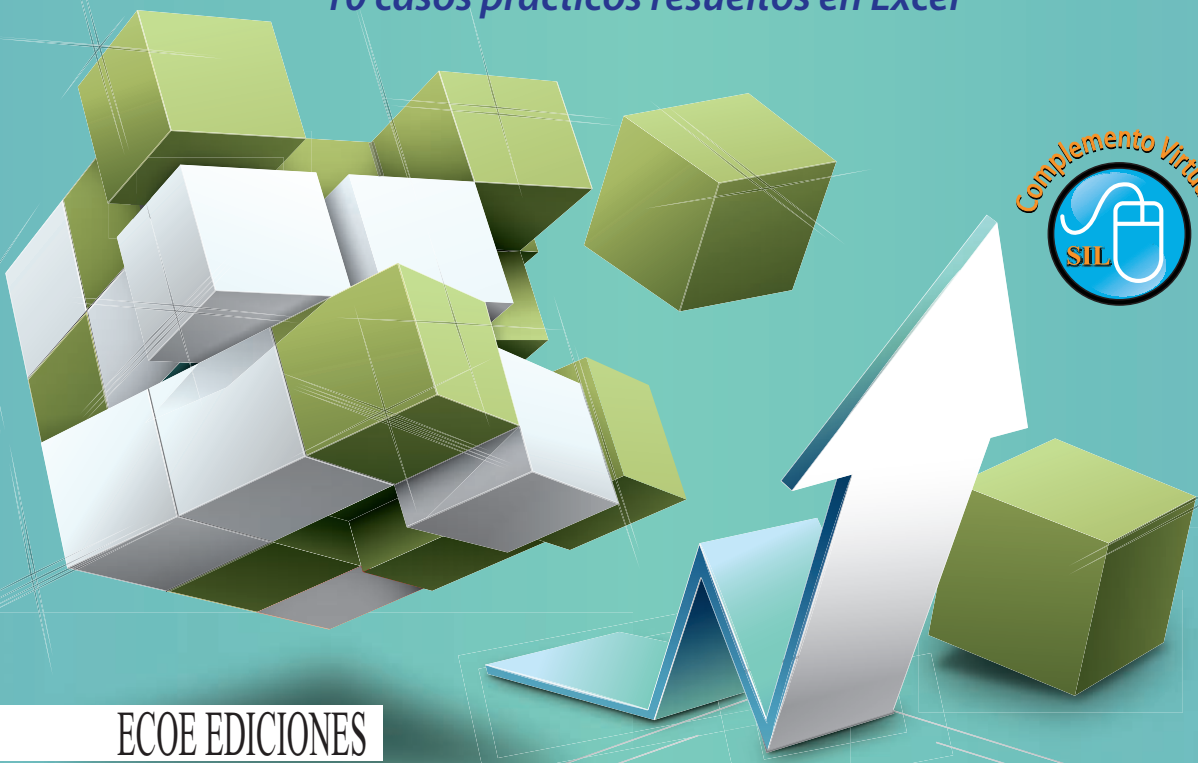


Tercera edición

Jhonny de Jesús Meza Orozco

Evaluación financiera de proyectos

10 casos prácticos resueltos en Excel



ECOE EDICIONES

Jhonny de Jesús Meza Orozco

Ingeniero de Transportes y Vías
(Universidad Pedagógica y
Tecnológica de Colombia).
Especialista en Finanzas
(Universidad de Cartagena)
Especialista en Gestión Gerencial
(Universidad de Cartagena)
Diplomado en Ingeniería Financiera
(ITSM - Monterrey)
Diplomado en Finanzas Avanzadas
(Uninorte - Eafit).
Profesor de tiempo completo en la
Universidad Popular del Cesar.
Catedrático de Matemáticas
Financieras en la Universidad de
Santander.

Profesor de posgrado en el área
financiera en la Universidad del Norte,
Universidad del Sinú, Universidad de
Sucre, Universidad Tecnológica de
Bolívar, Universidad de Cartagena,
Universidad Popular del Cesar,
Corporación Universitaria del Caribe,
Vicerrector de Investigación y
Extensión de la Universidad Popular
del Cesar. Miembro de la Sociedad
Colombiana de Ingenieros.

Autor de Matemáticas Financieras
Aplicadas

Tercera edición

Evaluación financiera de proyectos

10 casos prácticos resueltos en Excel

Jhonny de Jesús Meza Orozco

Catalogación en la publicación – Biblioteca Nacional de Colombia

Meza Orozco, Jhonny de Jesús. Evaluación financiera de proyectos /
Jhonny de Jesús Meza Orozco. – 3ª. ed. – Bogotá : Ecoe Ediciones, 2013
360 p. – (Ciencias administrativas. Contabilidad y finanzas)

Complemento virtual SIL (Sistema de Información en Línea)
www.ecoediciones.com. -- Incluye bibliografía
ISBN 978-958-648-854-9

1. Evaluación de proyectos 2. Proyectos de inversión I. Título II. Serie

CDD: 332.6 ed. 20

CO-BoBN– a835124

Colección: Ciencias administrativas
Área: Contabilidad y finanzas

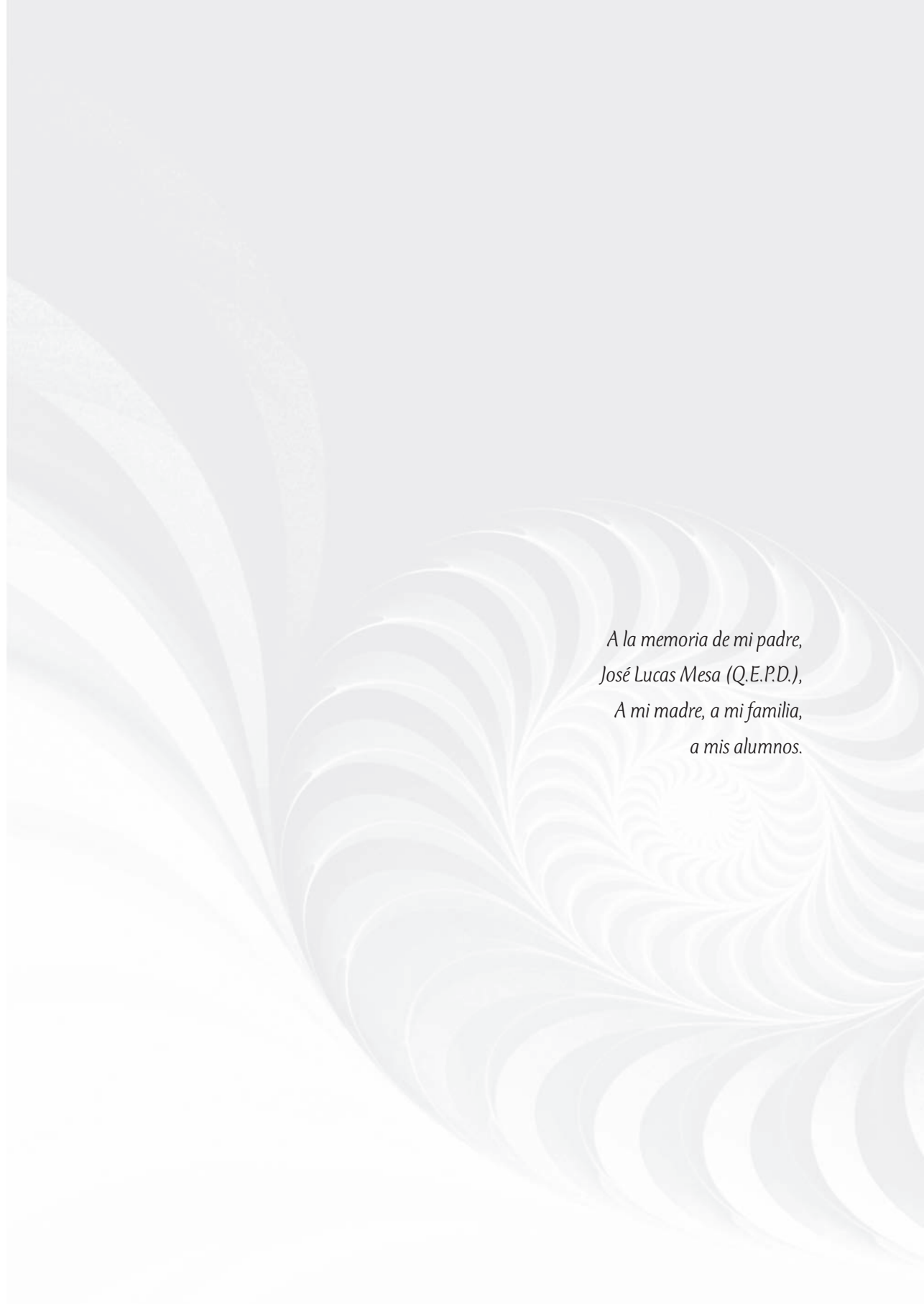
Primera edición: Valledupar, 2005
Segunda edición: Bogotá, D.C., julio de 2010
Reimpresión: Bogotá, D.C., 2011
Tercera edición: Bogotá, D.C., enero de 2013

ISBN: 978-958-648-854-9
e-ISBN: 978-958-648-855-6

- © Jhonny de Jesús Meza Orozco
E-mail: jhonmeor@hotmail.com
- © Ecoe Ediciones
E-mail: correo@ecoediciones.com
www.ecoediciones.com
Carrera 19 No. 63C-32, PBX: 2481 449

Coordinación editorial: Andrea Sierra
Diseño y diagramación: Denise Rodríguez Ríos
Carátula: Wilson Marulanda
Impresión: Litoperla Impresores Ltda.
Carrera 25 No. 8-84, Tel.: 3711916

Impreso y hecho en Colombia



*A la memoria de mi padre,
José Lucas Mesa (Q.E.P.D.),
A mi madre, a mi familia,
a mis alumnos.*

Contenido

Prólogo	13
Presentación.....	15
Capítulo 1	
Generalidades sobre proyectos de inversión	
1.1. Definición	15
1.2. Tipos de proyectos de inversión.....	16
1.3. El ciclo de los proyectos	17
1.3.1 La idea	18
1.3.2 Preinversión.....	18
Formulación del proyecto	18
Perfil	19
Prefactibilidad o anteproyecto	19
Factibilidad o proyecto definitivo.....	20
1.3.3. Inversión.....	20
1.3.4. Operación.....	20
1.4. Estudio de mercado	22
1.5. Estudio técnico	23
1.5.1. Localización del proyecto	23
1.5.2. Determinación del tamaño óptimo.....	25
1.5.3. Ingeniería del proyecto (selección de tecnología).....	26
1.5.4. Clase de tecnología	27
1.6. Estudio organizacional	28
1.7. Estudio financiero	29
☉ Cuestionario.....	29



Capítulo 2

Aspectos básicos de matemáticas financieras	31
Introducción	31
2.1. Valor del dinero en el tiempo.....	31
2.2. Interés	32
2.3. Tasa de interés.....	33
2.4. Equivalencia	33
2.5. Interés compuesto.....	34
2.5.1. Valor futuro a interés compuesto	34
2.6. Funciones financieras en Excel.....	34
2.7. Valor presente a interés compuesto	35
2.8. Tasas de interés	37
2.8.1. Tasa nominal.....	37
2.9.1.1. Formas de expresar la tasa nominal.....	37
2.9.2. Tasa efectiva	38
2.9.2.1. Ecuación de la tasa de interés efectiva	41
2.10. Tasas equivalentes	43
2.10.1. Caso 1 (Efectiva \Leftrightarrow Efectiva).....	43
2.10.2. Caso 3 (Nominal \Leftrightarrow Efectiva)	45
2.11. Tasa de interés anticipada	46
2.11.1. Conversión de una tasa anticipada en vencida	48
2.12. Descuentos por pronto pago	50
2.13. Tasa de inflación	53
2.14. Tasa real o tasa deflactada.....	56
2.15. Costo de la deuda después de impuestos	57
2.15.1. Rentabilidad real de una inversión	59
2.15.2. Costo real de un crédito.....	61
2.16. Anualidades o series uniformes	63
2.16.1. Anualidad vencida.....	64

2.16.2.	Valor presente de una anualidad vencida	65
2.16.3.	Cálculo del valor de la cuota.....	67
2.16.4.	Valor futuro de una anualidad vencida.....	69
2.17.	Amortización.....	71
2.17.1.	Sistema de amortización.....	71
2.17.2.	Composición de los pagos.....	71
2.17.3.	Tabla de amortización.....	72
2.17.4.	Sistemas de amortización	72
	Amortización gradual (sistema francés)	72
	Amortización con abono constante a capital (sistema alemán)	74
	Apéndice: Buscar objetivo de Excel	79
	Referencias relativas y absolutas	79
⊙	Cuestionario.....	87

Capítulo 3

Inversiones y beneficios del proyecto	89
3.1. Activos fijos	89
3.1 .1. Depreciación	90
3.1 .2. Vida útil de un activo	91
3.1 .3. Valor de salvamento	91
3.1.4. Métodos de depreciación.....	91
3.1 .5. Método de depreciación en línea recta.....	92
3.1 .6. Método de depreciación acelerada.....	93
3.1 .7. Método de reducción de saldos.....	93
3.2. Activos diferidos	95
3.3. Capital de trabajo	96
3.3.1. Importancia de un adecuado capital de trabajo.....	97
3.3.2. Clasificación del capital de trabajo	98
3.3.3. Métodos para dimensionar el capital de trabajo	100



3.3.3.1.	Método contable.....	101
3.3.3.2.	Método del ciclo operativo.....	103
3.4.	Beneficios del proyecto	105
3.4.1.	Ingresos por venta del bien o servicio.....	106
3.4.2.	Ahorro o beneficio tributario.....	111
3.4.3.	Ingresos por venta de activos.....	112
3.4.4.	Ingresos por venta de residuos	112
3.4.5.	Recuperación del capital de trabajo.....	113
3.5.	Valor de rescate del proyecto	113
3.5.1.	Método del valor contable.....	114
3.5.2.	Método del valor comercial.....	116
3.5.3.	Método del valor económico.....	117
3.6.	Punto de equilibrio contable.....	123
3.6.1.	Importancia del punto de equilibrio en la evaluación financiera de proyectos	124
3.6.2.	Cálculo del punto de equilibrio contable.....	125
⊙	Cuestionario.....	130

Capítulo 4

Métodos para evaluar proyectos de inversión	133	
4.1.	Tasa de descuento.....	134
4.2.	Valor Presente Neto (VPN).....	135
4.2.1.	Criterios para aceptar o rechazar un proyecto usando el VPN.....	139
4.2.2.	¿Qué muestra el VPN?	145
4.2.3.	Conclusiones sobre el VPN	146
4.3.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	146
4.3.1.	Cálculo de la TIR.....	148
4.3.1.1.	Método analítico	148
4.3.1.2.	Método gráfico para calcular la TIR.....	152
4.3.2.	Significado de la TIR.....	154

4.3.3.	Criterios para aceptar o rechazar un proyecto usando la TIR	155
4.3.4	Defectos de la TIR	156
4.3.4.1.	Primer defecto	156
4.3.4.2.	Segundo defecto. TIR múltiples	159
4.3.4.3.	Tercer defecto. Proyectos mutuamente excluyentes	161
4.4.	Tasa verdadera de rentabilidad (TIR modificada)	164
4.5.	Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)	168
☉	Cuestionario	178
★	Solucionario	179
◆	Ejercicios propuestos	195

Capítulo 5

Análisis de las fuentes de financiamiento del proyecto	201
5.1. Financiamiento con proveedores	202
5.2. Financiamiento con un crédito bancario	204
5.3. Financiamiento con leasing (Arrendamiento financiero)	212
5.3.1. Algunas ventajas del leasing	213
5.3.2. Cálculo del canon de arrendamiento vencido	213
5.3.3. Cálculo del canon de arrendamiento anticipado	217
5.4. Costo de capital	220
☉ Cuestionario	230
◆ Ejercicios propuestos	230

Capítulo 6

Construcción de los flujos de caja del proyecto	233
Introducción	233
6.1. Horizonte de evaluación y vida útil del proyecto	234
6.2. Proyecciones financieras	235
6.3. Cálculo de los Flujos Netos de Efectivo (FNE)	240



6.4. Tipos de flujos de caja	242
6.5. Componentes de un flujo de caja	242
6.5.1. Inversión inicial	243
6.5.2. Ingresos y egresos reales del efectivo	244
6.5.3. Depreciación y amortización	251
6.5.4. Momentos de ocurrencia de ingresos y egresos	252
6.5.5. Impuestos causados y pagados	252
6.5.6. Inversiones adicionales	253
6.5.7. Valor de rescate	253
6.6. Estructura del flujo de caja del proyecto	253
6.7. Casos prácticos de evaluación financiera de proyectos	255
6.8. Flujos netos de efectivo incrementales o relevantes	263
6.9. Flujo de caja del proyecto con costo de oportunidad	267
6.10. El apalancamiento financiero en la evaluación financiera de proyectos	268
6.11. Distinción entre decisiones de inversión y decisiones de financiamiento	273
6.12. Flujo de caja del inversionista	281
6.13. Evaluación financiera del proyecto con financiamiento	286
6.14. Aplicación del sistema leasing en evaluación financiera de proyectos	294
6.15. Financiación de la vivienda en Colombia	301
6.16. Otros casos prácticos de evaluación financiera de proyectos	308
⊙ Cuestionario	337
◆ Ejercicios propuestos	339
Capítulo 7	
Análisis de Sensibilidad	343
⊙ Cuestionario	356
Bibliografía	357

Prólogo

Hasta hace algunos años era poco común escuchar sobre proyectos de inversión, en especial alrededor de las pequeñas y medianas empresas. En éstas, las decisiones de inversión se tomaban con base en las experiencias de los vecinos, a quienes les había ido bien en determinados negocios, o bien, porque la intuición y el sexto sentido del inversionista le indicaban que la nueva empresa resultaría un éxito debido a que en la región no existía esta clase de negocios. Lo anterior, por lo general, resultaba en un rotundo desastre financiero por no tener en cuenta que antes de tomar una decisión de inversión es necesario realizar estudios previos que permitan minimizar el riesgo de fracaso. Los inversionistas, hoy en día, han tomado conciencia de que ya no se pueden tomar decisiones de inversión apoyados en la experiencia o en la imitación, sino que es necesario realizar estudios que arrojen resultados cuya interpretación y análisis les aporten información para tomar decisiones racionales y les permitan establecer las posibilidades de éxito de la empresa, sin que se eliminen los riesgos de fracaso, ya que por muy completos que éstos sean es necesario tener en cuenta que el futuro siempre presenta un alto grado de incertidumbre por los continuos cambios que se presentan en el entorno y, específicamente, en las variables económicas, sociales, tecnológicas, ecológicas, etc. A esta serie de estudios secuenciales se le conoce como Formulación y Evaluación de proyectos, estudio de preinversión o, simplemente, estudio de proyectos.

Muchos analistas toman los resultados del estudio de preinversión como una herramienta decisional, que al ser favorables constituyen una razón suficiente para tomar la decisión de inversión. La verdad es que éstos resultan de hacer cálculos con base en pronósticos inciertos, por lo tanto, es pertinente asumirlos como un instrumento que aporta información adicional para que sea el propio inversionista el que decida si invierte o no en el proyecto. Los mismos resultados de la evaluación del proyecto, medidos por indicadores de rentabilidad, se constituyen en uno de los tantos escenarios posibles que se pueden presentar.

De las decisiones financieras que toma un inversionista, la decisión de la inversión viene a ser la más delicada porque compromete grandes recursos y, al mismo tiempo, puede significar su éxito o fracaso empresarial. Pocos inversionistas pueden recuperarse después de tomar decisiones de inversión equivocadas. Aunque un buen estudio de un proyecto no garantiza el éxito del mismo, hoy día es recomendable hacer acopio de la mayor información posible antes de comprometer recursos en una inversión. Además, una mala decisión de inversión tiene efectos colaterales, pues no sólo afecta a quien la toma sino que su fracaso también repercute en otros actores del entorno, tales como proveedores, clientes y empleados.

El propósito de este libro es aportar todos los elementos y técnicas de análisis requeridas para poder realizar una evaluación financiera confiable, partiendo de los resultados de la formulación del proyecto, es decir, con el apoyo de la información obtenida en los estudios de mercado, técnico, organizacional y financiero.

El libro está estructurado en 7 capítulos en los cuales se analizan todos los aspectos relacionados con las inversiones requeridas para que un proyecto de inversión entre en operación, tales como los activos fijos, los activos diferidos y el capital de trabajo. Se detallan todos los beneficios que se reciben del proyecto, sin limitarlos a los ingresos por ventas, teniendo en cuenta los ingresos por venta de residuos, ingresos por venta de activos, el valor de rescate del proyecto y la recuperación del capital de trabajo. Se plantean en forma precisa y objetiva los procedimientos para la construcción de los flujos de caja del proyecto y del inversionista, luego de una interesante discusión del efecto del apalancamiento financiero sobre los aportes del inversionista, lo que establece una diferencia entre las decisiones de inversión y las decisiones de financiamiento. En el capítulo 4 se describen los métodos más utilizados universalmente para medir la rentabilidad del proyecto, tales como el VPN, la TIR y el CAUE. Se complementa la evaluación financiera del proyecto de inversión con la construcción del presupuesto de efectivo, o flujo de efectivo proyectado, que mide la capacidad de pago del proyecto y que pasa a constituirse en la herramienta financiera que determina la estructura financiera óptima del proyecto de inversión. No se olvidó en este libro tocar aspectos básicos de las matemáticas financieras, como el manejo de las tasas de interés y los sistemas de amortización de créditos, que se constituyen en la herramienta fundamental en la evaluación financiera de un proyecto de inversión.

La mayor satisfacción que puedo tener sobre este trabajo es la crítica constructiva de los lectores, que me permita mejorar su contenido en una próxima edición.

Jhonny de Jesús Meza Orozco

Presentación

El éxito de cualquier programa empresarial se fundamenta en los proyectos que lo sustentan en todas sus etapas, lo que justifica la imperiosa necesidad de prestarle gran atención, no sólo a los procedimientos sino a los criterios pertinentes para la evaluación de cada proyecto, dado que sobre bases mal sustentadas se llegará al fracaso y a la desorientación económica y financiera.

El Doctor Jhonny Meza Orozco presenta en este texto una guía de gran ayuda para seleccionar y luego aplicar los criterios y los métodos que más se ajustan a las necesidades de evaluación económica y financiera de un proyecto de inversión.

En una organización, el margen de beneficio esperado depende en gran medida de las fuentes de financiamiento utilizadas y de la proporción en que cada una de ellas sea aprovechada, lo cual es bien analizado en este texto, y está aplicado conforme a la situación imperante en la economía colombiana. Los ejemplos presentados son de los casos más comunes en la vida de los negocios colombianos, lo que le da al lector una forma fácil de adentrarse en la comprensión y solución de los problemas propuestos.

Es pertinente recordar que en cuestiones de evaluación financiera de proyectos, los autores no tienen criterios universales y únicos al evaluar un mismo proyecto, sino que cada uno de ellos puede tener diferentes interpretaciones de análisis, caso que en este libro el Doctor Jhonny Meza Orozco maneja con la mayor objetividad posible.

Los conceptos contables y financieros propuestos en este libro están al alcance de cualquier estudiante universitario y con mayor razón de profesionales de áreas afines a las económicas, especialmente por el léxico y la metodología que lo caracterizan.

EDUARDO ALFARO TAMARIZ

M.A. – ITSM, México

***Coordinador de la Especialización en Finanzas
de la Universidad de Cartagena.***

Capítulo 1

Generalidades sobre proyectos de inversión

1.1. Definición

Un proyecto de inversión lo podemos describir como “un plan, al que si se le asigna un determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos, podrá producir un bien o servicio útil a la sociedad”. Un proyecto de inversión constituye un conjunto de acciones, que, una vez implementadas, incrementan la eficiencia y distribución de un bien o servicio. En términos generales, un proyecto es una propuesta de inversión. En el transcurso de este texto se entenderá como proyecto a una propuesta de inversión para instalaciones destinadas a proporcionar bienes o servicios.

Los proyectos de inversión surgen de las diferentes necesidades individuales y colectivas de las personas y se concretan con la producción de un bien o servicio, ya que son éstas las que deben ser satisfechas, a través de una adecuada asignación de recursos teniendo en cuenta la realidad social, cultural y política de una comunidad. No existe una sola solución a un problema o a una necesidad, por el contrario, casi siempre se logran encontrar numerosas alternativas que pueden contribuir a resolver las dificultades o a modificar las condiciones existentes. Pero, siempre que exista una necesidad humana de un bien o servicio se hace necesaria la asignación de recursos a través de la inversión.

La importancia de los proyectos radica en que se constituyen en un instrumento básico de información para la toma de decisiones de inversión, y por los efectos que puede generar su ejecución y operación en cuanto a la solución de los problemas existentes, al desarrollo económico y social de una región o un país y, en particular, por los beneficios

que le puede generar a un inversionista. En la práctica se pueden identificar proyectos para satisfacer necesidades concretas o para aprovechar oportunidades especiales.

Los proyectos de inversión tienen varios orígenes:

- Satisfacción de las necesidades individuales y colectivas.
- Aprovechamiento de una oportunidad de negocio. Las oportunidades de negocios se dan cuando las ideas de negocios están basadas en las necesidades de la comunidad, en ventajas competitivas, cuando se visualizan los recursos humanos y físicos y cuando se cuenta con el impulso vital del inversionista que las hagan realidad.
- Crecimiento del mercado en general, que produce una mayor demanda del bien o servicio.
- Cambio en los gustos y preferencias de los consumidores.
- Cambio en los niveles de ingresos de los consumidores o en el precio de los bienes y servicios.
- Innovación tecnológica. Estos proyectos surgen por la necesidad de aumentar la productividad de las empresas y disminuir los costos directos para ser competitivas en el mercado tanto en precio como en calidad, por lo tanto, se hace necesario el reemplazo de maquinarias y equipos obsoletos.

1.2. Tipos de proyectos de inversión

Existen muchas tipificaciones al respecto y generalmente cada evaluador emplea la que más se adapta a sus propósitos. Por lo general, los proyectos de inversión se clasifican en tres campos:

- Según la categoría.** De acuerdo a esta clasificación, los proyectos pueden ser de producción de bienes y de prestación de servicios. Los proyectos de producción de bienes se orientan a la transformación de recursos primarios en productos para el consumo como, por ejemplo, la transformación de la leche en productos lácteos como el queso, yogurt, etc. Los proyectos de prestación de servicios satisfacen necesidades humanas utilizando bienes ya producidos por el hombre como, por ejemplo, el servicio de transporte, hotelería, recreación, etc.
- Según la actividad económica.** En este campo los proyectos se clasifican dependiendo del sector económico que atienden. Así tenemos proyectos agropecuarios, industriales, de servicios, pecuarios, agroindustriales, industriales, turísticos, comerciales, etc.
- Según su carácter y entidad que los promueve.** Se clasifican en proyectos de inversión privados (con ánimo de lucro) y proyectos de carácter social. Los proyectos privados se implementan cuando existe una demanda real en el mercado y le

otorgan a la entidad que los promueve una rentabilidad que satisface sus expectativas mínimas de rendimiento. Los proyectos sociales o de inversión pública tienen como finalidad mejorar el bienestar de una comunidad a través de la prestación de un servicio o del suministro de un bien.

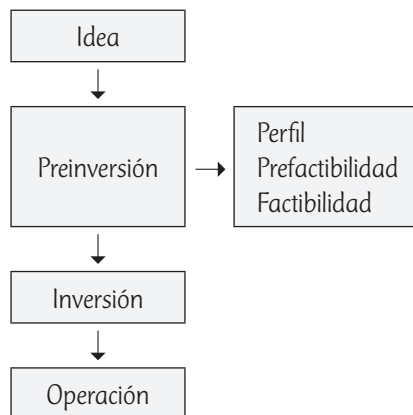
1.3. El ciclo de los proyectos

Los proyectos, al igual que los seres humanos y otros organismos vivos, tienen un ciclo de vida: **un principio y un final**. El estudio de proyectos se lleva a cabo en una sucesión de etapas, en cada una de las cuales se reduce el grado de riesgo o incertidumbre. Cada una de las etapas que recorre el proyecto, desde la concepción de la idea hasta su materialización en una obra o acción concreta, debe presentar suficientes elementos para profundizar en las subsiguientes, de tal forma que el paso de una etapa a otra se efectúa como resultado de una toma de decisión. Cada etapa representa inversiones, lo que significa que la profundidad y extensión de cada una de ellas no debe ir más allá de lo necesario para adoptar la decisión de continuar o detener el estudio del proyecto.

La primera decisión ocurre cuando un inversionista desea saber si una idea aceptada por él puede materializarse en un proyecto. Contrata a un analista o evaluador de proyectos para que le estructure su idea mediante un análisis ordenado y sistematizado a través de un estudio de preinversión. Con los resultados obtenidos en este estudio toma la decisión de invertir o no en el proyecto. A partir de este momento comienza la etapa de inversión, que al finalizar da inicio a la operación del proyecto.

Con base en lo anterior, el ciclo de vida de un proyecto contiene cuatro grandes etapas: idea, preinversión, inversión y operación.

Ciclo de un proyecto



1.3.1. La idea

En esta etapa se identifican los problemas que puedan resolverse y las oportunidades de negocio que puedan aprovecharse. La gran mayoría de las ideas que terminan en proyectos de inversión surgen del diagnóstico de las necesidades y problemas imperantes en una sociedad, de tal forma que las diferentes alternativas de solución a estas necesidades plantean las ideas de los proyectos. Se puede presentar el caso que un problema social pueda al mismo tiempo constituirse en una oportunidad de negocio para un inversionista. Por ejemplo, el desplazamiento en Colombia de los habitantes de los pueblos a las grandes ciudades, debido a la violencia producida por los grupos al margen de la ley, plantea un problema social y al mismo tiempo una oportunidad de negocio. Un inversionista, una vez identificado este problema, puede plantear como alternativa de solución la implementación de una planta recicladora de plásticos que le proporcione empleo a los desplazados. Aquí nace la idea de un proyecto productivo.

1.3.2. Preinversión

Esta etapa corresponde a todos los estudios que son necesarios realizar antes de tomar la decisión de la inversión. Es conocida también como la Formulación y Evaluación del proyecto de inversión, que dependiendo del nivel de profundidad de los estudios y de la calidad de la información recolectada se realiza a nivel de Perfil, Prefactibilidad (anteproyecto) o Factibilidad (proyecto definitivo). En esta etapa se realizan los estudios necesarios para tomar la decisión de realizar o no el proyecto de inversión.

La viabilidad de las ideas de inversión, así como la de los anteproyectos y los proyectos definitivos, es determinada mediante un procedimiento de dos etapas denominadas Formulación y Evaluación¹, al cabo de las cuales son seleccionadas solamente aquellas alternativas que satisfacen ciertos requerimientos de rentabilidad. Las alternativas que no satisfacen tales parámetros de rentabilidad se rechazan, o bien son pospuestas para futuros análisis.

Formulación del proyecto

La formulación de un proyecto parte de la identificación de un problema, o de una oportunidad de negocio, y permite establecer qué tipos de bienes y/o servicios son necesarios producir e implementar para su solución o aprovechamiento. La etapa de formulación,

¹ Para algunos autores la división entre formulación y evaluación de proyectos existe sólo para fines académicos, ya que cada etapa de la formulación del proyecto constituye en sí misma, una forma de evaluación.

después de identificado el problema o la oportunidad de negocio, tiene como propósito principal determinar el monto de la inversión inicial, los ingresos y egresos del proyecto mediante una serie de estudios secuenciales como el estudio de mercado, técnico, administrativo y financiero. Esta etapa es importante porque permite determinar con claridad si el proyecto de inversión generará o no los recursos suficientes que justifiquen el sacrificio que hace el inversionista al privarse del consumo en el presente.

La formulación del proyecto se puede realizar en tres niveles:

Perfil

Un estudio de preinversión a nivel de perfil se realiza a partir de la información existente de origen secundario o bibliográfico relacionada con el proyecto. Para las diferentes alternativas de solución, o para la oportunidad de negocio, deben estimarse las inversiones, los costos y beneficios de manera preliminar, es decir, sin entrar a investigaciones de terreno. Para llegar a las fuentes secundarias se consultan publicaciones en bibliotecas, hemerotecas, bancos de datos, institutos de investigación, etc., que tengan documentos que contengan información que sean de interés para el proyecto.

Los elementos principales que deben analizarse en la formulación del proyecto, durante la etapa de perfil, son: estudio de mercado, tamaño y localización del proyecto, tecnología, monto de las inversiones y el marco institucional.

Habría que tener presente que en esta etapa de perfil no deben efectuarse elaboraciones profundas ni interpretaciones complejas y sólo deberán emplearse aquellas informaciones y bibliografías que estén disponibles fácilmente, lo que indica que las investigaciones se deben realizar con base en fuentes secundarias. Además, la carencia de cualquier dato no significa el rechazo de la idea, sino que será más bien una luz roja que recordará que se debe efectuar una mayor profundización sobre este punto en la siguiente etapa del ciclo del proyecto.

Al finalizar el estudio a nivel de perfil se formulan las conclusiones con el fin de establecer la conveniencia de continuar con el estudio del proyecto a nivel de prefactibilidad o factibilidad. Si, después de realizado este estudio, la alternativa muestra que no es conveniente, o que no es posible materializar la idea, se rechaza y se puede hacer el mismo estudio para una nueva idea.

Prefactibilidad o anteproyecto

En esta etapa se profundiza la investigación en fuentes primarias y secundarias, lo que significa que además de la información obtenida a través de fuentes bibliográficas es menester hacer investigaciones de campo.

Según lo convincente y completo de los resultados obtenidos en la etapa de perfil, el evaluador del proyecto podrá decidir no desarrollar la etapa de prefactibilidad, pasando directamente a la etapa de factibilidad. Sin embargo, es probable que el perfil proporcione informaciones bastante generales, lo que obligará a profundizar en varios puntos antes de decidir la elaboración del estudio definitivo o de factibilidad.

Factibilidad o proyecto definitivo

Los capítulos (estudio de mercado, estudio técnico, estudio organizacional y estudio financiero) del estudio de factibilidad son similares a los del de prefactibilidad, salvo que en este primer nivel las investigaciones realizadas son de mayor profundidad, en las cuales ya se definen estrategias para la materialización del proyecto.

1.3.3. Inversión

Es la etapa del ciclo del proyecto en la cual se materializan las acciones, que dan como resultado la producción de bienes o servicios y termina cuando el proyecto comienza a generar beneficios. La inversión se realiza en un período de tiempo determinado y generalmente termina con un producto o con los elementos necesarios para la prestación de un servicio.

El período de inversión se inicia en el momento en que se toma la decisión de ejecutar el proyecto y termina cuando el proyecto entra en operación. En esta etapa se materializa lo definido en el estudio técnico, en lo que hace referencia a las inversiones que son necesarias para dejar al proyecto en condiciones de entrar en operación. Tales inversiones son: compra de terrenos, construcción de obras físicas, compra de maquinarias y equipos, compra de equipos de oficina, adquisición de materias primas, adquisición de muebles y enseres, desarrollo de programas y procedimientos para la producción del bien o servicio, programas de capacitación de personal para la operación de maquinarias y equipos, etc.

1.3.4. Operación

Esta etapa corresponde a un período permanente de producción de bienes o a la prestación de un servicio. Al entrar el proyecto en operación se inicia su ciclo de vida útil (tiempo estimado para la generación de beneficios) que termina en el momento de su liquidación. Durante todo el período de operación se realizan actividades de compra y transformación de materia prima, distribución, promoción y venta del producto, como también actividades administrativas orientadas a la planeación, organización y control de todo el proceso productivo, y todas aquellas actividades necesarias para alcanzar los objetivos del proyecto.

La operación de un proyecto es la concreción de un plan en hechos reales, mediante la movilización de recursos humanos, financieros y logísticos que se expresan en salidas de dinero como los costos de producción, administrativos, de ventas y financieros, y en ingresos por la venta del bien o servicio.

Una vez tomada la decisión de invertir en el proyecto se inicia un proceso que lo podemos resumir de la siguiente forma: los recursos monetarios invertidos se convierten en activos (se compran terrenos, equipos, edificaciones, vehículos, se contratan estudios, se hacen previsiones de capital de trabajo, etc.); estos activos, a través del proceso de producción y combinados con ciertos insumos (mano de obra, materiales, etc.), producen ciertos bienes o servicios que al ser vendidos generan un flujo de ingresos. Al comparar este flujo de ingresos con la inversión en activos y la compra de insumos se podrá determinar la rentabilidad del proyecto.

El resultado de todas estas entradas y salidas de dinero durante un tiempo considerado para medir la bondad financiera del proyecto (horizonte de evaluación del proyecto) conforma el Flujo de Caja, que es el elemento básico para la evaluación financiera del proyecto. Los flujos de caja se constituyen en el puente estratégico entre la formulación y la evaluación del proyecto (Miranda, 2002), de tal forma que una buena formulación nos conduce a adecuados y confiables flujos de caja a los cuales se les aplicarán criterios de evaluación orientados a plantear las recomendaciones de aceptación o rechazo de un proyecto.

El ciclo de un proyecto de inversión lo podemos resumir en la siguiente tabla:

Idea	Perfil	Preinversión	Factibilidad o proyecto	Inversión	Operación
		Prefactibilidad o anteproyecto			
		Estudio de Mercado	Estudio de Mercado		
		Estudio Técnico	Estudio Técnico		
		Estudio Organizacional	Estudio Organizacional		
		Estudio Financiero	Estudio Financiero		
		Evaluación Financiera	Evaluación Financiera		

A continuación detallamos los capítulos que deben formar parte de un estudio de prefactibilidad y/o factibilidad.

1.4. Estudio de mercado

Es un estudio de demanda, oferta y precios de un bien o servicio. El estudio de mercado requiere de análisis complejos y se constituye en la parte más crítica de la formulación de un proyecto, porque de su resultado depende el desarrollo de los demás capítulos de la formulación, es decir, ni el estudio técnico ni el estudio administrativo y el estudio financiero se realizarán a menos que éste muestre una demanda real o la posibilidad de venta del bien o servicio. Más que centrar la atención sobre el potencial consumidor y la cantidad del producto que éste demandará, en el estudio de mercado se tendrán que analizar los mercados de proveedores, competidores y distribuidores e incluso, cuando así se requiera, se analizarán las condiciones del mercado externo.

La importancia del estudio de mercado está en que recoge toda la información sobre los productos o servicios que supone suministrará el proyecto, y porque aporta información valiosa para la decisión final de invertir o no en un proyecto de inversión. Sin lugar a dudas, el estudio de mercado es vital para cualquier proyecto, ya que a través de él se conoce el medio ambiente en el cual la empresa realizará sus actividades económicas. El estudio de mercado se asimila a los cimientos en las construcciones. Si estos cumplen con las normas de construcción, la probabilidad de daños en la estructura disminuye notablemente. Si la investigación del mercado se realiza profesionalmente y se profundiza en aquellos elementos que pueden afectar el funcionamiento de la futura empresa, el estudio será consistente y se podrá obtener información que permitirá disminuir la incertidumbre, por lo que la toma de decisiones de invertir o no se hace sobre bases firmes.

Los siguientes son los aspectos fundamentales mínimos que se deben considerar en un estudio de mercado:

- Caracterización del bien o servicio. Consiste en hacer una descripción detallada del bien o servicio que se va a vender.
- Determinación del segmento de mercado o área de cobertura que tendrá el bien o servicio.
- Realización de diagnósticos relativos a la oferta y demanda del bien o servicio.
- Proyección o pronóstico de la oferta y demanda del bien o servicio.
- Cuantificación de la demanda insatisfecha, si es que existe.
- Determinación de los canales de comercialización que se emplearán para hacer llegar el bien o servicio al consumidor final.
- Definición de las políticas de ventas que regirán la comercialización del bien o servicio, en cuanto a precio del bien o servicio y condiciones de ventas.

1.5. Estudio técnico

Con el estudio técnico se pretende verificar la posibilidad técnica de fabricación del producto, o producción del servicio, para lograr los objetivos del proyecto. El objetivo principal de este estudio es determinar si es posible lograr producir y vender el producto o servicio con la calidad, cantidad y costo requerido; para ello es necesario identificar tecnologías, maquinarias, equipos, insumos, materias primas, procesos, recursos humanos, etc. El estudio técnico debe ir coordinado con el estudio de mercado, pues la producción se realiza para atender las ventas que se identifican en este último estudio. El estudio técnico es realizado por expertos en el campo objetivo del proyecto de inversión (ingenieros, técnicos, arquitectos, etc.) y propone definir alternativas técnicas que permitan lograr los objetivos del proyecto y se constituye en una de las etapas de la prefactibilidad que mayor atención requiere debido a que toda la arquitectura financiera del proyecto, que corresponde a la estimación de inversiones, costos e ingresos está montada sobre sus resultados.

El estudio técnico comprende los siguientes aspectos fundamentales: localización del proyecto, tamaño del proyecto y selección de la tecnología.

1.5.1. Localización del proyecto

El objetivo que persigue la localización del proyecto es lograr una posición de competencia basada en menores costos de transporte y en la rapidez del servicio. Esta parte es fundamental porque una vez localizado y construidas las instalaciones del proyecto, no es una cosa fácil cambiar de domicilio². Lo ideal en los proyectos de inversión es que a la hora de tomar la decisión de seleccionar el sitio en donde se debe construir la obra civil de la futura empresa, éste no esté condicionado, es decir, que se puedan tomar en consideración elementos como: vías de comunicación, servicios de transporte, servicios públicos, mercado de materias primas, mercado de consumo del producto o servicio, disponibilidad de mano de obra y la configuración topográfica del sitio.

En forma genérica, la localización de un proyecto se orienta en dos sentidos: hacia el mercado consumidor o hacia el mercado de insumos o materias primas, dependiendo de que se agregue o no volumen al producto. No es lo mismo montar una fábrica de contenedores metálicos que una industria procesadora de cemento. En el primer caso el proyecto debe orientarse hacia el mercado de consumo y en el segundo caso hacia

² La localización del proyecto es el tema al que menos atención se le presta dentro de la formulación del proyecto y en la mayoría de los casos obedece a razones personales y subjetivas.

el mercado de insumos. En el caso de proyectos que producirán servicios (salas de cine, restaurantes, etc.), la localización del proyecto debe orientarse al mercado de usuarios.

En el estudio de localización del proyecto se deben analizar las siguientes variables:

- Transporte de insumos y de productos. Consiste en identificar aquellas localizaciones que hagan mínima la suma de los costos totales de trasladar los insumos hasta el centro de producción y los productos desde la planta hasta los centros de distribución.
- Costos laborales. Es importante este factor en la localización de proyectos, a tal punto de distinguir industrias orientadas hacia la mano de obra. Las empresas que se caracterizan por utilizar un alto porcentaje de mano de obra o por elaborar productos de alto valor unitario, suelen situarse cerca de los centros más poblados donde hay mayor disponibilidad o menor costo de ella.
- Insumos, disponibilidad y costos. Una de las limitaciones más importantes de cualquier proyecto es la existencia local de proveedores de materias primas y servicios.
- Limitaciones tecnológicas. Debe contarse con los conocimientos técnicos para crear realmente el producto en todos sus detalles, teniendo en cuenta la tecnología del proceso y los medios auxiliares disponibles.
- Políticas nacionales o regionales. Al implementar un proyecto de inversión se encuentran muchas veces una serie de limitaciones de tipo legal, que no fueron tenidas en cuenta en la formulación. La existencia de normas reglamentadoras sobre el uso de servicios públicos, horarios de trabajo, etc., pueden influir notablemente en la localización de un proyecto.
- Consideraciones ambientales. El uso de recursos naturales, como el agua y el aire, se hace por lo general en condiciones de libre apropiación por parte del proyecto. Algunas inversiones tienen características tales en su proceso de construcción que las hacen susceptibles de ser calificadas como “contaminantes”. El costo social de esta contaminación depende no solamente de la magnitud del volumen contaminante atribuible al proyecto, sino también de su localización. Se debe realizar un análisis de las externalidades del proyecto, que garantice que su localización sea óptima desde el punto de vista de la utilización de los recursos naturales.
- En la localización de un proyecto, se suelen seguir dos etapas básicas:
- Macro localización. Tiene en cuenta aspectos sociales y nacionales, basándose en las condiciones regionales de la oferta y la demanda y en la infraestructura existente, y debe indicarse con un mapa del país o región, dependiendo del área de influencia del proyecto.

- Micro localización. Abarca la investigación y comparación de los componentes del costo y un estudio de costos para cada alternativa. Se debe indicar el sitio preciso del proyecto en un plano de la ciudad, considerando las variables mencionadas anteriormente en un mayor detalle (costos de terreno, facilidades de acceso a servicios públicos, facilidades administrativas o legales, etc.). Cuando se hace el estudio a nivel de perfil, basta con identificar la zona para efectos de localización.

1.5.2. Determinación del tamaño óptimo

Hace referencia a la capacidad de producción de bienes y servicios del proyecto, y consiste en determinar la dimensión de las instalaciones, así como la capacidad de la maquinaria y equipos requeridos para alcanzar un volumen de producción óptimo. La definición del tamaño debe adecuarse a la naturaleza de cada proyecto, así, por ejemplo, el tamaño de una sala de cine se podría medir por su capacidad para albergar a 500 espectadores.

La preocupación por la optimización del tamaño del proyecto está en la aparición permanente de situaciones de sobre-dimensionamiento (caso más frecuente) o sub-dimensionamiento de inversiones públicas y privadas, lo que hace interesante este aspecto porque siempre existen en torno del proyecto una gran cantidad de expectativas y de intereses particulares que pueden forzar la realización de tamaños superiores a los justificables.

Es frecuente encontrar justificaciones de sobre-dimensionamiento de proyectos utilizando el argumento que conviene “adelantarse a la demanda”. En algunos casos este argumento carece de validez y simplemente se utiliza para justificar proyectos de dudosa prioridad; pero hay situaciones en las cuales la idea del sobre-dimensionamiento puede ser razonable, como en el caso de existir apreciables economías de escala que puedan justificar instalar capacidad que resultaría excesiva según los niveles actuales de demanda. El futuro crecimiento de la demanda podría llegar a justificar esa decisión y en tales casos, los mayores costos iniciales se verían compensados con las mayores ventas futuras. Este problema se puede obviar, en la mayoría de los proyectos, ampliando cuando la demanda lo justifique, es decir, realizando una construcción por etapas basando las decisiones de inversión en los actuales niveles de demanda, que son los que se conocen con mayor certeza.

Desde el punto de vista de un proyecto de inversión privada la determinación de su tamaño está ligada con aspectos tales como las predicciones sobre las tendencias, la estacionalidad de las ventas y la demanda relativa de cada producto, lo que lleva a tener en cuenta el ritmo de producción.

En referencia a la capacidad de producción del proyecto, es necesario aclarar ciertos términos:

- Capacidad diseñada: es el nivel de producción o de prestación de servicios en condiciones normales de operación.
- Capacidad instalada: es el nivel máximo de producción o de prestación de servicios que los trabajadores con la maquinaria y equipos e infraestructura disponible pueden generar.
- Capacidad utilizada o real: es el porcentaje de la capacidad instalada que se alcanza, teniendo en cuenta las contingencias de producción y ventas.

Las etapas para determinar el tamaño de un proyecto son las siguientes:

- La definición de los indicadores adecuados de capacidad.
- La consideración de escenarios alternos de pronósticos de ventas.
- El análisis de factores que condicionan el tamaño, tales como:
 - ✓ La demanda insatisfecha del bien o servicio.
 - ✓ La disponibilidad, en cantidad y calidad, de materias primas.
 - ✓ La disponibilidad de tecnología existentes.
 - ✓ La disponibilidad de recursos financieros.
 - ✓ La disponibilidad de mano de obra.
- La determinación del tamaño óptimo que maximice el rendimiento financiero del capital invertido.

1.5.3. Ingeniería del proyecto (selección de tecnología)

Un mismo producto puede producirse de muchas maneras diferentes, desde el extremo de un proceso manual hasta otro totalmente automatizado. Durante la etapa de perfil no se suele definir la tecnología óptima, sin embargo, durante la formulación debe considerarse este problema, de manera tal que la definición concreta del proyecto en su etapa de factibilidad se realice teniendo la certeza que la tecnología adoptada en los análisis previos de factibilidad sea la óptima.

La tecnología a ser seleccionada en un proyecto dado depende en gran medida del volumen de la demanda y, en consecuencia, es posible calcular cuál es técnicamente el proceso óptimo. No obstante, hay una serie de factores que no son directamente cuantificables pero que pueden hacer variar la elección del tipo de tecnología. Entre estos factores tenemos: la disponibilidad de capital, falta de acceso a insumos que alimenten los

procesos de tecnología avanzada, análisis comparativo de las características técnicas de tipos extremos de procesos.

1.5.4. Clase de tecnología

En la fabricación de un producto o servicio se pueden presentar las siguientes alternativas tecnológicas:

- a. Proceso de mano de obra intensiva. Se da este proceso cuando se dispone de mano de obra barata, se requiere una cantidad pequeña de producción, hay poca disponibilidad de capital, la producción se realiza sobre pedido y se da una producción sin tener necesidad de tener inventarios ni mano de obra calificada
- b. Proceso mecanizado. Este proceso se utiliza cuando existe un costo relativamente alto de mano de obra, hay escasez de mano de obra calificada, existen grandes pedidos del producto, es necesario cumplir normas de calidad, se presenta un incremento rápido de la demanda y hay un mayor requerimiento de capital para inversión.
- c. Proceso altamente mecanizado. Se utiliza cuando se requiere el uso de tecnologías avanzadas, la producción del bien se hace en serie, existe una demanda del bien o servicio muy amplia, hay necesidad de reducir costos de mano de obra, se requieren supervisores calificados, es necesario contar con un departamento de ingeniería y se requiere hacer considerables inversiones.
- d. Proceso robotizado o automatizado. Se utiliza cuando la producción se realiza en un ambiente de alto riesgo para el personal y existe el peligro de contaminación o intoxicación, como en el caso de la industria automotriz, la minería y la industria química.

El proceso de producción de un bien o servicio requiere de los siguientes elementos básicos:

1. Selección de equipos y maquinarias

Los equipos y maquinarias comprenden todos aquellos elementos que se necesitan para desarrollar el proceso de producción o prestación del servicio, y su selección debe hacerse con base en los siguientes aspectos: características técnicas, costos, vida útil, capacidad instalada y requisitos especiales.

2. Selección del personal de producción

El personal de producción está estrechamente relacionado con el tipo de tecnología y con el tipo de maquinaria a utilizar en el proceso de producción del bien o servicio. Entre más mecanizado sea el proceso de producción menor será el requerimiento de mano de obra.

3. Descripción del proceso de producción

Este proceso determina la forma como una serie de insumos (materias primas) se transforman en productos terminados, mediante la aplicación de una determinada tecnología que combina mano de obra, maquinaria y equipos, y procedimientos de operación.

1.6. Estudio organizacional

Este estudio tiene como propósito definir la forma de organización que requiere la unidad empresarial, con base en sus necesidades funcionales y presupuestales. Comprende el análisis del marco jurídico en el cual va a funcionar la empresa, la determinación de la estructura organizacional más adecuada a las características y necesidades del proyecto, y la descripción de los procedimientos y reglamentos que regularán las actividades durante el período de operación. Mediante este estudio se concretan todos los aspectos concernientes a la nómina de personal y a la remuneración prevista para cada uno de los cargos.

Después de un minucioso análisis de las ventajas y desventajas que ofrecen los diversos tipos de empresas (individuales y sociedades) de acuerdo a su constitución jurídica, se debe seleccionar el más adecuado a las características del proyecto y a las aspiraciones y posibilidades de quienes están interesados en emprender el proyecto de inversión.

Las actividades necesarias para la ejecución y operación del proyecto deben ser programadas, coordinadas, realizadas y controladas. Por esta razón, toda empresa debe seleccionar la forma de organización que requiere, a través de una estructura organizacional, cuya implementación tendrá efectos financieros tanto en el monto de la inversión inicial como en los costos operacionales.

La organización es el proceso de determinar qué es lo que debe hacerse para lograr una finalidad dada, así como dividir las actividades necesarias en segmentos suficientemente pequeños para que puedan ser desempeñados por una persona de modo que no se desperdicien esfuerzos y los miembros de una organización no interfieran unos con otros. La estructura organizacional de la empresa se hace mediante una representación gráfica, llamada Organigrama, que al mismo tiempo nos muestra los elementos del grupo y sus relaciones respectivas. De acuerdo a la definición anterior, decimos que un organigrama es el instrumento en donde se representa toda la estructura organizacional de una empresa, designando la acción de cada elemento.

Los objetivos que persigue un organigrama son los siguientes:

1. Mostrar los principales cargos (quién hace qué).
2. Los principales canales de comunicación (quién reporta a quién).

3. Mostrar los niveles jerárquicos.
4. Mostrar las principales unidades de organización.

El estudio administrativo y organizacional es de gran importancia en el estudio de proyectos, ya que es común que un proyecto fracase por problemas administrativos así se den las otras condiciones para su éxito.

1.7. Estudio financiero

Corresponde a la última etapa de la formulación del proyecto y recoge y cuantifica toda la información proveniente de los estudios de mercado, estudio técnico y estudio organizacional. Las etapas mencionadas son secuenciales, lo que indica que se deben realizar en este orden. Una vez que el evaluador del proyecto se haya dado cuenta que existe mercado para el bien o servicio, que no existen impedimentos de orden técnico y legal para la implementación del proyecto, procede a cuantificar el monto de las inversiones necesarias para que el proyecto entre en operación y a definir los ingresos y costos durante el período de evaluación del proyecto. Con esta información se realiza, a través de indicadores de rentabilidad, la evaluación financiera del proyecto.

Esta etapa de la formulación del proyecto se analiza, por capítulos, en este libro. En el capítulo 3 se estudian las inversiones y beneficios del proyecto, en el capítulo 5 se analizan las fuentes de financiamiento de los proyectos y en el capítulo 6 se hace un estudio detallado sobre las proyecciones financieras, cálculo de costos y construcción del flujo de caja del proyecto.

⊙ Cuestionario

1. ¿Qué es un proyecto?
2. Explique las etapas del ciclo de un proyecto.
3. ¿Cuáles son los estudios que comprende la etapa de formulación de un proyecto?
4. ¿Al obtener resultados positivos en la formulación y evaluación de un proyecto, se debe tomar la decisión de la inversión?
5. ¿Un proyecto puede fracasar por una equivocada micro localización? Explique.
6. ¿La estructura administrativa tiene efectos sobre los costos operacionales del proyecto? Explique.
7. ¿Tiene alguna justificación el sobre dimensionamiento de un proyecto de inversión?
8. ¿Qué diferencia existe entre un proyecto privado y un proyecto social?



9. ¿Para qué se hace un estudio de mercado?
10. ¿Qué es la capacidad instalada de un proyecto?
11. ¿Qué es la capacidad real?
12. ¿Qué es la capacidad diseñada?

Capítulo 2

Aspectos básicos de matemáticas financieras

Introducción

La evaluación financiera de proyectos constituye un área de especialización en el campo de las finanzas y requiere de una base de conocimientos de matemáticas financieras. Las matemáticas financieras se constituyen en la herramienta básica para la evaluación financiera de proyectos. Es por esta razón que el propósito de este capítulo es exponer sus fundamentos y aplicaciones en el campo de estudio de los proyectos de inversión.

2.1. Valor del dinero en el tiempo

Para entender este concepto, considerado el más importante en las matemáticas financieras, podemos hacernos la siguiente pregunta: ¿Es lo mismo recibir \$500.000 dentro de un año que recibirlos hoy? Lógicamente que no, por las siguientes razones:

- **La inflación.** Este fenómeno económico hace que el dinero día a día pierda poder adquisitivo, es decir, que el dinero se desvalore. Dentro de un año se recibirán los mismos \$500.000 pero con un menor poder de compra de bienes y servicios. Analizado desde un punto de vista más sencillo, con los \$500.000 que se recibirán dentro de un año se comprará una cantidad menor de bienes y servicios que la que podemos comprar hoy, porque la inflación le ha quitado una buena parte de su poder de compra.
- Se pierde la oportunidad de invertir los \$500.000 en alguna actividad, logrando que no sólo se protejan de la inflación sino que también produzcan una utilidad

adicional. Este concepto es fundamental en finanzas y se conoce como **costo de oportunidad**.

- Se asume el **riesgo** de perder los \$500.000. En todas las actividades económicas en las que el hombre realiza inversiones está implícito el riesgo y aunque se ha comprobado sociológicamente que las personas tienden a pensar que deben asumir riesgos, porque de lo contrario se sentirían cobardes ante la vida, es necesario pensar en él y entender que tiene su costo. El riesgo de pérdida influye notoriamente en el costo del dinero.
- El dinero es un **bien económico** que tiene la capacidad intrínseca de generar más dinero. Este hecho lo puede constatar cualquier persona, por ejemplo, cuando deposita algún dinero en una cuenta de ahorros de una entidad financiera y después de algún tiempo al ir a retirarlos se encuentra con que sus ahorros han crecido, en forma mágica, al recibir una cantidad de dinero mayor.

Ahora, si la opción que se tiene es recibir los \$500.000 dentro de un año, se aceptaría solamente si se entregara una cantidad adicional que compense las razones anteriores. Este cambio en la cantidad de dinero en un tiempo determinado es lo que se llama valor del dinero en el tiempo y se manifiesta a través del interés.

2.2. Interés

Al analizar el concepto del valor del dinero en el tiempo se llega a la conclusión que el uso del dinero, por las razones expuestas, no puede ser gratuito. Si aceptamos la opción de recibir \$500.000 dentro de un año a no recibirlos en el día de hoy, estamos aceptando que se use nuestro dinero y, por tal razón, se debe reconocer una cantidad adicional que llamamos **valor del dinero en el tiempo**. La medida de ese incremento del dinero en un tiempo determinado se llama **interés**. Es decir, que el interés es la medida o manifestación del valor del dinero en el tiempo. Así como no puede ser gratuito el uso de una máquina, de una casa tomada en arriendo, o de un vehículo utilizado por un corto período de tiempo, tampoco puede ser gratuito el uso del dinero. De serlo, estaríamos aceptando que el dinero no tiene ningún valor para su dueño. En conclusión, el interés es simplemente un arriendo pagado por un dinero tomado en préstamo durante un tiempo determinado.

Si se presta hoy una cantidad de dinero (P) y después de un tiempo determinado se recibe una cantidad mayor (F), la variación del valor del dinero de P a F se llama **valor del dinero en el tiempo**, y la diferencia entre F y P es el interés (I). La operación se representa mediante la siguiente expresión:

$$I = F - P$$

Para algunos autores, las expresiones: interés, utilidad, variación del dinero en el tiempo, rentabilidad, valor en el tiempo del dinero, valor del dinero en el tiempo, son comunes. En este texto, de aquí en adelante, llamaremos a la diferencia entre el valor futuro y el valor presente, simplemente **interés**, entendido como la medida del valor del dinero en el tiempo.

2.3. Tasa de interés

No es común, cuando se realiza una operación financiera, expresar en cifras monetarias el valor de los intereses recibidos. Por ejemplo, no son comunes expresiones como: le presté a un amigo \$100.000 durante 1 mes y me gané \$5.000 de intereses, sino que se utiliza un indicador expresado como porcentaje que mide el valor de los intereses, llamado **tasa de interés**. La palabra **tasa** se deriva del verbo tasar que significa medir. Como expresión matemática la tasa de interés (i) es la relación entre lo que se recibe de intereses (I) y la cantidad prestada o invertida (P).

Esta relación la podemos obtener a partir de la siguiente ecuación:

$$i = \frac{I}{P}$$

La tasa de interés se expresa en forma de porcentaje para un período de tiempo determinado. Al desarrollar la ecuación, el resultado será un número decimal que se multiplica por 100 para llevarlo a porcentaje. En forma inversa, cuando la tasa de interés, expresada como porcentaje, se utiliza en cualquier ecuación matemática se hace necesario convertirla en número decimal. Así por ejemplo, una tasa de interés del 3% mensual, al emplearla en cualquier ecuación, debemos expresarlo como 0.03, que resulta de dividir 3 sobre 100.

2.4. Equivalencia

El problema fundamental que plantean las matemáticas financieras es el tener que comparar cantidades diferentes de dinero ubicadas en diferentes fechas. La solución a este conflicto se resuelve aplicando el criterio de equivalencia, que pasamos a explicarlo a continuación:

Dos cantidades diferentes ubicadas en diferentes fechas son equivalentes, aunque no iguales, si producen el mismo resultado económico. Esto es, \$100 de hoy son equivalentes a \$140 dentro de un año si la tasa de interés es del 40% anual. Un valor presente (P) es equivalente a un valor futuro (F) si el valor futuro cubre el valor presente más los intereses a la tasa exigida por el inversionista.

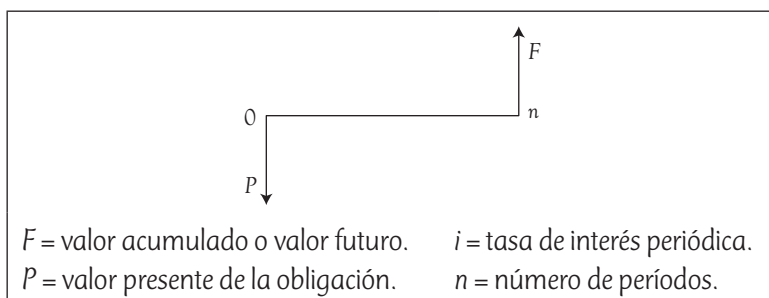
El concepto de equivalencia es relativo dado que las expectativas de rendimiento del dinero de cada persona es diferente. Para el señor Pérez \$100 de hoy pueden ser equivalentes a \$140 dentro de un año, pero para el señor García pueden no ser, dado que sus expectativas de rendimiento pueden ser diferentes.

2.5. Interés compuesto

El **interés compuesto** (llamado también interés sobre interés), es aquel que al final del período capitaliza los intereses causados en el período inmediatamente anterior. En el interés compuesto el capital cambia al final de cada período, debido a que los intereses se adicionan al capital para formar un nuevo capital sobre el cual se calculan los intereses.

2.5.1. Valor futuro a interés compuesto

Es un valor equivalente de una cantidad P , después de estar ganando intereses por n períodos, a una tasa de interés i . La representación gráfica sería:



El valor futuro equivalente a un valor presente está dado por la siguiente fórmula:

$$F = P(1 + i)^n$$

La expresión significa que es equivalente P en el día de hoy a F dentro de n períodos a una tasa de interés de i por período.

2.6. Funciones financieras en Excel

En Excel (en español) para cada una de las variables de la fórmula del interés compuesto se utiliza la notación que aparece en la siguiente tabla. Por ejemplo, para calcular el valor futuro se utiliza la función VF y basta con incluir en la celda en que queremos que aparezca el resultado la función VF precedido del signo = (igual) para indicar que es una fórmula. Si queremos calcular el valor futuro equivalente a un valor presente, dada una tasa de interés y dado el número de períodos, se procede así: = VF y se abre paréntesis.

Al abrir el paréntesis aparecen las variables que se deben reemplazar por los valores conocidos. De todas las variables que aparecen dentro del paréntesis algunas no aplican para el cálculo de la función, por lo cual se deben dejar sin valor o se les coloca el valor de cero. Cada argumento se separa de otro con un punto y coma. Luego de ingresados los valores se oprime ENTER y aparece el resultado.

Notación texto	Significado	Notación Excel
P	Valor presente	VA
F	Valor futuro	VF
n	Número de períodos	NPER
i	Tasa de interés	TASA

Ejemplo 2.1

Calcular el valor acumulado después de 2 años, si se depositan en una entidad financiera \$5.000.000 a una tasa de interés del 2.0% mensual.

$$F = P(1 + i)^n$$

$$F = 5.000.000(1 + 0.02)^{24}$$

$$F = \$8.042.186.25$$

En Excel:

$$=VF(\text{tasa}; \text{nper}; \text{pago}; \text{VA}; \text{tipo})$$

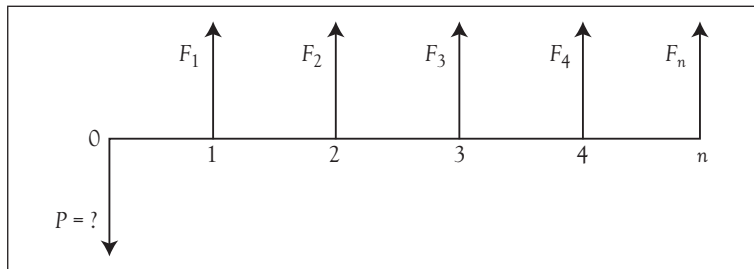
$$=VF(2\%; 24; 5.000.000) = \$8.042.186.25$$

Aquí no aplica la variable pago, que es el valor de la cuota de una serie uniforme o anualidad, por lo tanto, ingresamos cero o simplemente lo dejamos en blanco pero escribiendo el punto y coma. La tasa de interés se puede ingresar como decimal o en porcentaje. El argumento tipo que aparece al final del paréntesis hace referencia a si es una cuota anticipada o vencida. Si la cuota es vencida se omite el valor tipo. Si es anticipada se ingresa el número 1. En el segundo cálculo de arriba no aparece cero en el valor del pago, sino que se dejó el espacio en blanco seguido del punto y coma. Para los cálculos siguientes ingresaremos el valor de cero en aquellas variables que no aplican para el cálculo y la tasa de interés se expresará en porcentaje.

2.7. Valor presente a interés compuesto

Consiste en calcular el valor P , equivalente hoy a una cantidad futura F , ubicada n períodos adelante (en el futuro), considerando una tasa de interés compuesta i . Esta operación de calcular el valor actual de un capital equivalente a lo pagado en el futuro, se

presenta con mucha frecuencia en los negocios y se conoce como el procedimiento para descontar una deuda. En evaluación financiera de proyectos este concepto del valor presente es fundamental para el cálculo del Valor Presente Neto, que es uno de los métodos para evaluar un proyecto de inversión privado.



De la expresión $F = P(1 + i)^n$, se despeja P :

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

La fórmula también se puede expresar en forma algebraica de la siguiente manera:

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

El factor $(1 + i)^{-n}$ se conoce como “**factor de descuento**”.

Ejemplo 2.2

Un inversionista aceptó, inicialmente, recibir \$50.000.000 después de dos años, por la venta de una propiedad. Recibe dos ofertas: Pedro y Juan le ofrecen pagarle hoy un valor equivalente, calculado así: Pedro, con una tasa del 2.0% mensual y Juan con una tasa del 3.0% mensual. ¿Qué oferta debe aceptar y por qué?

Oferta de Pedro: $P = \frac{50.000.000}{(1 + 0.02)^{24}} = \$31.086.074.40$

Oferta de Juan: $P = \frac{50.000.000}{(1 + 0.03)^{24}} = \$24.596.686.82$

Por los resultados obtenidos, el inversionista debe aceptar la propuesta de Pedro por tener un mayor valor presente. Se concluye que **el valor presente es inversamente proporcional a la tasa de interés**. Este concepto aplica en evaluación financiera de proyectos, porque el Valor Presente Neto (VPN) al aumentar la tasa de descuento (costo financiero que se le cobra al proyecto) disminuye.

En Excel:

$$= \text{VA}(\text{tasa}; \text{nper}; \text{pago}; \text{VF}; \text{tipo})$$

$$= \text{VA}(2\%; 24; 0; -50.000.000) = \$31.086.074.40$$

$$= \text{VA}(3\%; 24; 0; -50.000.000) = \$24.596.686.82$$

2.8. Tasas de interés

En términos prácticos, la tasa de interés es el precio del dinero tanto para el que lo necesita porque paga un precio por tenerlo, como para el que lo tiene porque cobra un precio por prestárselo al que lo requiere. El dinero es una “**mercancía**” que tiene un precio y, como tal, su valor lo fija el mercado como resultado de la interacción entre la oferta y demanda.

El nivel de las tasas de interés está afectado por diversas variables, a saber: la inflación, la devaluación, la oferta y demanda y el riesgo empresarial. Estas variables, en conjunto, o individualmente, determinan en un momento determinado el costo del dinero.

2.8.1. Tasa nominal

Es la tasa que expresada para un período determinado (generalmente un año) es liquidable en forma fraccionada durante períodos iguales. Como su nombre lo indica, la tasa nominal es una tasa de referencia que existe sólo de nombre, porque no nos dice sobre la verdadera tasa que se cobra en una operación financiera; simplemente expresa la tasa anual y qué parte de ella se cobra en cada período. Por ejemplo, una tasa del 32%, trimestre vencido, indica que de la tasa anual del 32% se cobra la cuarta parte cada trimestre.

Las instituciones financieras en Colombia suelen utilizar la tasa nominal para referenciar las tasas de interés en sus operaciones de ahorro y crédito. Esto es, expresan la tasa de interés en forma anual e indican cada cuanto tiempo menor de un año se hacen las liquidaciones de los intereses. Esta forma de expresar las tasas de interés y de liquidar los intereses en períodos menores a un año es común en los países donde el nivel de la inflación es alto.

2.9.1.1. Formas de expresar la tasa nominal

- **Para Bancos Comerciales, Compañías de Financiamiento Comercial y Corporaciones Financieras:**

24% nominal anual con capitalización trimestral.

24% anual capitalizable trimestralmente.

24% capitalizable trimestralmente.

24% trimestre vencido. (24% TV).

Esta tasa indica que se presta al 24% anual y se liquidará la cuarta parte cada trimestre.

La tasa nominal expresada de esta forma, comprende:

1. Valor anual de la tasa.
2. Frecuencia de liquidación de los intereses (día, mes, trimestre, etc.).
3. Modalidad de liquidación de intereses (vencidos o anticipados).

2.9.2. Tasa efectiva

Es la tasa que mide el costo efectivo de un crédito o la rentabilidad efectiva de una inversión, y resulta de capitalizar la tasa nominal³. Cuando se habla de tasa efectiva se involucra el concepto del interés compuesto, porque refleja la reinversión de intereses.

La relación que existe entre la tasa nominal y la tasa efectiva, es la misma que existe entre el interés simple y el interés compuesto.

Lo anterior significa que la tasa nominal es una tasa de interés simple y la tasa efectiva es una tasa de interés compuesta.

Analicemos la afirmación anterior con un ejemplo:

Ejemplo 2.3

Se deposita \$1.000.000 en el día de hoy, en una entidad que reconoce una tasa de interés del 3% mensual. ¿Cuánto se tendrá acumulado después de 12 meses, si los intereses no se retiran?

Conocemos del problema la siguiente información:

$$P = 1.000.000$$

$$i = 3\% \text{ mensual}$$

$$n = 12 \text{ meses}$$

$$F = ?$$

Análisis del problema con interés simple.

Aplicamos la fórmula de interés simple:

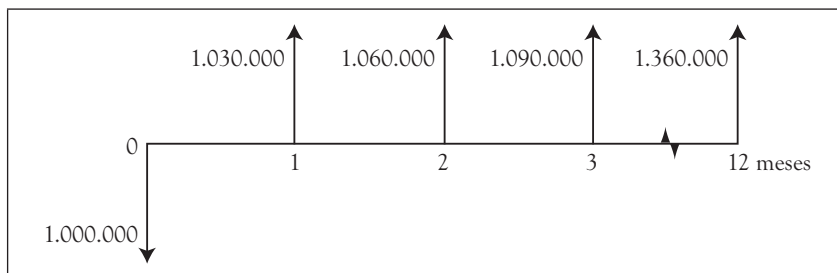
$$F = P(1 + ni)$$

$$F = 1.000.000 (1 + 12 \times 0.03)$$

$$F = \$1.360.000$$

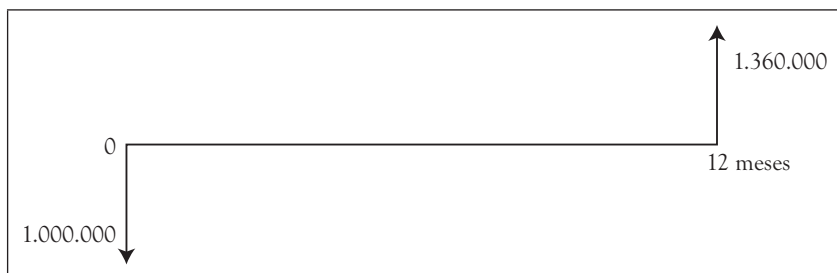
³ La tasa nominal es la tasa que se contrata y la tasa efectiva es la tasa que se paga.

Construimos el flujo de caja de la operación:



En el interés simple los intereses causados y no pagados cada período no generan nuevos intereses. Como se observa en el flujo de caja, los intereses cada mes son de \$30.000 que se van acumulando pero sin generar nuevos intereses, por lo tanto, los intereses de los 12 meses serán de \$360.000 que sumados al capital inicial de \$1.000.000 dan un valor acumulado de \$1.360.000. Se observa que los \$360.000 de intereses resultan de sumar \$30.000 doce veces, que implica, a su vez, sumar valores ubicados en diferentes fechas y esto viola el principio del valor del dinero en el tiempo, porque son valores con diferente poder adquisitivo.

Para esta operación hacemos el siguiente razonamiento: si se depositan \$1.000.000 y después de 12 meses se tienen acumulados \$1.360.000, el rendimiento, expresado como tasa de interés, es el siguiente:



$$i = \frac{F}{P} - 1 \text{ que resulta de } i = \frac{I}{P} = \frac{F - P}{P}$$

$$i = \frac{1.360.000}{1.000.000} - 1$$

$$i = 0.36 = 36\% \text{ anual}$$

Visto de otra forma, la tasa de interés del 36% anual nominal resulta de multiplicar la tasa de interés periódica (3% mensual) por el número de períodos al año (12 meses).

De este razonamiento resulta la **ecuación de la tasa nominal**.

$$J = \text{Tasa periódica } (i) \times \text{No. de períodos } (n)$$

Donde: J = tasa nominal.

i = tasa periódica.

n = No. de períodos.

Con la aplicación de esta fórmula se puede calcular una tasa de interés nominal a partir de una tasa de interés periódica, simplemente multiplicando ésta última por el número de períodos que haya en el período que se ha estipulado para la tasa nominal. Por ejemplo, si la tasa mensual es del 2%, la tasa nominal será del 24% MV, que resulta de multiplicar 2 por 12. Haciendo la operación inversa, la tasa periódica se puede calcular a partir de la tasa nominal, dividiéndola entre el número de períodos. Por ejemplo, una tasa nominal del 30% MV da origen a una tasa del 2.5% mensual, que resulta de dividir 30 sobre 12.

- Análisis del problema con interés compuesto.

$$F = P(1 + i)^n$$

$$F = 1.000.000 (1 + 0.03)^{12}$$

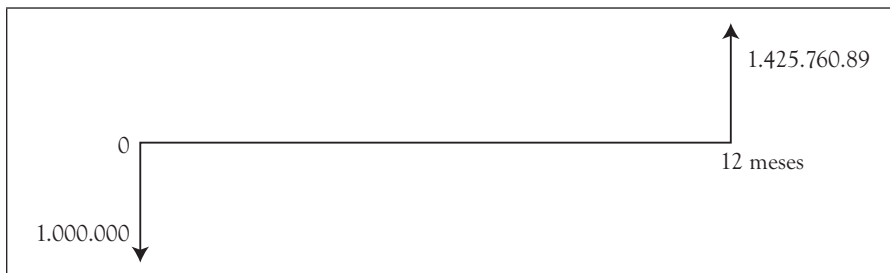
$$F = \$1.425.760.89$$

En Excel:

$$=VF(\text{tasa}; \text{nper}; \text{pago}; \text{VA}; \text{tipo})$$

$$=VF(3\%; 12; 0; -1.000.000)$$

El flujo de caja de la operación financiera es:



Para esta situación hacemos el siguiente razonamiento: si se invierten en el día de hoy \$1.000.000 y después de 12 meses se tiene un valor acumulado de \$1.425.760.89, el rendimiento efectivo es:

$$i = \frac{F}{P} - 1 \quad i = \frac{1.425.760.89}{1.000.000} - 1 \quad i = 0.4258 = 42.58\% \text{ EA}$$

Bajo el esquema prestamista – prestatario, la diferencia entre la tasa nominal y la tasa efectiva está en que para el prestamista existe la posibilidad de reinvertir los intereses que recibe y para el prestatario se presenta un costo de oportunidad al no poder trabajar los intereses que le paga al prestamista. Este razonamiento implica que cuando una persona acude a un crédito, sea bancario o comercial, el hecho de tener que pagar intereses en períodos menores al año, lo hace incurrir en un costo de oportunidad que se refleja en la diferencia entre el valor de la tasa nominal y la tasa efectiva.

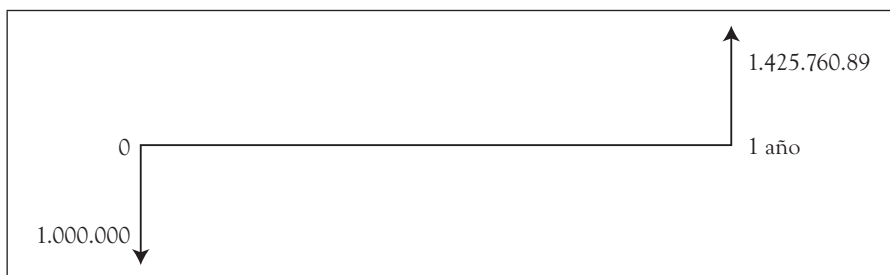
2.9.2.1. Ecuación de la tasa de interés efectiva

Identificada ya la tasa efectiva como la que resulta de capitalizar una tasa periódica durante un número de períodos determinados, nos interesa, ahora, desarrollar una ecuación que nos permita hacer equivalencias entre ellas.

Supongamos que se depositan \$1.000.000 durante un año, en una cuenta que reconoce el 36% capitalizable mensualmente. Se desea conocer el valor acumulado después del año. Conocemos:

$$\begin{aligned}
 P &= 1.000.000 \\
 i &= \frac{0.36}{12} = 0.03 = 3\% \text{ mensual} \\
 n &= 1 \text{ año} \\
 F &=? \\
 F &= 1.000.000(1 + 0.03)^{12} \\
 F &= \$1.425.760.89
 \end{aligned}$$

Con el siguiente razonamiento calculamos el rendimiento efectivo de la operación: si se invierten \$1.000.000 y después de 1 año se tiene un valor futuro acumulado de \$1.425.760.89, podemos calcular el rendimiento efectivo anual:



$$i = \frac{F}{P} - 1 \quad i = \frac{1.425.760.89}{1.000.000} - 1 \quad i = 0.4258 = 42.58\% \text{ EA}$$

Podemos decir entonces:

$$1.425.760.89 = 1.000.000(1 + 0.03)^{12}$$

La cual se puede descomponer en:

$$1.000.000 + 425.760.89 = 1.000.000(1 + 0.03)^{12}$$

Donde: 425.760.89 es el resultado de multiplicar 1.000.000 por la tasa efectiva del 0.4258, es decir:

$$1.000.000 + 1.000.000 \times 0.4258 = 1.000.000(1 + 0.03)^{12}$$

Si se reemplazan estos valores por los símbolos, tenemos:

$$P + P(TE) = P(1 + i)^n$$

$$P(1 + TE) = P(1 + i)^n$$

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

$$TE = (1 + i)^n - 1$$

Donde:

TE = tasa efectiva a calcular.

i = tasa efectiva periódica.

n = número de veces que se liquida la tasa periódica en el período expresado en la tasa efectiva a calcular.

Esta fórmula es conocida como la **ecuación de la tasa efectiva** y es la que permite calcular equivalencias entre tasas de interés efectivas.

A diferencia de las tasas nominales (Vélez, 1998), las tasas efectivas no se fraccionan (no se dividen entre el número de períodos), ni se pueden obtener multiplicando la tasa periódica por el número de períodos. La tasa efectiva es el resultado de hacer la capitalización real o virtual de los intereses periódicos.

Para desarrollar los ejercicios aplicando la ecuación de la tasa efectiva se utilizarán los siguientes símbolos:

TEA = tasa efectiva anual.

TES = tasa efectiva semestral.

TET = tasa efectiva trimestral.

TEM = tasa efectiva mensual.

TED = tasa efectiva diaria.

2.10. Tasas equivalentes

Dos tasas de interés son equivalentes cuando ambas, obrando en condiciones diferentes, producen la misma tasa efectiva anual o el mismo valor futuro (García, 1997). El concepto de “**obrar en condiciones diferentes**” hace referencia a que ambas capitalizan en períodos diferentes, o que una de ellas es vencida y la otra anticipada. Esto indica, por ejemplo, que para una tasa mensual existe una mensual anticipada equivalente, una tasa trimestral vencida equivalente, una tasa trimestral anticipada equivalente, etc. Esta equivalencia de tasas también se presenta entre tasas efectivas y nominales, o entre tasas nominales, es decir, para una tasa mes vencido existirá una tasa trimestre vencido equivalente, una tasa trimestre anticipado equivalente, etc.

Hoy en día, cuando en el sistema financiero colombiano impera una babel de tasas de interés: nominales, efectivas, DTF, tasas anticipadas, etc., que constituyen el marco de referencia del costo de los créditos, es importante tener una manera de hacerlas semejantes. Esto se hace calculando una **tasa efectiva anual (TEA)**, que se define como la tasa equivalente, si la capitalización se hiciera solo una vez al año (Bodie y Merton, 1999).

Jaime García (1997) propone los siguientes casos, cuando dada una tasa de interés se trata de hallar otra tasa equivalente:

	Dada	Hallar
Caso 1	Efectiva	Efectiva
Caso 2	Efectiva	Nominal
Caso 3	Nominal	Efectiva
Caso 4	Nominal	Nominal

De estos casos, únicamente desarrollaremos los casos 1 y 3, que son los de mayor aplicación en la evaluación financiera de proyectos.

2.10.1. Caso 1 (Efectiva ↔ Efectiva)

Conocida una tasa efectiva se necesita calcular otra efectiva equivalente. Puede ser el caso de una tasa efectiva menor a una tasa efectiva mayor o viceversa. Esta es una de las situaciones financieras que mayor confusión despierta entre los lectores que se inician en el estudio de las matemáticas financieras, debido a que no se acostumbran a manejar mentalmente el concepto de la reinversión de los intereses, que puede ser real o virtual. En una forma desprevenida, si conocen una tasa periódica del 2% mensual y necesitan calcular la tasa anual equivalente, simplemente la multiplican por 12. En forma contraria, lo que es peor aún, si conocen una tasa

efectiva anual del 30% y desean calcular su tasa mensual equivalente, la dividen entre 12. Estos dos cálculos ignoran la reinversión real o virtual de los intereses en que se apoya la tasa efectiva. Si se produce la reinversión real de los intereses periódicos la tasa efectiva anual siempre será mayor que la tasa nominal, que es la que resulta de multiplicar la tasa periódica por el número de períodos. Si no se da la reinversión real de los intereses la tasa efectiva, todavía supone la reinversión virtual o implícita.

Ejemplo 2.4

¿Qué tasa trimestral es equivalente al 2.20% mensual?

Aplicando la ecuación de la tasa efectiva:

$$\text{TET} = (1 + 0.022)^3 - 1$$

$$\text{TET} = 0.06746 = 6.75\%$$

Esto indica que es equivalente aplicar una tasa del 2.20% mensual sobre una inversión durante 3 meses a, aplicar una tasa del 6.75% trimestral sobre la misma inversión en un trimestre.

Para entender en una forma más clara el concepto de equivalencia entre tasas efectivas, consideremos la siguiente situación: Blanca Elena le presta a usted \$1.000.000 a una tasa del 2.20% mensual, durante 3 meses. Cada fin de mes ella espera que usted le cancele los intereses mensuales por valor de \$22.000, que resultan de multiplicar el valor del préstamo por la tasa de interés (\$1.000.000 X 0.022). Si usted le manifiesta que le es imposible pagarle intereses cada fin de mes y le solicita que le acepte su pago al momento de vencerse el plazo del préstamo, ella al hacer el cálculo de la tasa trimestral equivalente a una tasa del 2.2% mensual, utilizando la ecuación de la tasa efectiva, llega a un valor de 6.75% trimestral. Indica esto que usted tendrá que cancelarle intereses por valor de \$67.5000 al final del trimestre. Para Blanca Elena, entonces, es equivalente que usted le cancele intereses mensuales por valor de \$22.000 a que le cancele intereses trimestrales de \$67.500. Analizada la situación bajo el punto de vista de la equivalencia de intereses, es equivalente para Blanca Elena que le paguen una tasa del 2.20% mensual a que le paguen una tasa del 6.75% trimestral. Entendamos esto: ¿por qué es equivalente para Blanca Elena este esquema de pagos? Se supone que al recibir los intereses mensuales los reinvierte a la misma tasa de interés, y por efectos de la reinversión tendrá al final del trimestre un valor acumulado de \$1.067.500. Al hacer la relación entre lo que prestó y lo que tiene acumulado, se obtiene una tasa de interés del 6.75% trimestral. Si no recibe los intereses mensualmente, éstos se capitalizan. En otras palabras, hay una reinversión virtual de los intereses, expresada a través de la tasa efectiva.

Ejemplo 2.5

¿Qué tasa mensual es equivalente a una tasa del 40% efectiva anual?

Aplicamos la ecuación de la tasa efectiva.

$$TEA = (1 + TEM)^{12} - 1$$

$$0.40 = (1 + TEM)^{12} - 1$$

$$1.40 = (1 + TEM)^{12}$$

Aplicando radicales a ambos miembros de la igualdad, ésta no se altera.

$$\sqrt[12]{1.40} = \sqrt[12]{(1 + TEM)^{12}}$$

$$(1.40)^{0.083333} = 1 + TEM$$

$$1.0284 = 1 + TEM$$

$$TEM = 0.028436 = 2.84\% \text{ mensual}$$

Esto significa que una tasa efectiva anual del 40% es equivalente a una tasa del 2.84% mensual. Analizado en una forma práctica, es equivalente financieramente aplicar sobre una misma inversión una tasa de interés del 2.84% mensual durante 12 meses, que una tasa del 40% anual durante un año. En otras palabras, es equivalente prestar un dinero al 2.84% mensual durante 12 meses que al 40% anual durante un año. Nótese que la tasa del 2.84% mensual obtenida, equivalente al 40% efectiva anual, no resulta de dividir 40% entre 12 períodos mensuales, que es lo que generalmente se hace al desconocer el potencial de reinversión de los intereses.

En Excel, para calcular una tasa efectiva menor equivalente a una tasa efectiva mayor, utilizamos la función TASA conocido el valor presente (inversión de \$1), el valor futuro equivalente (1+ la tasa efectiva mayor) y el número de períodos.

$$= \text{TASA} (\text{nper}; \text{pago}; \text{VA}; \text{VF}; \text{tipo}; \text{estimar})$$

$$= \text{TASA} (12; 0; -1; 1.40) = 2.84\% \text{ mensual}$$

El argumento *estimar* se puede omitir. Cuando no se escribe ningún valor en *estimar*, el programa supone que es 0.1%, y es el valor que utiliza para hacer las iteraciones.

2.10.2. Caso 3 (Nominal ⇔ Efectiva)

Conocida la tasa nominal del crédito se necesita conocer la tasa efectiva equivalente. Esta es la situación que con mayor frecuencia se presenta en el sistema financiero colombiano, debido a que las entidades financieras suelen expresar las tasas de interés de colocación en forma nominal y el deudor necesita conocer la tasa efectiva del crédito.

Ejemplo 2.6

Al señor Pedro Picapiedra le conceden un crédito en el Banco Cafetero por valor de \$20.000.000 a una tasa del 30% TV. Calcular la tasa efectiva que le cobran y el valor de los intereses del primer trimestre.

Dividimos la tasa nominal.

$$i = \frac{0.30}{4} = 7.5\% \text{ trimestral}$$

Valor de los intereses.

$$I = P \times i = 20.000.000 \times 0.075 = \$1.500.000 \text{ trimestrales}$$

Ejemplo 2.7

El Banco de Colombia le concede un crédito por \$10.000.000 a una tasa de interés del 34% M.V. (capitalizable mensualmente o mes vencido). Calcular la tasa de interés mensual y el valor de los intereses del primer mes.

La tasa de interés del préstamo está expresada como tasa nominal, por lo que se hace necesario dividirla para obtener una tasa periódica.

$$i = \frac{J}{n} = \frac{0.34}{12} = 0.02833 = 2.83\% \text{ mensual}$$

Calculamos el valor de los intereses del primer mes:

$$I = P \times i$$

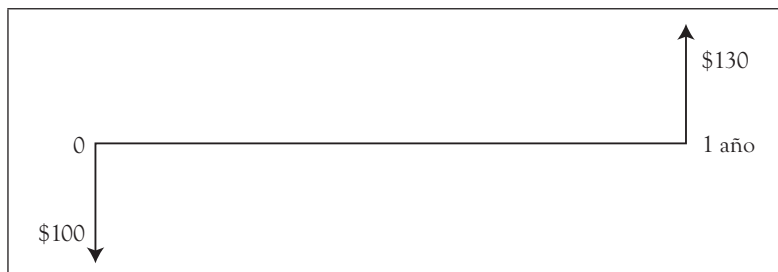
$$I = 10.000.000 \times 0.0283 = \$283.333.33$$

2.11. Tasa de interés anticipada

Los intereses anticipados⁴ son una realidad muy frecuente en nuestro sistema financiero. Surgieron como una argucia de los banqueros para evadir el cumplimiento de las normas sobre tasas máximas (Gutiérrez, 1994). Estas normas estipulaban topes para las tasas de interés, pero no especificaban nada sobre su modalidad de cobro. Hoy en día, las normas precisan las tasas efectivas máximas, pero los intereses anticipados se quedaron para largo en nuestros mercados financieros. Esta es una forma también engañosa de presentar las tasas de interés, muy común en los préstamos bancarios a corto plazo. Aunque el pago del capital se hace en cuotas de amortización al final de cada período, por ejemplo, el trimestre o el mes, los intereses se cobran por adelantado por cada período de utilización del dinero.

⁴ En Colombia es común cobrar intereses anticipados en los créditos bancarios de corto plazo. En otras partes del mundo esta práctica está prohibida.

Recordemos: ¿qué sucede en una operación financiera en la que se pacta el 30% anual vencido? Construyamos el flujo de caja, suponiendo que se prestan \$100 en el día de hoy, durante un año.



Aplicando la fórmula básica: $F = P(1 + i)^n$

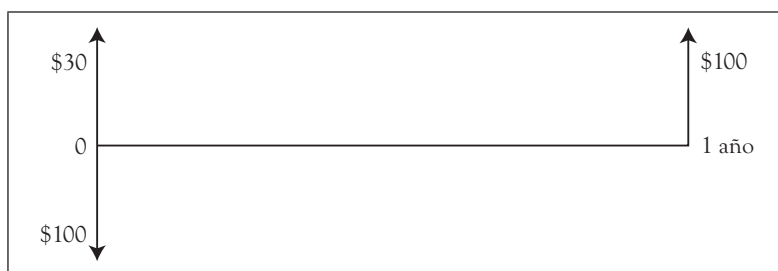
$$F = P(1 + 0.30)^1$$

$$F = 100(1 + 0.30)$$

$$F = \$130$$

Si se prestan \$100 en el día de hoy al 30% anual, al final del año se recibirán \$130.

¿Qué sucede si se prestan los mismos \$100 a la misma tasa de interés del 30% anual durante un año, pero los intereses se reciben en forma anticipada?



Por cada \$100 que se prestan se retienen \$30 por concepto de intereses y al final del año se devuelven los \$100 prestados. Realmente se están prestando \$70 y después del año se reciben \$100.

$$F = P(1 + i)^n$$

$$100 = 70(1 + i)^n \text{ pero } n = 1$$

$$100 = 70(1 + i)$$

$$\frac{100}{70} = 1 + i$$

$$i = 0.4286 = 42.86\% \text{ anual}$$

Se observa que al cobrarse una tasa anticipada del 30% anual, el costo del crédito se aumenta al 42.86% anual.

La operación financiera la podemos mirar desde otro punto de vista:



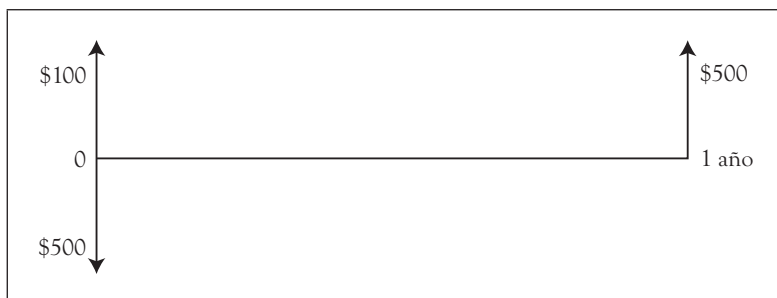
Realmente se están prestando \$70 que se devuelven al final del año, más los intereses vencidos por \$30. Es como si se prestaran \$70 y al final del año se pagaran intereses por \$30 sobre los \$70 del préstamo.

$$i = \frac{30}{70} = 42.86\% \text{ anual}$$

2.11.1. Conversión de una tasa anticipada en vencida

Consiste en diseñar una expresión que permita calcular la tasa periódica vencida equivalente a una tasa periódica anticipada.

Consideremos que se prestan \$500 al 20% anual anticipado durante un año. Utilizando el procedimiento anterior, tenemos:



La tasa de interés vencida del préstamo es igual a:

$$i = \frac{I}{P} = \frac{\text{Interés}}{\text{Capital prestado}}$$

$$i = \frac{P \times i}{P} = \frac{P \times i}{F - I}$$

$$i = \frac{500 \times 0.20}{500 - 500 \times 0.20}$$

$$i = \frac{500 \times 0.20}{500(1 - 0.20)} = \frac{0.20}{1 - 0.20}$$

$$iv = \frac{ia}{(1 - ia)}$$

Donde:

iv = tasa efectiva periódica vencida (por ejemplo, 2% mensual, 10% trimestral).

ia = tasa efectiva periódica anticipada (por ejemplo, 2% mensual anticipada).

A esta expresión le podemos hallar una aplicación práctica inmediata, si pensamos en la siguiente situación: le ofrecen un préstamo de \$100.000 que debe pagar después de un mes, pero le cobran intereses del 5% mensual pagaderos en forma anticipada. Como usted necesita la totalidad de los \$100.000, le solicita a quien le presta el dinero que le cobre intereses mensuales vencidos, pues si son anticipados sólo recibiría \$95.000. Se necesita conocer, entonces, ¿qué tasa mensual vencida equivalente a una tasa del 5% mensual anticipada se debe cobrar?

Este cálculo se realiza aplicando la expresión:

$$iv = \frac{ia}{(1 - ia)} = \frac{0.05}{1 - 0.05} = 5.26\% \text{ mensual}$$

Al hacer la operación con esta tasa del 5.26% mensual, usted recibiría los \$100.000 y al finalizar el mes entregaría \$105.260, valor éste que se descompone en \$100.000 de capital más \$5.260 de intereses (100.000×0.0526).

Aunque el Excel no tiene una función que calcule una tasa vencida a partir de una tasa anticipada, podemos utilizar la función VF ingresando los valores de tasas y períodos con signo negativo.

En Excel: $=VF(-\text{tasa}; -\text{nper}; \text{pago}; \text{VA}; \text{tipo}) - 1$
 $=VF(-5\%; -1; 0; -1) - 1$

Ejemplo 2.8

A partir de una tasa nominal del 36% trimestre anticipado (36% TA), calcular la tasa efectiva anual.

Se capitaliza la tasa nominal.

$$i = \frac{J}{n} = \frac{0.36}{4} = 0.09 = 9\% \text{ trimestral anticipada}$$

Se convierte la tasa trimestral anticipada en trimestral vencida.

$$iv = \frac{ia}{(1 - ia)} = \frac{0.09}{1 - 0.09}$$

$$iv = 0.0989 = 9.89\% \text{ trimestral}$$

Aplicando la ecuación de la tasa efectiva:

$$TEA = (1 + 0.0989)^4 - 1$$

$$TEA = 0.4583 = 45.83\% \text{ efectiva anual}$$

En Excel:

$$= VF(-tasa; -nper; pago; VA; tipo) - 1$$

$$= VF(-36\%/4; -4; 0; -1) - 1$$

2.12. Descuentos por pronto pago

Los proveedores constituyen una importante fuente de financiamiento de corto plazo para cualquier proyecto de inversión. Evidentemente, el crédito es un factor de demanda de un producto. Aunque lo ideal para las empresas comerciales y manufactureras sería vender los productos al contado, ya se ha vuelto una práctica comercial no exigir a los compradores que paguen por las mercancías al momento de su entrega, sino que se les concede un corto período de aplazamiento para hacerlo.

Al examinar el crédito con proveedores como una fuente de financiamiento, debemos considerar la situación específica en la cual no se aprovecha el descuento por pronto pago que estos ofrecen, sino que se paga el último día del plazo concedido. Si no se ofrece descuento por pronto pago no hay costo alguno por la utilización del crédito durante el período neto. Por la misma razón, si se aprovecha el descuento ofrecido por el proveedor, tampoco hay costo por el uso del crédito comercial. Sin embargo, si se ofrece un descuento por pronto pago y no se aprovecha, existe un costo de oportunidad definido (*Van Horne, 1988*).

Con los ejercicios que desarrollaremos a continuación, que son de la experiencia diaria, el lector se sorprenderá cuando constate que posiblemente uno de ellos coincide con

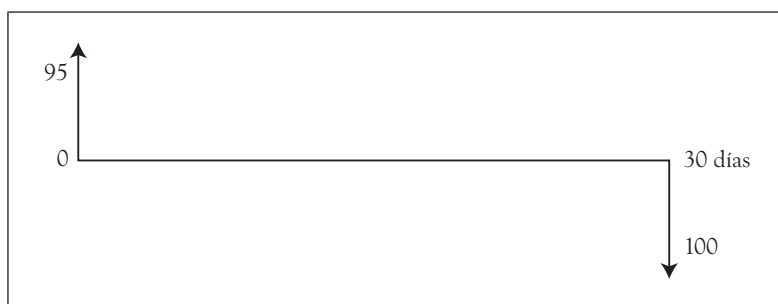
su caso, y cuánto dinero pudo haber perdido al no acogerse a los descuentos ofrecidos por sus proveedores.

Ejemplo 2.9

Omega Ltda. compra a crédito su materia prima. Su proveedor le plantea un descuento del 5% por compra de contado. Si la empresa no se acoge al descuento por pronto pago, calcular el costo efectivo anual.

Si los proveedores no otorgan descuentos por pronto pago, ni tampoco cargan intereses, dicha fuente de financiación no tiene ningún costo. Tampoco lo tendrá si los proveedores conceden descuentos por pronto pago y la empresa los aprovecha. Pero, si se desaprovechan, dichos descuentos por pronto pago representan un costo elevado, como se apreciará en el presente ejercicio.

Vamos a suponer que la mercancía que suministra el proveedor vale \$100 a 30 días. Éste ofrece un descuento del 5% por pago de contado. Veamos el flujo de caja:



El esquema del negocio nos indica que si la empresa no compra de contado la mercancía por \$95 y prefiere pagar dentro de 30 días \$100, es como si pagara \$5 de intereses sobre los \$95 en 30 días, que representa una tasa de interés mensual de:

$$i = \frac{F}{P} - 1 \quad i = \frac{100}{95} - 1 = 5.26\% \text{ mensual}$$

Aplicando la ecuación de la tasa efectiva, podemos calcular el costo efectivo anual:

$$\text{TEA} = (1 + 0.0526)^{12} - 1$$

$$\text{TEA} = 0.8506 = 85.06\%$$

Si se compara este costo efectivo anual con cualquier otra fuente de financiamiento en Colombia, se observa que representa un costo muy alto. Sería preferible acudir a un préstamo bancario, o a cualquiera otra fuente de financiación y no perder la opción del descuento por pronto pago.

En Excel: $= \text{TASA}(\text{nper}; \text{pago}; \text{VA}; \text{VF})$
 $= \text{TASA}(30/360; 0; -95; 100)$

Existe otra forma como los proveedores plantean los descuentos por pronto pago de sus productos. Indican los descuentos por medio de fracciones, cuyo numerador señala el porcentaje de descuento y el denominador se refiere al tiempo dentro del cual el comprador tiene la opción de pagar, para tener derecho al descuento señalado en el numerador. Por medio del siguiente ejercicio apreciaremos esta situación:

Ejemplo 2.10

Un proveedor factura una mercancía por valor de \$500.000 con el siguiente plan de descuento por pronto pago: 4/10 neto 30. Calcular el costo efectivo para el comprador si no se acoge al descuento por pronto pago.

La expresión 4/10 neto 30 significa que si el comprador paga la mercancía dentro de los primeros 10 días tendrá derecho a un descuento del 4%, de lo contrario pagará a los 30 días el valor neto de la factura.



El comprador, si se acoge al descuento por pronto pago, lógicamente esperará hasta el décimo día para pagar los \$480.000 del valor de la factura. Si no lo hace está reconociendo un interés de \$20.000 sobre los \$480.000 durante 20 días.

La tasa de interés será igual a:

$$i = \frac{F}{P} - 1 = \frac{500.000}{480.000} - 1$$

$$i = 0.041667 = 4.1667\% \text{ en } 20 \text{ días}$$

Conocida la tasa efectiva periódica para 20 días se calcula la tasa efectiva anual, aplicando la ecuación de la tasa efectiva.

$$\text{TEA} = (1 + 0.041667)^{360/20} - 1$$

$$\text{TEA} = 1.085068 = 108.51\% \text{ anual}$$

La tasa de interés del 4.1667% corresponde a un período de 20 días. Como el número de períodos debe estar en la misma unidad de tiempo que la tasa de interés, al dividir 360/20 estamos calculando el número de períodos de 20 días en un año.

En Excel: = TASA(nper; pago; VA; VF)
 = TASA(20/360; 0; -480.000; 500.000)

2.13. Tasa de inflación

La inflación es el incremento generalizado de los precios de los bienes y servicios producidos por la economía de un país, lo que conlleva a la pérdida del poder adquisitivo de la moneda. La inflación tiene causas muy complejas, siendo la más importante el aumento del dinero circulante sin un aumento equivalente de la producción de bienes y servicios. Al aumentar la cantidad de moneda en circulación la gente tiene más dinero en su poder para consumir y la tendencia es a gastarlo, aumentando de esta manera la demanda de bienes y servicios, y al no haber un aumento de la oferta, los precios suben.

La tasa de inflación se define como la medida del incremento continuo en los precios de los bienes y servicios a través del tiempo (*García, 1997*). Se aplica sobre el precio inmediatamente anterior y por esta razón opera como una tasa de interés compuesto. Así, por ejemplo, si decimos que la inflación promedio mensual durante los 5 primeros meses de un cierto año fue del 2.5% mensual, un artículo que al principio del primer mes valía \$100 tendrá un valor al final del quinto mes de:

$$F = 100 (1 + 0.025)^5$$

$$F = \$113.14$$

Antes de entrar a analizar el efecto de la inflación en los cálculos financieros, conviene advertir que este tema se tratará bajo el supuesto de una economía con inflación pura, o sea, asumiendo que la variación de los precios de todos los bienes y servicios es constante y, además, que el aumento de precios es igual a la inflación. Esto a simple vista es irreal, ya que día a día se observa que el comportamiento de la inflación afecta en forma diferencial a cada uno de los sectores de la economía y que el aumento de precios no es igual a la inflación. Es evidente que si la inflación es del 10% en un año en particular, se puede esperar que algunos precios se elevarán en más del 10% y otros en menos del 10%. De hecho, la inflación es un promedio ponderado de los precios de una gran variedad de bienes y servicios y la presión que ejerce, por ejemplo, sobre el sector de la construcción es diferente a la del sector laboral. Lo que sí viene a ser importante es entender que al existir inflación hay un cambio en el poder de compra del dinero, y que existe un cambio diferencial de precios por el hecho real de que los bienes y servicios no aumentan de precios en una misma proporción.

Ejemplo 2.12

Bajo la consideración que la inflación promedio anual sea del 22% para los dos años siguientes, una vivienda que vale hoy \$10.000.000, ¿cuánto costará dentro de 2 años?

$$F = P(1 + i)^n$$

$$F = 10.000.000 (1 + 0.22)^2$$

$$F = \$14.884.000$$

El valor futuro calculado es el valor de la vivienda en pesos corrientes, después de 2 años.

Este valor futuro se obtiene también aplicando directamente la siguiente expresión general:

$$F = P(1 + \text{Inf } 1) (1 + \text{Inf } 2) (1 + \text{Inf } 3) \dots (1 + \text{Inf } n)$$

$$F = 10.000.000(1 + 0.22)(1 + 0.22) = \$14.884.000$$

En Excel: $= \text{VF}(\text{tasa}; \text{nper}; \text{pago}; \text{VA}; \text{tipo})$
 $= \text{VF}(22\%; 2; 0; -10.000.000)$

A este último valor se le conoce como el valor del activo en **pesos nominales o corrientes**. Es decir, que los precios nominales o corrientes son los que tienen incluida la inflación. También existe la operación inversa como es la de calcular el valor del activo al cabo de 2 años, medidos en pesos de hoy. Esta operación consiste en quitarle al valor futuro la inflación de los 2 años.

$$F = P(1 + i)^n$$

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

$$i = \frac{14.884.000}{(1 + 0.22)^2}$$

$$P = \$10.000.000$$

O también despejando de la expresión el valor de P que corresponde al valor deflactado.

$$P = \frac{F}{(1 + \text{Inf } 1)(1 + \text{Inf } 2)}$$

$$P = \frac{14.884.000}{(1 + 0.22)(1 + 0.22)}$$

En Excel: $= \text{VA}(\text{tasa}; \text{nper}; \text{pago}; \text{VF}; \text{tipo})$
 $= \text{VA}(22\%; 2; 0; -14.884.000)$

A este valor se le conoce como el valor del activo dentro de 2 años medidos en **pesos constantes o reales**, y a la operación de cálculo se le conoce como **Deflactación**.

Con frecuencia queremos comparar el precio que tiene hoy un bien con el que tenía, o con el que es probable que tenga en el futuro. Para que esta comparación tenga sentido es necesario medir los precios en términos reales o constantes y no en términos corrientes (Pindyck, 1995). El precio nominal o corriente de un bien es simplemente su precio absoluto. Por ejemplo, si el precio de una docena de huevos en 1990 era de \$1.000 y de \$2.500 en 1998, estos son los precios que habríamos visto en los estantes de los supermercados en esos años. El precio real o constante es el precio una vez descontada la inflación; en otras palabras, es el valor del dinero futuro en términos del dinero actual.

Cuando se realiza un estudio de precios y sus variaciones, generalmente se parte de un índice base que se hace igual a 100 y luego al compararlo con índices de años posteriores se obtiene el alza promedio en el costo de vida, que en forma inversa reflejará la desvalorización del dinero o pérdida de su poder de compra. Así, por ejemplo, si el índice inicial o base (I_0) es 100 y al año siguiente (I_1) es 110, esto significa que el costo de vida aumentó en un 10%. En otros términos, es necesario desembolsar 110 unidades monetarias para poder adquirir los mismos bienes y servicios que se adquirirían con 100 unidades monetarias en el año base.

Llamemos:

I_0	=	Índice del año base
I_1	=	Índice del año uno
I_2	=	Índice del año dos

Asumamos los siguientes valores para cada índice:

$$I_0 = 100$$

$$I_1 = 110$$

$$I_2 = 121$$

Analizando los valores de los índices se observa que la variación anual, y para los dos años, es del 10%. Esto quiere decir que si un artículo costaba en el año base \$100, al año cuesta \$110 y a los dos años \$121. Analizando los valores acumulados se observa, también, que la variación del precio del artículo es del 21% y no del 20%, porque estas variaciones operan en forma compuesta, o sea que el aumento de precios (10%) se hace sobre el precio anterior.

Los índices de la referencia nos sirven, entonces, para determinar la tasa de inflación promedio, que nos muestra la desvalorización de la moneda o pérdida de su poder adquisitivo.

2.14. Tasa real o tasa deflactada

Se define como aquella tasa que el mercado financiero estaría dispuesto a pagarle a cualquier inversionista en ausencia de la inflación. En términos concretos, la tasa real es la tasa de interés sin la inflación. Al analizar cualquier operación que involucre el manejo del dinero es necesario ver el efecto que produce la inflación. En consecuencia, la tasa real debe ser la preocupación permanente de todo inversionista que aspire ver crecer su dinero en términos reales, ya que nada gana con obtener un rendimiento sobre una inversión si la inflación iguala o supera este rendimiento.

Al realizarse una inversión se presentan tres tipos de rendimientos: el rendimiento efectivo que es el que aspira obtener el inversionista al pactar la tasa de interés con su deudor; El rendimiento neto, que resulta de descontarle a la tasa efectiva el valor de los impuestos, y el rendimiento real, que resulta de descontarle al rendimiento neto la tasa de inflación del período. La tasa efectiva resulta, entonces, afectada, además de costos como las comisiones, estudios de crédito etc., por factores como los impuestos y la inflación.

En el caso de los préstamos, la tasa real está definida como aquella que se cobra por encima de la inflación o sobre un capital expresado en unidades que se reajustan con la inflación. Un ejemplo del segundo caso son los préstamos en unidades UVR⁵, que son unidades que reflejan el poder adquisitivo del dinero y se reajustan diariamente con la inflación. Por ejemplo, al concederse un crédito de vivienda por valor de \$20.000.000 a una tasa de interés igual a la UVR + 10%, este 10% es una tasa real que se aplica de la siguiente forma: si en el momento del desembolso la UVR cuesta \$105, el préstamo en unidades UVR es igual a:

$$\text{Préstamo en UVR} = \frac{20.000.000}{105} = 190.476.19 \text{ UVR}_s$$

Se están prestando 190.476.19 UVR_s a una tasa de interés del 10% efectiva anual.

En forma análoga, al contratarse un crédito existirán, también, tres tipos de costos: costo efectivo, que viene definido por la tasa efectiva del crédito; costo después de impuestos o costo neto, que resulta de descontar el efecto de los impuestos (beneficio tributario) y el costo real que resulta de descontar el efecto inflacionario. En consecuencia, así como los impuestos y la inflación reducen el rendimiento real de una inversión, los mismos impuestos y la misma inflación reducen el costo de un crédito.

5 La UVR es una unidad contable que refleja el poder adquisitivo de la moneda, calculada exclusivamente con base en el IPC que suministra el DANE.

2.15. Costo de la deuda después de impuestos

Cuando se toma un crédito, los intereses que se pagan son deducibles, como gastos financieros, de las utilidades y permiten un menor pago de impuestos. Por cada peso de intereses que se paga se ahorra en impuestos un monto determinado por la tasa de impuestos, lo que se traduce en que el Gobierno asuma parte del costo de la deuda. La mayoría de las legislaciones tributarias consideran los intereses como un gasto del período que afecta la utilidad antes de impuestos.

A continuación analizaremos un caso práctico que nos permitirá conocer el valor del ahorro en impuestos y, en consecuencia, la reducción en el costo del crédito por el hecho de tener deuda.

Ejemplo 2.13

Los directivos de una empresa, aunque reacios a contratar deuda, están considerando la posibilidad de aceptar un crédito de \$100.000.000 que les ofrece un banco a una tasa de interés del 30% MV, con un plazo de un año. El gerente financiero les hace el siguiente razonamiento financiero para demostrarles el beneficio de usar deuda, por el efecto de la deducibilidad de los intereses como gastos financieros.

Se asume una utilidad operativa (UAI) de \$60.000.000 y que el capital prestado se le reembolsa al banco al final del año. La tasa de interés efectiva periódica es del 2.5% mensual, que resulta de capitalizar la tasa nominal del 30% MV, equivalente al 34.49% EA, que sería el costo del crédito antes de impuestos. La tasa de impuestos es del 35%.

El valor de los intereses mensuales es igual a:

$$I = 100.000.000 \times 0.025 = \$2.500.000$$

Calculamos la utilidad neta a partir de la utilidad operativa, suponiendo dos situaciones: con deuda y sin deuda. La utilidad operativa para las dos situaciones es la misma, porque es independiente de la forma como se financie la empresa.

	Con deuda	Sin deuda
UAI	\$60.000.000	\$60.000.000
Intereses	\$30.000.000	0
UAI	\$30.000.000	\$60.000.000
IMPTO(35%)	\$10.500.000	\$21.000.000
Utilidad Neta	\$19.500.000	\$39.000.000

Se observa:

- Cuando se trabaja sin deuda, se paga mayor impuesto.
- Por el hecho de trabajar con deuda, se pagan intereses.
- La utilidad neta disminuyó en \$19.500.000. Esto nos indica que el costo nominal de la deuda fue de 19.50% MV, que resulta de hacer la relación entre la diferencia de las dos utilidades netas y el valor de la deuda.
- Al trabajar con deuda se genera un ahorro en impuestos (beneficio tributario), que resulta de multiplicar el valor de los intereses por la tasa de impuestos. Se observa que el valor de los impuestos disminuyó en \$10.500.000, que resultan de multiplicar \$30.000.000 X 0.35.

La tasa nominal, después del beneficio tributario, del 19.50% representa un costo efectivo del 21.34% EA, menor que la tasa del 34.49% EA pactada al inicio del préstamo. El costo efectivo del crédito se redujo⁶ en 13.15%, por efecto de la deducibilidad de los intereses como gastos financieros.

Desarrollemos una ecuación universal con la cual se pueda conocer el costo de la deuda después de impuestos, cualquiera sean los parámetros de tasa de interés y tasa de impuestos.

Con el razonamiento numérico de este ejercicio, podemos plantear la siguiente ecuación:

$$Kd = \frac{\text{Valor de intereses} - \text{Ahorro en impuestos}}{P}$$

$$Kd = \frac{P \times i - I \times \text{impuestos}}{P}$$

$$Kd = \frac{P \times i - P \times i \times \text{impuestos}}{P}$$

Sacando factor común $P \times i$, en el numerador se tiene:

$$Kd = \frac{P \times i(1 - \text{impuestos})}{P}$$

$$Kd = i(1 - \text{Impuestos})$$

Donde:

Kd = costo de la deuda después de impuestos

i = tasa efectiva periódica

IMPTOS = tasa de tributación

⁶ Las personas y empresas tienen un socio natural: *el gobierno*. Cuando producen utilidades, parte de estas son del gobierno vía impuesto; cuando tienen deuda, parte de ella la asume el gobierno por la deducibilidad de los intereses como gastos financieros.

El costo después de impuestos para este ejercicio es:

$$Kd = 0.025(1 - 0.35)$$

$$Kd = 0.0163 = 1.63\% \text{ mensual}$$

$$TEA = (1 + 0.0163)^{12} - 1$$

$$TEA = 21.34\% \text{ EA}$$

Conviene aclarar que, cuando se estudian textos de finanzas avanzadas traducidos del inglés, se observa que el factor impuestos ($1 - \text{IMPTOS}$) se aplica sobre la tasa efectiva anual del crédito. Esta situación es válida en economías en las que se cobran tasas de interés por año vencido no aplicable a la nuestra, donde se pactan tasas de interés para periodos menores de un año. Por nuestras circunstancias particulares, el factor impuesto debe aplicarse sobre la tasa efectiva periódica, como lo hicimos arriba, y no sobre la tasa efectiva anual. Para el ejercicio que estamos analizando, es incorrecto anualizar la tasa periódica y luego aplicarle el factor impuesto:

$$TEA = (1 + 0.025)^{12} - 1$$

$$TEA = 34.49\% \text{ EA}$$

$$Kd = 0.3449 (1 - 0.35)$$

$$Kd = 22.42\% \text{ EA} \neq 21.34\% \text{ EA}$$

Además, la fórmula que acabamos de utilizar sólo permite una aproximación en sentido estricto, porque supone, por deducción, que los impuestos se pagan en el mismo período en que se causan y en la realidad esto ocurre al año siguiente. El ahorro de impuestos debería incluirse, entonces, en el flujo de caja como un ingreso en el momento en que, efectivamente, se pagan los impuestos.

2.15.1. Rentabilidad real de una inversión

En la sección 2.14 se expuso en una forma amplia lo que es la tasa real y se llegó a la conclusión que es la que queda después de descontarle a la tasa de interés la tasa de inflación. Ahora nos interesa, en primer lugar, analizar su forma de cálculo desde el punto de vista matemático, aplicada a una inversión. Antes de entrar a hacer este análisis, es pertinente aclararle al lector que bajo el esquema prestamista – prestatario, cuando se realiza una inversión el prestamista obtiene una rentabilidad y cuando se actúa como prestatario, a través de un crédito, se asume un costo. Pero ambos conceptos: rentabilidad y costo, hacen referencia a una misma tasa de interés.

Con frecuencia se incurre en el error de afirmar que la tasa real es la que resulta de restarle a la tasa de interés la inflación. Aceptar como cierta esta afirmación sería consi-

derar que la inflación sólo afecta al capital y no también a los intereses. *Bodie y Merton* (1999) ilustran el siguiente caso: ¿cuál será la tasa real de rendimiento si la tasa de interés es del 8% anual y si la inflación, medida por el cambio proporcional del índice de precios, es del 5% anual? La intuición revela que es simplemente la diferencia entre la tasa de interés y la inflación, que en este caso es del 3%. Esto es casi correcto, pero no exactamente.

La tasa real viene determinada por la siguiente fórmula:

$$TR = \frac{TE - INF}{1 + INF}$$

Donde:

TE = tasa efectiva o tasa corriente

INF = tasa de inflación

Esta expresión se conoce como la *fórmula de Fisher* en honor del matemático y economista Irving Fisher (1867 - 1947).

Ejemplo 2.14

¿Cuál es la tasa real anual que rindió un pagaré bancario por la suma de \$2.500.000, si al final del año usted recibió \$3.250.000 y la tasa de inflación anual fue del 22%?



El rendimiento efectivo se calcula con la siguiente expresión:

$$RE = \frac{F}{P} - 1$$

$$RE = \frac{3.250.000}{2.500.000} - 1 = 30\% \text{ anual}$$

Por medio de la expresión se calcula el rendimiento real de la inversión.

$$RR = \frac{RE - INF}{1 + INF} = \frac{0.30 - 0.22}{1.22} \quad RR = 6.56\% \text{ anual}$$

El dinero del inversionista creció en términos reales 6.56% anual.

Conviene recordar que bajo el esquema prestamista – prestatario, el prestamista obtiene un rendimiento sobre la inversión y el prestatario paga un costo sobre el crédito, pero tanto el rendimiento real como el costo real se expresan por medio de la tasa real. También es importante destacar que esta fórmula mide el rendimiento real y el costo real para inversiones de un solo período como el caso del presente ejercicio. Por el contrario, la fórmula no es válida para inversiones cuya vida sea mayor a un período (sean meses, trimestres, etc.). Para estos casos se requiere primero deflactar los valores monetarios que aparecen expresados en términos corrientes, sean costos o beneficios, y calcular la tasa de interés (TIR) ya sea utilizando el procedimiento matemático de la interpolación lineal, con la calculadora financiera o con el Excel.

2.15.2. Costo real de un crédito

Con la solución de los ejercicios anteriores podemos llegar a una conclusión importante: los impuestos, lo mismo que la inflación, reducen la tasa de rendimiento de los ahorradores cuando el análisis se hace en términos reales. Pero, así mismo, como se apreciará en esta sección, los mismos impuestos, como también la misma inflación, reducen el costo del crédito para el prestatario. En consecuencia, las aparentemente altas tasas de interés pagadas por los prestatarios durante períodos de inflación se reducen en términos reales (*Grant e Ireson, 1960*). El costo real de un crédito pasa a ser el costo que paga un cliente después de descontar el ahorro en impuestos y la inflación.

Los deudores ganan con la inflación (*Modie y Merton, 1999*). Supóngase que obtiene un préstamo de \$1.000.000 a una tasa de interés del 3% mensual y que dentro de un mes tiene que pagar el capital y los intereses. Si la tasa de inflación durante el mes fue del 3%, la tasa real sobre el préstamo será cero. Aunque habrá que pagar \$1.030.000 en pesos de bolsillo, su valor real es de \$1.000.000. Los \$30.000 de intereses apenas compensan la disminución del poder adquisitivo del \$1.000.000 de capital. Se infiere que el deudor gana porque devuelve el dinero recibido con pesos desvalorizados y, también, que se pueden ganar intereses y perder dinero al mismo tiempo. Por esta razón, es necesario distinguir entre lo que es la **valorización nominal** del dinero, que se produce al devengar intereses y la **valorización real** del mismo, que se genera cuando el dinero crece en términos reales. Así, por ejemplo, si para el caso anterior la inflación mensual es del 4.0% la tasa real será negativa y, no obstante haber ganado intereses por \$30.000, el dueño del dinero obtiene una pérdida, porque para recuperar el mismo poder de compra debería recibir \$1.040.000.

Entremos, ahora sí, a demostrar con unos ejercicios de la vida real cómo los impuestos y la inflación reducen el costo del dinero. Inicialmente calculemos a partir de la

expresión anterior la tasa efectiva o tasa corriente, como forma inicial de la fórmula de Fisher, en función de la tasa real y la inflación esperada.

$$TR = \frac{TE - INF}{1 + INF}$$

Aplicando la regla derivada del axioma fundamental de las ecuaciones: si a los dos miembros de una igualdad se suma una misma cantidad, positiva o negativa, la igualdad subsiste, se tiene:

$$TR + 1 = \frac{TE - INF}{1 + INF} + 1$$

$$(TR + 1) = \frac{(TE - INF) + (1 + INF)}{(1 + INF)}$$

$$(TR + 1)(1 + INF) = (TE + 1)$$

$$TE = (1 + TR)(1 + INF) - 1$$

Donde:

TE = tasa efectiva o tasa corriente

TR = tasa real

INF = tasa de inflación esperada

Ejemplo 2.15

¿A qué tasa de interés mensual debe un inversionista prestar su dinero, si desea obtener un rendimiento real del 2.5% mensual y la tasa de inflación esperada es del 1.5% mensual?

$$TE = (1 + 0.025)(1 + 0.015) - 1$$

$$TE = 4.04\% \text{ mensual}$$

Con base en este ejercicio podemos afirmar que las tasas de interés que se manejan en nuestro sistema financiero y comercial son tasas corrientes. Para el presente ejercicio, el inversionista alcanza a ganarse en términos reales una tasa real del 2.5% mensual, si la inflación del mes es del 1.5%.

Así como en ejercicios precedentes hemos calculado el rendimiento real de una inversión, es necesario entrar, ahora, a analizar el cálculo del costo real de un crédito. Se desarrollarán dos ejercicios: el primero sólo plantea la tasa de interés del crédito, la tasa de impuestos y la inflación. El segundo, además de la información que suministra el primer ejercicio, establece el monto del crédito y el sistema de amortización, con el propósito de ubicar al lector en la realidad financiera del país.

Ejemplo 2.16

El Banco Ganadero le concede un crédito a una tasa del 36% mes vencido con plazo de un año. Se desea calcular el costo real del crédito.

La tasa de interés del crédito está expresada como tasa nominal. Para conocer el costo efectivo es necesario capitalizarla.

$$i = \frac{J}{n} = \frac{0.36}{12} = 3\% \text{ mensual}$$

La tasa obtenida es una tasa efectiva periódica expresada en términos corrientes. Este no es el costo real del crédito, porque no podemos desconocer el beneficio tributario ni el efecto de la inflación.

Calculamos el costo después de impuestos del crédito:

$$Kd = i(1 - \text{IMPTO})$$

$$Kd = 0.03(1 - 0.35)$$

$$Kd = 1.95\% \text{ mensual}$$

$$\text{TEA} = (1 + 0.0195)^{12} - 1$$

$$\text{TEA} = 26.08\% \text{ EA}$$

La tasa obtenida sigue siendo una tasa corriente, solo que está expresada como tasa efectiva anual. Se asume que la inflación del año es del 18%, por tanto, el costo real calculado será un costo real esperado.

$$\text{Costo real} = \frac{\text{Costo después de impuestos} - \text{Inflación}}{1 + \text{Inflación}}$$

$$\text{Costo real} = \frac{0.2608 - 0.18}{1 + 0.18}$$

$$\text{Costo real} = 6.85\% \text{ anual}$$

2.16. Anualidades o series uniformes

Una **anualidad** es un conjunto de pagos iguales hechos a intervalos iguales de tiempo. El término anualidad parece significar que los pagos se hacen anualmente. En el sentido estricto de la expresión, esto no es necesariamente así. En matemáticas financieras, **anualidad** significa pagos hechos a intervalos iguales de tiempo, que pueden ser anuales, trimestrales, mensuales, quincenales, diarios etc.

El estudio de las anualidades es de mucha importancia en evaluación de proyectos, entre otras razones, porque es el sistema de amortización más común en los créditos comerciales y bancarios. Este sistema de pagos permite que el financiador, cada vez que recibe el pago de la cuota, recupere parte del capital prestado.

Antes de entrar de lleno a estudiar las anualidades, es necesario definir algunos términos:

Renta o pago. Es el pago periódico y de igual valor.

Período de renta. Es el tiempo que transcurre entre dos pagos.

Condiciones para que una serie de pagos sea una anualidad

Para que un conjunto de pagos se considere una anualidad debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Todos los pagos deben ser iguales.
- Todos los pagos deben ser periódicos.
- Todos los pagos son llevados al principio o al final de la serie, a la misma tasa, a un valor equivalente, es decir, la anualidad debe tener un valor presente equivalente y un valor futuro equivalente.
- El número de pagos debe ser igual al número de períodos.

Clases de anualidades

Las clases de anualidades más comunes son las siguientes:

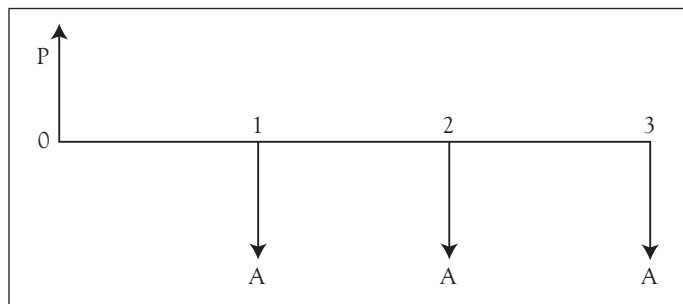
- Anualidad vencida.
- Anualidad anticipada.
- Anualidad diferida.
- Anualidad perpetua.

En proyectos, la clase de anualidad que tiene mayor aplicación es la vencida, por lo tanto es la que analizaremos en detalle a continuación.

2.16.1. Anualidad vencida

Es aquella en que los pagos se hacen al final del período. Así, por ejemplo, el salario mensual de un empleado, las cuotas mensuales iguales y vencidas en la compra de vehículos y electrodomésticos, son casos de anualidades vencidas.

El flujo de caja siguiente representa una anualidad vencida, donde P es el valor inicial de la obligación y A es el valor de los pagos iguales y periódicos.



2.16.2 Valor presente de una anualidad vencida

Es un valor, ubicado un período anterior a la fecha del primer pago, equivalente a una serie de pagos iguales y periódicos. Desde el punto de vista matemático, es la suma de los valores presentes de todos los pagos.

La fórmula que permite calcular el valor presente de una anualidad vencida es la siguiente:

$$P = A \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n} \right]$$

Con la expresión anterior se calcula un valor presente equivalente (P) a una serie de pagos iguales y periódicos, conocidos el número de pagos (n), el valor de cada pago (A) y la tasa de interés (i). En otros términos, reemplaza una serie de pagos iguales llamada **anualidad**, por un valor presente equivalente P .

El error más frecuente que se comete al trabajar problemas de anualidades es la colocación incorrecta de P , razón por la cual, es importante recordar la siguiente regla: **el valor presente (P) estará ubicado al principio del período en que se hace el primer pago (A)**. Para el caso del flujo utilizado, y cuando el primer pago se hace en 1, el valor presente quedará ubicado en el momento cero. ¿Por qué? Porque se dedujo con P en el momento cero y A al final del primer período (*Blank y Tarquin, 1.992*).

Ejemplo 2.18

Se compró un vehículo con una cuota inicial de \$1.000.000 y 36 cuotas mensuales iguales de \$200.000. La agencia cobra el 2.5% mensual sobre saldos. Calcular el valor del vehículo.

Cuota inicial = 1.000.000

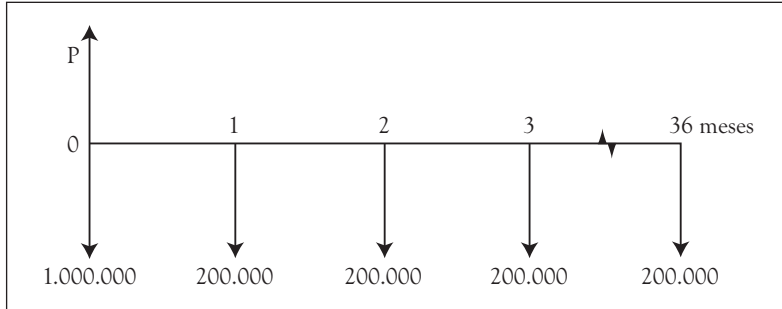
$A = 200.000$

$n = 36$

$i = 2.5\%$ mensual.

$P = ?$

El flujo de caja de la operación corresponde al siguiente diagrama.



Aplicando la fórmula se calcula el valor presente de las 36 cuotas iguales, que quedará ubicado al principio del período en el que se hace el primer pago.

$$P = A \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n} \right]$$

$$P = 200.000 \left[\frac{(1 + 0.025)^{36} - 1}{0.025(1 + 0.025)^{36}} \right]$$

$$P = \$4.711.250.21$$

El valor del vehículo será igual al valor presente de los 36 pagos iguales más la cuota inicial.

$$\text{Valor del vehículo} = \$1.000.000 + \$4.711.250.21$$

$$\text{Valor del vehículo} = \$5.711.250.21$$

Es equivalente pagar en el día de hoy la suma de \$5.711.250.21 que cancelar hoy una cuota inicial de \$1.000.000 y 36 cuotas mensuales iguales de \$200.000, si la tasa de interés es del 2.5% mensual.

Para el cálculo de las anualidades el Excel tiene las mismas funciones que se utilizan para el interés compuesto, con una función adicional que es PAGO que hace referencia al valor de la cuota.

Notación texto	Significado	Notación Excel
P	Valor presente	VA
F	Valor futuro	VF
n	Número de períodos	NPER
i	Tasa de interés	TASA
A	Valor de la cuota	PAGO

En Excel: $=VA(\text{tasa}; \text{nper}; \text{pago}; \text{VF}; \text{tipo})$
 $=VA(2,5\%; 36; -200.000; 0)$

En este caso no aplica el valor futuro, por lo tanto, se ingresa un valor de cero. El argumento Tipo que aparece al final del paréntesis hace referencia a si es una cuota anticipada o vencida. Si la cuota es vencida se omite el valor tipo. Si es anticipada se ingresa el número 1.

2.16.3. Cálculo del valor de la cuota

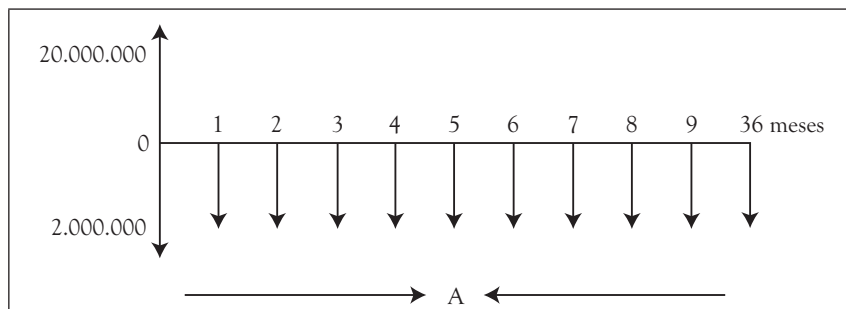
Conocidos el valor presente (P), la tasa de interés (i) y el número de pagos (n), podemos calcular el valor de la cuota. Si de la fórmula del valor presente (2.1) despejamos el valor de la cuota A , tenemos:

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

El valor entre llaves se denomina **factor de recuperación de capital**.

Ejemplo 2.19

Se propone comprar un lote de terreno que cuesta \$20.000.000 con una cuota inicial del 10% y 36 cuotas mensuales con una tasa de interés del 2% mensual. Calcular el valor de las cuotas.



Al restarle al valor del terreno la cuota inicial de \$2.000.000 queda el saldo de la deuda que se va a financiar por medio de 36 cuotas mensuales.

$$\text{Valor a financiar} = \$20.000.000 - \$2.000.000 = \$18.000.000$$

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$A = 18.000.000 \left[\frac{0.02(1.02)^{36}}{(1.02)^{36} - 1} \right]$$

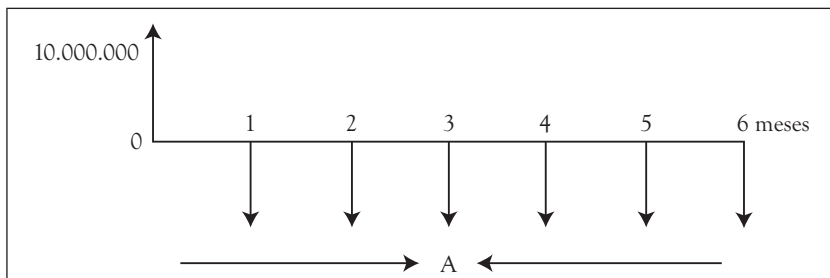
$$A = \$706.191.35$$

Cada mes, durante 36 meses, se deben pagar \$706.191.35 para cancelar el saldo de la deuda de \$18.000.000.

En Excel: = PAGO (tasa; nper; VA; VF; tipo)
= PAGO(2%; 36; -18.000.000; 0)

Ejemplo 2.20

Un préstamo bancario de \$10.000.000 se desea amortizar con 6 pagos trimestrales iguales. Si la tasa de interés que se cobra es del 9% trimestral, calcular el valor de cada pago.



$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$A = 10.000.000 \left[\frac{0.09(1+0.09)^6}{(1+0.09)^6 - 1} \right]$$

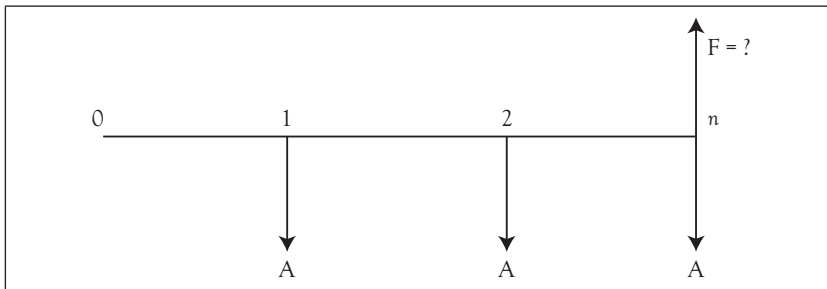
$$A = \$2.229.197.68$$

En Excel: = PAGO (tasa; nper; VA; VF; tipo)
 = PAGO(9%; 6; -10.000.000; 0)

2.16.4. Valor futuro de una anualidad vencida

Es un valor ubicado en la fecha del último pago, equivalente a toda la serie de pagos iguales y periódicos. En forma matemática, es el valor final que resulta de sumar todos los valores llevados al futuro. El flujo que analizaremos a continuación tiene 3 pagos iguales de A , y se desea calcular su valor futuro equivalente ubicado en la fecha del último pago.

La fórmula que nos permite calcular el valor futuro de una anualidad vencida, es:

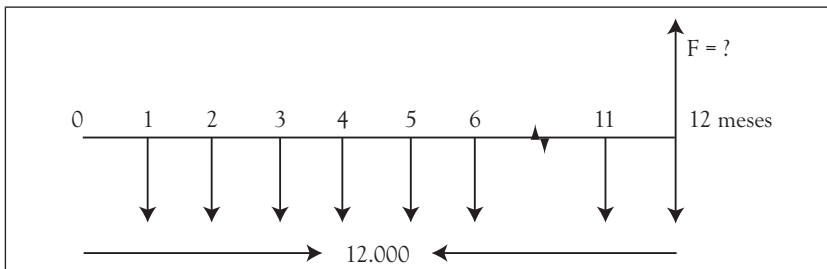


$$F = A \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i} \right]$$

Por medio de la fórmula se calcula el valor futuro equivalente a una serie de pagos iguales, conocidos el valor de cada pago (A), la tasa de interés (i) y el número de pagos o ingresos (n). Por la forma como se dedujo, **el valor futuro equivalente a una serie de pagos iguales vencidos queda ubicado en la fecha en que se hace el último pago.**

Ejemplo 2.21

¿Cuánto se tendrá acumulado después de un año, si se depositan cada fin de mes \$12.000, en una corporación que reconoce un interés del 3.0 mensual?



Al final del primer mes se tendrá acumulado el valor del depósito (\$12.000). Al final del segundo mes se tendrá acumulado el valor del depósito de ese período más el valor acumulado del mes anterior con sus respectivos intereses ($\$12.000 + \$12.000 \times 0.03 + \$12.000$). El valor acumulado al final del año será igual al valor acumulado en el onceavo mes, más los intereses sobre este valor acumulado, más el último depósito ($\$153.693.55 + \$153.693.55 \times 0.03 + \12.000). Indica lo anterior que el último depósito no gana intereses. En el apéndice que aparece al final del capítulo el lector apreciará en una forma más clara este procedimiento y aprenderá a desarrollarlo con la hoja electrónica Excel.

2.17. Amortización

La amortización financiera se define como el proceso por medio del cual se cancela una deuda junto con sus intereses, mediante una serie de pagos, en un tiempo determinado. La palabra amortización proviene del latín *mors*, que significa muerte, por lo tanto, la amortización es el proceso con el que se «mata» una deuda.

2.17.1. Sistema de amortización

El pago de una deuda se pacta, generalmente, con la estipulación de una serie de condiciones mínimas que permiten determinar el comportamiento que debe seguir el deudor o prestatario en la cancelación de la obligación. Para que se pueda hablar de la existencia de un sistema de amortización es necesario conocer cuatro datos básicos:

- Valor de la deuda.
- Plazo durante el cual estará vigente la obligación.
- Costo financiero que debe asumir el deudor en la cancelación de la deuda. Este costo financiero es la tasa de interés cobrada en la operación financiera.
- El patrón de pago del crédito. Se debe especificar la forma de pago de las cuotas.

A partir de los datos anteriores se puede conocer en cualquier momento el estado del crédito: valor de las cuotas por pagar, composición de la cuota y el saldo insoluto de la deuda.

2.17.2. Composición de los pagos

Por lo general, cada cuota de pago que amortiza una deuda tiene dos componentes: interés y abono al capital. Existen casos especiales en los cuales, al principio del plazo del crédito, las cuotas no cubren el costo financiero y el saldo del crédito se incrementa; por ejemplo, los sistemas de crédito de financiación de vivienda. En estos casos el saldo de la

deuda crece en lugar de bajar. Para que la deuda se amortice se requiere que, al menos, algunas cuotas sobrepasen el costo financiero y haya abono al capital. La razón de conocer la composición de cada cuota es puramente financiera. En Colombia los intereses son deducibles de impuestos en un 100% y, por esta razón, interesa saber de cada cuota que se paga, qué porción corresponde a los intereses. El valor de los intereses pagados por un crédito aparece en el estado de resultados como gastos financieros, reduciendo la utilidad sobre la cual se liquidan los impuestos.

2.17.3. Tabla de amortización

Al diseñar un plan de amortización de una deuda se acostumbra construir la tabla de amortización, que registra período a período la forma como va evolucionando el pago de la deuda. Una tabla de amortización debe contener como mínimo 5 columnas: la primera muestra los períodos de pago, la segunda muestra el valor de la cuota periódica, la tercera el valor de los intereses, la cuarta muestra el abono a capital y la quinta columna muestra el saldo de la deuda. Es importante aclarar que no es imprescindible construir una tabla de amortización para conocer la composición de una cuota; basta con calcularle los intereses al capital insoluto del período inmediatamente anterior, y restárselos al valor de la cuota, para conocer qué parte corresponde a la amortización.

2.17.4. Sistemas de amortización

En el pago de un crédito cualquiera, el deudor se compromete a cubrir dos rubros: primero, el costo financiero (pago de intereses), que es pago por el uso del dinero tomado en préstamo durante el plazo pactado. El segundo es la restitución del capital recibido en préstamo. De las múltiples formas de pago de estos dos rubros, acordadas libremente entre el deudor y el acreedor, surgen los diferentes sistemas o formas de amortización de un préstamo.

A continuación presentamos los sistemas de amortización más utilizados en Colombia para los créditos comerciales y bancarios.

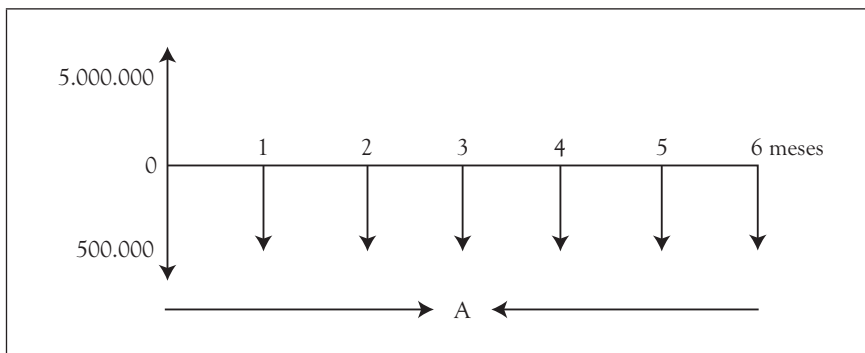
Amortización gradual (sistema francés)

En este sistema, llamado también sistema simple o crédito plano, los pagos son iguales y periódicos, o sea que hace referencia a una anualidad o serie uniforme. Es el sistema más utilizado en los créditos comerciales para la financiación de vehículos y electrodomésticos. También se utiliza para amortizar los créditos bancarios, aunque no es el sistema más usado por el sistema financiero. Tiene la particularidad que, desde el pago de la primera cuota, el saldo de la deuda empieza a disminuir hasta llegar a cero debido a que el valor de la cuota sobrepasa el costo financiero.

Ejemplo 2.22

Un lote de terreno que tiene un valor de \$5.000.000 se financia de la siguiente forma: una cuota inicial de \$500.000 y el saldo con 6 cuotas mensuales iguales. Si la tasa de interés de financiación que se cobra es del 30% capitalizable mensualmente, calcular el valor de las cuotas y construya la tabla de amortización.

Construimos el flujo de caja:



$$5.000.000 = 500.000 + A \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n} \right]$$

La tasa de interés de la operación está expresada en forma nominal, por lo tanto, tenemos que capitalizarla para conocer la tasa efectiva equivalente.

$$i = \frac{J}{n} = \frac{0.30}{12} = 0.025 = 2.5\% \text{ mensual}$$

$$5.000.000 = 500.000 + A \left[\frac{(1 + 0.025)^6 - 1}{0.025(1 + 0.025)^6} \right]$$

$$A = \$816.974.87$$

En Excel: = PAGO(tasa; nper; VA; VF; tipo)
 = PAGO(2,5%; 6; -4.500.000; 0)

Construimos la tabla de amortización:

No.	Cuota	Interés	Amortización	Saldo
0	500.000.00	0	500.000.00	4.500.000.00
1	816.974.87	112.500.00	704.474.87	3.795.525.13
2	816.974.87	94.888.13	722.086.74	3.073.438.39
3	816.974.87	76.835.96	740.138.91	2.333.299.48
4	816.974.87	58.332.49	758.642.38	1.574.657.09
5	816.974.87	39.366.43	777.608.44	797.048.65
6	816.974.87	19.926.22	797.048.65	0

Nótese que desde el pago de la primera cuota el saldo de la deuda comienza a disminuir, debido a que el valor de la cuota sobrepasa el costo financiero. Esta característica hace que este sistema de amortización sea el más utilizado universalmente, ya que el deudor se estimula al observar que cada vez que paga una cuota el saldo de la deuda es menor. El valor de la amortización a la deuda cada mes resulta de restarle al valor de la cuota el valor de los intereses del período, que a su vez resultan de aplicarle al saldo insoluto la tasa de interés. Es importante recordarle al lector que la tasa de interés se aplica sobre el saldo insoluto al principio de cada período.

En el apéndice, que aparece al final del capítulo, se propone la herramienta de Excel **Buscar objetivo**, que resuelve una ecuación de una variable y que permite resolver cualquier sistema de pago siguiendo un procedimiento financiero razonable. Con el uso de esta función el lector podrá aprender a construir esta tabla de amortización y cualquiera otra en una forma rápida y práctica.

Amortización con abono constante a capital (sistema alemán)

Este es uno de los sistemas de amortización utilizados por los bancos para sus créditos ordinarios y de consumo, como también para la amortización de los créditos de vivienda. Aunque los intereses pueden ser cobrados en forma vencida o anticipada, la amortización al capital es constante, es decir, cada período se abona al capital una cantidad constante igual al monto del préstamo dividido entre el número de períodos de pago.

Por medio de un mismo ejemplo analizaremos los dos casos que se presentan con relación al pago de intereses, es decir, cuando los intereses se pagan en forma vencida y en forma anticipada.

Ejemplo 2.23

El Banco Ganadero concede un crédito por valor de \$100.000.000 a una tasa de interés del 36% trimestre vencido, con un plazo de 1 año. La restitución del capital se hará en 4 cuotas trimestrales iguales. Calcular el valor de las cuotas y construir la tabla de amortización.

La cuota de amortización a capital es igual a:

$$\text{Cuota} = \frac{P}{n} = \frac{100.000.000}{4} = \$25.000.000$$

Este es el valor que se le paga al banco cada trimestre como abono al capital.

Capitalizamos la tasa nominal del préstamo para conocer la tasa efectiva periódica.

$$i = \frac{J}{n} = \frac{0.36}{4} = 0.09 = 9\% \text{ trimestral}$$

La primera cuota es igual a:

$$C_1 = \frac{P}{n} + Pi$$

$$C_1 = 25.000.000 + 100.000.000 \times 0.09$$

$$C_1 = \$34.000.000$$

La segunda cuota es igual a:

$$C_2 = \frac{P}{n} + \left[P - \frac{P}{n} \right] i$$

$$C_2 = \frac{P}{n} + Pi \left[1 - \frac{1}{n} \right]$$

$$C_2 = 25.000.000 + 100.000.000 \times 0.09 \left[1 - \frac{1}{4} \right]$$

$$C_2 = \$31.750.000$$

La tercera cuota es igual a:

$$C_3 = \frac{P}{n} + \left[P - \frac{2P}{n} \right] i$$

$$C_3 = \frac{P}{n} + Pi \left[1 - \frac{2}{n} \right]$$

$$C_3 = 25.000.000 + 100.000.000 \times 0.09 \left[1 - \frac{2}{4} \right]$$

$$C_3 = \$29.500.000$$

La cuarta cuota es igual a:

$$C_4 = \frac{P}{n} + \left[P - \frac{3P}{n} \right] i$$

$$C_4 = \frac{P}{n} + Pi \left[1 - \frac{3}{n} \right]$$

$$C_4 = 25.000.000 + 100.000.000 \times 0.09 \left[1 - \frac{3}{4} \right]$$

$$C_4 = \$27.250.000$$

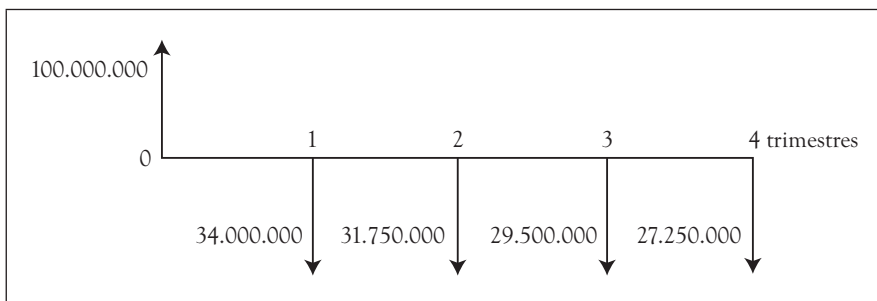
Apoyados en la forma de cálculo de cada una de las cuotas, podemos diseñar una expresión general, así:

$$C = \frac{P}{n} + Pi \left[1 - \frac{(K - 1)}{n} \right]$$

La primera parte de la expresión corresponde al valor de amortización del capital y la segunda parte al valor de los intereses, por lo tanto, el valor de los intereses de cada cuota, para un préstamo con n cuotas de amortización, viene dado por la siguiente expresión.

$$IK = \frac{P}{n} + Pi \left[1 - \frac{(K - 1)}{n} \right]$$

Con los datos de los ejemplos anteriores construimos la tabla de amortización del préstamo. El flujo de caja del préstamo sirve de apoyo para la construcción de la tabla de amortización.



No	Cuota	Interés	Amortización	Saldo
0	0	0	0	100.000.000
1	34.000.000	9.000.000	25.000.000	75.000.000
2	31.750.000	6.750.000	25.000.000	50.000.000
3	29.500.000	4.500.000	25.000.000	25.000.000
4	27.250.000	2.250.000	25.000.000	0

En el apéndice se propone la herramienta de Excel **Buscar objetivo**, que resuelve una ecuación de una variable y que permite resolver cualquier sistema de pago siguiendo un procedimiento financiero razonable. Con el uso de esta función el lector podrá aprender a construir esta tabla de amortización y cualquiera otra en una forma rápida y práctica.

Ejemplo 2.24

Con los datos del ejemplo anterior, calcular el valor de las cuotas, valor de intereses y construir la tabla de amortización, pero asumiendo una tasa del 36% trimestre anticipado.

Este es el caso utilizado con mayor frecuencia por los bancos en Colombia para amortizar los créditos a corto plazo. La amortización del capital se hace con cuotas constantes pagaderas al final del período, pero los intereses son cobrados en forma anticipada.

Dividimos la tasa nominal.

$$i = \frac{J}{n} = \frac{0.36}{4} = 9.0\% \text{ trimestral anticipada}$$

En el momento de hacer el desembolso del préstamo, momento 0, se cobran los intereses, cuyo valor es:

$$I = Pi = 100.000.000 \times 0.09 = \$9.000.000$$

Puesto que en este momento no hay abono al capital, el valor de la cuota es el mismo valor de los intereses.

Al final del primer trimestre, el valor de la cuota será igual al abono constante más los intereses anticipados del saldo del préstamo en ese momento.

$$C_1 = \frac{P}{n} + \left[P - \frac{P}{n} \right] i$$

$$C_1 = \frac{P}{n} + Pi \left[1 - \frac{1}{n} \right]$$

$$C_1 = 25.000.000 + 100.000.000 \times 0.09 \left[1 - \frac{1}{4} \right]$$

$$C_1 = \$31.750.000$$

El valor de la cuota al final del segundo trimestre será igual a:

$$C_2 = \frac{P}{n} + Pi \left[1 - \frac{2}{n} \right]$$

$$C_2 = 25.000.000 + 100.000.000 \times 0.09 \left[1 - \frac{2}{4} \right]$$

$$C_2 = \$29.500.000$$

El valor de la cuota al final del tercer trimestre será igual a:

$$C_3 = \frac{P}{n} + Pi \left[1 - \frac{3}{n} \right]$$

$$C_3 = 25.000.000 + 100.000.000 \times 0.09 \left[1 - \frac{3}{4} \right]$$

$$C_3 = \$27.500.000$$

El valor de la cuarta cuota será igual al abono al capital.

$$C_4 = \$25.000.000$$

Generalizando para cualquier número de cuotas de amortización y con base en el análisis del ejercicio, el valor de cualquier cuota será igual a:

$$CK = \frac{P}{n} + Pi \left[1 - \frac{K}{n} \right]$$

El valor de los intereses de cada cuota, para cualquier préstamo con n cuotas de amortización, es:

$$I = \frac{P}{n} + Pi \left[1 - \frac{K}{n} \right]$$

Con los valores de las cuotas y de los intereses obtenidos en el ejercicio, podemos construir la tabla de amortización.

No	Cuota	Interés	Amortización	Saldo
0	9.000.000	9.000.000	0	100.000.000
1	31.750.000	6.750.000	25.000.000	75.000.000
2	29.500.000	4.500.000	25.000.000	50.000.000
3	27.250.000	2.250.000	25.000.000	25.000.000
4	25.000.000	0	25.000.000	0

Este sistema de amortización no viene programado en las calculadoras financieras, por lo tanto, el cálculo del valor de las cuotas y su composición se debe hacer en forma manual.

En el apéndice se propone la herramienta de Excel **Buscar objetivo**, que resuelve una ecuación de una variable y que permite resolver cualquier sistema de pago siguiendo un procedimiento financiero razonable. Con el uso de esta función el lector podrá aprender a construir esta tabla de amortización y cualquiera otra en una forma rápida y práctica.

Apéndice: **Buscar objetivo de Excel**

Buscar objetivo es una herramienta de Excel que resuelve ecuaciones de una incógnita. Se utiliza para hallar el valor de una variable específica incluida en una fórmula, igualando esta última a un resultado determinado, que generalmente es cero. **Buscar objetivo** permite ajustar una proyección para lograr un objetivo determinado, lo que significa que con esta herramienta se pueden construir tablas de amortización con todos los esquemas de pago posibles, ajustando el saldo final a cualquier valor, que por lo general es cero.

Referencias relativas y absolutas

En Excel, al escribir las fórmulas que posteriormente se van a copiar, es importante definir el tipo de referencia en las direcciones de las celdas. Normalmente el Excel trabaja con direcciones relativas, cuya notación se crea tecleando la letra de la columna seguida del número de la fila. El Excel, al copiar una fórmula, ajusta las referencias relativas a la nueva posición de la fórmula. La mayoría de las veces se necesita, al copiar una fórmula, conservar la referencia de una celda (por ejemplo, una tasa de interés); en este caso se utiliza la referencia absoluta con el fin de que al ajustar las referencias el valor de la celda permanezca constante, para lo cual se escribe el signo pesos antes y después de la letra de la columna.

	A	B	C	D
1	10.000.000	3.00%	Referencia relativa	Referencia absoluta
2			=A1*B1	=A1*\$B\$1
3			=A2*B2	=A2*\$B\$1
4			=A3*B3	=A3*\$B\$1
5			=A4*B4	=A4*\$B\$1

Al copiar la fórmula =A1*B1 (columna C) en las celdas C3, C4 y C5, el Excel ajusta a su nueva posición las referencias de las celdas. Al copiar la fórmula =A1*\$B\$1 (columna D) en las celdas D3, D4 y D5 el Excel conserva la referencia de la celda B1.

A continuación desarrollaremos ejercicios con diferentes formas de pago utilizando la herramienta de Excel **Buscar objetivo**, que le aportarán al lector una importante herramienta de cálculo en la solución de los problemas de las matemáticas financieras.

Ejemplo. Una deuda de \$10.000.000, financiada con una tasa del 3% mensual, se va a pagar con 6 cuotas mensuales iguales. Calcular la primera cuota y construir la tabla de amortización del préstamo.

La primera plantilla de la hoja electrónica podrá ser de la siguiente forma:

	A	B	C	D	E
1	10.000.000	3.00%			
2	No.	Cuota	Interés	Amortización	Saldo
3	0				=A1
4	1	100	=E3*\$B\$1	=B4-C4	=E3-D4
5	2	=B4			
6	3	=B5			
7	4	=B6			
8	5	=B7			
9	6	=B8			

Cuando se construyen tablas de amortización, el secreto para trabajar con la herramienta **Buscar objetivo** está en hacer depender las cuotas futuras, de la segunda en adelante, de la primera cuota. A la celda B4, que corresponde a la primera cuota, se le asigna cualquier valor, 100 en este caso. Esta cuota (B4) de la cual dependen las demás, debe ser un número, no una fórmula, y el resto debe estar encadenado a esta primera celda por medio de fórmulas. La segunda cuota (B5) es igual a la primera (=B4).

Como las cuotas tienen que ser iguales, se copia la fórmula de la siguiente manera: haga clic en la celda B5, que desea insertar en las celdas B6, B7, B8 y B9. Aparece en la esquina inferior derecha de la celda B5 un pequeño cuadro llamado *controlador de relleno*. Al colocar el puntero del ratón en el cuadro toma la forma de una cruz. Arrastre la cruz sobre las celdas que desea rellenar (B6, B7, B8 y B9) y luego suelte el botón del ratón. Debe aparecer 100 en cada celda. El valor de los intereses es igual al saldo inicial (E3) por la tasa de interés (B1). Se observa que en esta fórmula (=E3*\$B\$1) se escribió el signo pesos antes y después de la letra B (referencia absoluta) para que se conserve la

referencia de la celda B1. El valor de la amortización (abono a capital) es igual al valor de la cuota (B4) menos el valor de los intereses (C4), y el saldo es igual al saldo del período anterior (E3) menos el abono a capital (D4). Este procedimiento de cálculo de intereses, abono a capital y saldo es igual para cualquier sistema de amortización de créditos. Para rellenar las otras celdas, haga clic en la celda C4 y recorra hasta la celda E4 y suelte el botón del ratón. Haga nuevamente clic en E4 y arrastre la cruz para rellenar todas las celdas que están en blanco y suelte el botón del ratón.

La tabla de amortización preliminar, después de realizados los cálculos anteriores, debe quedar así:

	A	B	C	D	E
1	10.000.000	3.00%			
2	No.	Cuota	Interés	Amortización	Saldo
3	0				10.000.000.00
4	1	100	300.000.00	-299.900.00	10.299.900.00
5	2	100	308.997.00	-308.897.00	10.908.797.00
6	3	100	318.263.91	-318.163.91	10.926.960.91
7	4	100	327.808.83	327.708.83	11.254.669.74
8	5	100	337.640.09	-337.540.09	11.592.209.83
9	6	100	347.766.29	-347.666.29	11.939.876.12

Para ajustar la proyección del crédito, haga clic en la celda E9, que es la celda que corresponde al saldo final que debe tomar un valor de cero para que se amortice la deuda. En este ejemplo, la variable a calcular es el valor de la cuota B4 con un saldo (E9) de cero. Haga clic en herramientas y clic en Buscar Objetivo. Debe aparecer el siguiente cuadro de diálogo:

Definir la celda: E9

con el valor: 0

para cambiar la celda: B4

En la casilla **Definir celda** se indica la celda que nos interesa que tome cierto valor, en este caso es la celda E9 que corresponde al saldo final. En la casilla **con el valor** se indica el valor que se desea que tome la casilla anterior (E9), en este caso un valor de

cero, y en la casilla **para cambiar celda** se indica la celda que debe tomar un valor, en este caso la celda B4 que es la primera cuota. Se oprime aceptar y el programa le hace iteraciones hasta que aparece el mensaje: *La búsqueda con la celda E9 ha encontrado una solución*. En la tabla de amortización definitiva aparece una cuota mensual de \$1.845.975 y se pueden apreciar todos los valores de intereses, abono a capital y saldos.

Utilizando el mismo procedimiento se puede hacer sensibilidad del préstamo, cambiando en la misma hoja de cálculo una o varias variables al mismo tiempo (incluyendo la primera cuota) y se obtiene el nuevo resultado repitiendo el procedimiento de Buscar objetivo. Por ejemplo, si le damos a la tasa de interés un nuevo valor del 2% y utilizamos la función Buscar objetivo, obtenemos una cuota de \$1.785.258.12.

Si, para este ejemplo, la variable a calcular es el valor del préstamo (A1), conocido el valor de la primera cuota (B4) y la tasa de interés (B1), se coloca en la celda A1 cualquier valor y en el cuadro de diálogo se incluye la celda A1 en el cuadro *para cambiar celda*, para indicar que es este el valor a calcular.

Ejemplo. Una obligación de \$10.000.000 se financia al 3.0% mensual y se desea pagar con 6 cuotas que crecen \$10.000 cada mes (gradiente lineal creciente). Calcular la primera cuota.

La primera plantilla de la hoja electrónica podrá ser de la siguiente forma:

	A	B	C	D	E
1	10.000.000	3.00%	10.000		
2	No.	Cuota	Interés	Amortización	Saldo
3	0				=A1
4	1	100	=E3*\$B\$1	=B4-C4	=E3-D4
5	2	=B4+\$C\$1			
6	3				
7	4				
8	5				
9	6				

A la celda B4, que corresponde a la primera cuota, se le asigna un valor arbitrario, 100 en este caso. Se hace clic en la celda B5 y se ingresa la fórmula = B4 + \$C\$1 (referencia absoluta), para indicar que la segunda cuota es igual a la primera más \$10.000. Para copiar esta fórmula en las celdas B6, B7, B8 y B9, se hace clic en la celda B5 y en la esquina inferior derecha aparece un pequeño cuadro. Al colocar el puntero del ratón en este cuadro, aparece una cruz. Arrastre la cruz hasta rellenar las celdas y suelte el

botón del ratón. Haga clic en la celda C4 y recorra hasta la celda E4 y suelte el botón del ratón. Con el procedimiento de relleno arrastre hasta rellenar todas las celdas restantes que están en blanco. Haga clic en la celda E9, haga clic en herramientas y clic en buscar objetivo. En el cuadro de diálogo que aparece, ingrese E9 en la casilla Definir celda; el número cero en la casilla con el valor y B4 en la casilla para cambiar celda, y oprima aceptar. El valor de la primera cuota es de \$1.821.836.67.

Utilizando el mismo procedimiento se puede hacer sensibilidad del préstamo, cambiando en la misma hoja de cálculo una o varias variables al mismo tiempo (incluyendo la primera cuota) y se obtiene el nuevo resultado repitiendo el procedimiento de Buscar objetivo.

Para el caso de un gradiente lineal decreciente el procedimiento es el mismo, sólo basta con cambiar la fórmula =B4+\$C\$1 por =B4-\$C\$1.

Ejemplo. Una obligación de \$10.000.000 se financia al 3.0% mensual y se desea pagar con 6 cuotas que aumentan cada mes en un 5% (gradiente geométrico creciente). Calcular la primera cuota.

La primera plantilla de la hoja electrónica podrá ser de la siguiente forma:

	A	B	C	D	E
1	10.000.000	3.00%	5.00%		
2	No.	Cuota	Interés	Amortización	Saldo
3	0				=A1
4	1	100	=E3*\$B\$1	=B4-C4	=E3-D4
5	2	=B4*(1+\$C\$1)			
6	3				
7	4				
8	5				
9	6				

A la celda B4 que corresponde a la primera cuota se le asigna un valor arbitrario, 100 en este caso. Se hace clic en la celda B5 y se ingresa la fórmula = B3*(1+\$C\$1), para indicar que la segunda cuota es igual a la primera incrementada en un 5%. La celda donde aparece la tasa de incremento de las cuotas se ingresa con referencia absoluta. Para copiar esta fórmula en las celdas B6, B7, B8 y B9, se hace clic en la celda B5 y en la esquina inferior derecha aparece un pequeño cuadro. Al colocar el puntero del ratón en este cuadro aparece una cruz. Arrastre la cruz hasta rellenar las celdas y suelte el botón del ratón. Haga clic en la celda C4 y recorra hasta la celda E4 y suelte el botón del

ratón. Con el procedimiento de relleno arrastre hasta rellenar toda las celdas restantes que están en blanco. Haga clic en la celda E9, haga clic en herramientas y clic en buscar objetivo. En el cuadro de diálogo que aparece, ingrese E9 en la casilla *Definir celda*; el número cero en la casilla *con el valor* y B4 en la casilla *para cambiar celda*, y oprima aceptar. El valor de la primera cuota es de \$1.635.202.62.

Utilizando el mismo procedimiento se puede hacer sensibilidad del préstamo, cambiando en la misma hoja de cálculo una o varias variables al mismo tiempo (incluyendo la primera cuota) y se obtiene el nuevo resultado repitiendo el procedimiento de Buscar objetivo.

Para el caso de un gradiente geométrico decreciente el procedimiento es el mismo, sólo basta con cambiar la fórmula $=B4*(1+\$C\$1)$ por $=B4*(1-\$C\$1)$.

Ejemplo. Se hacen depósitos de \$100.000 cada mes, durante 6 meses, en una cuenta de ahorros que paga una tasa del 1.0% mensual. Calcular el saldo en la cuenta de ahorros al final del sexto mes.

La primera plantilla de la hoja electrónica podrá ser de la siguiente forma:

	A	B	C	D	E
1		1.00%			
2	No.	Depósito	Interés	Depósito + Interés	Saldo
3	0				
4	1	100.000			=B4
5	2	100.000	=E4*\$B\$1	=B5+C5	=D5+E4
6	3	100.000			
7	4	100.000			
8	5	100.000			
9	6	100.000			

En la celda B4 escribimos 100.000, que corresponde al primer depósito. El saldo al final del primer mes será igual al primer depósito. En la celda B5 escribimos 100.000 que corresponde al segundo depósito. En la celda C5 calculamos el valor de los intereses que genera el primer depósito. En la celda D5 escribimos el valor del segundo depósito más los intereses del primer depósito. El saldo al segundo mes será igual al valor del primer depósito más el valor del segundo depósito más el valor de los intereses del primer depósito. Hacemos clic en la celda C5 y barremos hasta la celda E5 y soltamos el botón del ratón. Hacemos clic en la celda E5 y en la esquina inferior derecha aparece un pequeño cuadro. Al colocar el puntero del ratón en este cuadro, aparece una cruz. Arrastre la cruz hasta rellenar las celdas y suelte el botón del ratón. En la celda E5 aparece el valor del saldo acumulado en la cuenta de ahorros, que es de \$615.201.50.

Este procedimiento nos permite observar cómo operan las cuentas de ahorro y cómo entender mejor el cálculo del valor futuro de una anualidad vencida.

Ejemplo. Un crédito bancario por valor de \$4.000.000 se está pagando con 6 cuotas mensuales de \$833.498.62. Calcular la tasa de interés que le cobraron.

	A	B	C	D	E
1	4.000.000	2.00%			
2	No.	Cuota	Interés	Amortización	Saldo
3	0				=A1
4	1	833.498.62	=E3*\$B\$1	=B4-C4	=E3-D4
5	2	833.498.62			
6	3	833.498.62			
7	4	833.498.62			
8	5	833.498.62			
9	6	833.498.62			

En la celda B1 escribimos un valor cualquiera, 2,00%, que corresponde al valor de la tasa que vamos a calcular. Después de realizados los cálculos en las celdas C4, D4 y E4, hacemos clic en la celda C4 y con el botón oprimido barremos hasta la celda E4 y soltamos el botón del ratón. Nos ubicamos en la celda E4 y con la cruz que se activa en la parte inferior derecha copiamos hasta E9. Hacemos clic en herramientas y en Buscar objetivo y llenamos el cuadro de diálogo de la siguiente forma: *Definir celda E9, con el valor de cero para que se amortice el crédito y para cambiar la celda B1, que es el valor que queremos obtener. Se oprime aceptar y aceptar y obtenemos un valor de B1 = 6.78%.*

Supongamos, ahora, que las cuotas se pagan en forma anticipada. Calcular la tasa de interés.

	A	B	C	D	E
1	4.000.000	2.00%			
2	No.	Cuota	Interés	Amortización	Saldo
3	0	833.498.62			=A1-B3
4	1	833.498.62	=E3*\$B\$1	=B4-C4	=E3-D4
5	2	833.498.62			
6	3	833.498.62			
7	4	833.498.62			
8	5	833.498.62			
9	6				

En la celda B3 escribimos el valor de la primera cuota. El saldo inicial será igual al valor del préstamo menos el valor de la primera cuota. Como la primera cuota se paga en cero, la sexta cuota se paga en 5. Después de realizados los cálculos en las celdas C4, D4 y E4, hacemos clic en la celda C4 y con el botón oprimido barremos hasta la celda E4 y soltamos el botón del ratón. Nos ubicamos en la celda E4 y con la cruz que se activa en la parte inferior derecha copiamos hasta E8. Hacemos clic en herramientas y en Buscar objetivo y llenamos el cuadro de diálogo de la siguiente forma: *Definir celda E8, con el valor de cero para que se amortice el crédito y para cambiar la celda B1, que es el valor que queremos obtener. Se oprime aceptar y aceptar y obtenemos un valor de B1 = 9.91%.*

Ejemplo. El banco ganadero concede un crédito por valor de \$100.000.000 a una tasa de interés del 36% trimestre vencido, con un plazo de un año. La restitución del capital se hará en 4 cuotas trimestrales iguales. Calcular el valor de las cuotas y construir la tabla de amortización.

	A	B	C	D	E
1	100.000.000	9.00%			
2	No.	Cuota	Interés	Amortización	Saldo
3	0				=A1
4	1	=C4+D4	=E3*\$B\$1	=E\$3/4	=E3-D4
5	2				
6	3				
7	4				

En la celda A1 escribimos el valor del préstamo y en la celda B1 escribimos la tasa efectiva trimestral. El sistema de amortización contempla abonos iguales a capital cada trimestre, que resultan de dividir el valor del préstamo entre el número de cuotas (para que se conserve el valor constante de las cuotas utilizamos las referencias absolutas). El saldo al principio de cada período será igual al saldo anterior menos el abono a capital. Los intereses se calculan sobre el saldo anterior. El valor de las cuotas será igual al valor de los intereses más el abono a capital. Una vez desarrolladas las operaciones en las celdas B4, C4, D4 y E4, hacemos clic en B4 y barremos hasta E4 y soltamos el botón del ratón. Hacemos clic en E4 y con el procedimiento de relleno arrastramos hasta rellenar todas las celdas restantes hasta E7. El valor de las cuota es: C1 = \$34.000.000; C2 = \$31.750.000, C3 = \$29.500.000 y C4 = \$27.250.000. Observamos que cada cuota es igual a la anterior menos \$2.250.000, lo que constituye un gradiente lineal decreciente.

Ejemplo. Con los datos del ejemplo anterior, calcular el valor de las cuotas pero asumiendo una tasa del 36% trimestre anticipado.

Es el mismo crédito del ejemplo anterior, pero en este caso se pagan intereses anticipados.

	A	B	C	D	E
1	100.000.000	9.00%			
2	No.	Cuota	Interés	Amortización	Saldo
3	0	=A1*\$B\$1			=A1
4	1	=C4+D4	=E3*\$B\$1	=E\$3/4	=E3-D4
5	2				
6	3				
7	4				

En el momento cero, momento en que se recibe el préstamo, se pagan los intereses anticipados del primer trimestre. Al final del primer trimestre se abonan \$25.000.000 y sobre el saldo pendiente se pagan los intereses anticipados. El valor de las cuotas es: $C1 = \$31.750.000$, $C2 = \$29.500.000$, $C3 = \$27.250.000$ y $C4 = \$25.000.000$.

El lector habrá observado que con la herramienta **Buscar objetivo** de Excel y con un poco de imaginación se pueden desarrollar procedimientos financieros consistentes que nos permiten resolver en una forma ágil no sólo los ejercicios de este libro, sino cualquier problema financiero. Sin embargo, es importante resaltar que el uso de la hoja electrónica, como cualquier técnica, requiere práctica y para que esta metodología sea comprendida completamente se necesita adoptar una posición paciente y humilde frente a todos y cada uno de los ejercicios a resolver. También es pertinente resaltar que el computador es torpe pero rápido, lo que significa que no razona sino que sigue instrucciones previamente programadas; en consecuencia, antes de entrar a operar una hoja electrónica para hacer cálculos financieros es indispensable dominar los conceptos financieros de todos los modelos que aportan las matemáticas financieras.

⊙ Cuestionario

1. Explique el principio del valor del dinero en el tiempo.
2. Defina lo que es el interés.
3. ¿Qué diferencia existe entre el interés simple y el interés compuesto?
4. ¿En qué consiste la capitalización de intereses?
5. ¿Se pueden recibir intereses en una operación financiera y perder dinero al mismo tiempo? Explique.

6. Mencione algunos sistemas de amortización de créditos.
7. ¿Qué es una tasa nominal?
8. ¿Qué es la tasa de usura?
9. ¿Qué es una tasa efectiva?
10. ¿Qué es la tasa de inflación?
11. ¿Qué es la tasa real?
12. Explique la diferencia entre precios corrientes y precios constantes.
13. ¿Qué es amortizar una deuda?
14. ¿Si deseo ganarme en términos reales un 2% mensual y si la tasa de inflación es del 3% mensual, debo prestar mi dinero al 5% mensual? Explique.
15. ¿Qué son tasas equivalentes?
16. ¿Financiarse con proveedores no tiene ningún costo para una empresa?
17. ¿Los intereses pagados por un préstamo son deducibles como gastos del período? Explique.
18. ¿Qué es una anualidad?
19. ¿Una tasa de interés del 3% mensual es equivalente a una tasa del 9% trimestral? Explique.

Capítulo 3

Inversiones y beneficios del proyecto

En este capítulo se le da respuesta a las preguntas: **¿cuál es el monto y tipo de inversiones requeridos para que el proyecto comience a operar?** Para fines de evaluar un proyecto de inversión, los activos requeridos se agrupan en tres grandes grupos: **activos fijos, activos diferidos y capital de trabajo.**

3.1. Activos fijos

Están constituidos por aquellos activos tangibles adquiridos o construidos por el ente económico, o que se encuentren en proceso de construcción, y tienen como objetivo utilizarse en forma permanente para la producción de bienes y servicios, para arrendarlos o usarlos en la administración de la empresa. Estos activos no son adquiridos con el propósito de venderlos en el curso normal de los negocios y generalmente tienen una vida útil mayor de un año. Ejemplo de ellos son los terrenos, edificaciones y construcciones, maquinaria y equipo, vehículos, minas y canteras y semovientes.

El costo de estos activos incluye, además de su precio de adquisición, todos los gastos en que la empresa incurre hasta dejarlos en condiciones de utilización, como impuestos, fletes, seguros, gastos de instalación, etc.

Los activos fijos se suelen subdividir en tres categorías, a saber: no depreciables, depreciables y agotables. Los no depreciables son aquellos activos que tienen una vida útil ilimitada o los que en la fecha de preparación del balance general se encuentran todavía en la etapa de construcción o montaje. Ejemplos de activos no depreciables son los terrenos, construcciones en curso, maquinaria y equipos en montaje, propiedades, planta y

equipos en tránsito. Los activos depreciables son aquellos que pierden valor por el deterioro causado por el uso, la acción de factores naturales, la obsolescencia por avances tecnológicos y los cambios en la demanda de bienes y servicios. Ejemplo de estos activos son equipos, construcciones y edificaciones, equipos de computación y de transporte. Los activos agotables están representados por recursos naturales controlados por la empresa, cuya cantidad y valor disminuyen en razón de la extracción o remoción del producto como, por ejemplo, las minas y canteras, pozos artesianos y yacimientos.

La existencia de activos depreciables nos lleva a analizar el concepto de la depreciación.

3.1.1. Depreciación

Desde la óptica contable, la depreciación es la distribución como gasto del valor del activo en los períodos en los cuales presta sus servicios. Los activos fijos, con excepción de los terrenos, son de uso de la empresa por un número limitado de años y su costo se distribuye como gasto entre los años durante los cuales se usa.

En la evaluación financiera de proyectos el concepto de la depreciación es relevante, ya que por ser un gasto del período, que no representa desembolso de dinero, se constituye en un mecanismo o artificio que permite la recuperación de la inversión en activos fijos. Evidentemente, al registrar el cargo por depreciación anual en el estado de resultados y como la inversión se hizo en el momento de la compra del activo, el efecto es la recuperación de la inversión mediante este cargo. Podemos considerar la depreciación como un mecanismo que permite la recuperación de una inversión fija, mediante un gasto contable que no origina un desembolso de dinero. El mecanismo legal de aplicación de la depreciación es el siguiente: en la estructura del estado de resultados los impuestos se liquidan como un porcentaje sobre la utilidad antes de impuestos (UAI), que es la que resulta de restarle a los ingresos todos los gastos reales y verificables en que incurre la empresa en un período determinado (generalmente un año) y que constituyen una transferencia real de la empresa hacia el beneficiario. Además de estos gastos aparecen otros, como la depreciación, que disminuyen el valor de la UAI, pero que al no representar salida de dinero constituyen en un artificio fiscal y contable para recuperar la inversión.

Valor en libros o valor contable de un activo

El valor en libros (el que aparece en el balance) de un activo depreciable es su costo de adquisición menos la depreciación acumulada. Puesto que cada vez que se hace el cargo por depreciación se recupera una parte del valor del activo, el valor sin depreciar es el valor contable del activo. Los activos fijos son mostrados en el balance por su valor en libros y representan la parte de su costo que se distribuirá como gasto en períodos futuros. La depreciación acumulada representa la parte del costo del activo que ya se ha reconocido como gasto.

Existe alguna confusión acerca de la relación del gasto por depreciación con la generación de efectivo. Muchos usuarios de los estados financieros que no han estudiado contabilidad creen erróneamente que la cuenta Depreciación Acumulada, que aparece en el balance, representa dinero acumulado con el propósito de comprar un nuevo equipo cuando el presente es dado de baja. La cuenta Depreciación Acumulada representa el costo expirado de los activos adquiridos en el pasado y no representa un activo y, por lo tanto, no puede ser usado en ningún momento para pagar un nuevo equipo.

3.1.2. Vida útil de un activo

Es el tiempo durante el cual el activo contribuye a generar ingresos a la empresa. Este es un concepto muy discutido debido a la subjetividad que implica su utilización. Una máquina bien mantenida puede durar más tiempo que la misma máquina sometida a un uso intensivo y sin un buen mantenimiento. ¿Qué pasaría si todas las empresas depreciaran sus activos según sus propios criterios? No habría consistencia en la metodología y sería imposible comparar utilidades.

La contabilidad, que es un sistema universal, ha adoptado los términos de vida útil que aparecen en el cuadro siguiente:

Activo	Vida útil
Edificios y similares	20 años
Maquinaria y equipo	10 años
Muebles y enseres	10 años
Vehículos y similares	5 años
Equipos de cómputo	5 años

3.1.3. Valor de salvamento⁷

Llamado también valor residual o valor de rescate, es aquel valor que la empresa estima tendrá el activo en cualquier momento de su vida útil o una vez terminada ella.

3.1.4. Métodos de depreciación

En general existen dos métodos de reconocido valor técnico que se utilizan para depreciar un activo.

⁷ El valor de salvamento es un concepto relevante en evaluación financiera de proyectos, y pasa a convertirse en un beneficio del proyecto determinante en la decisión de aceptarlo o rechazarlo.

- Método de línea recta
- Métodos de depreciación acelerada.

En este capítulo se analizarán el método de línea recta y uno de los métodos de depreciación acelerada conocido como reducción de saldos, que son los métodos referenciados por la DIAN (División de Impuestos y Aduanas Nacionales), aunque también es aceptado cualquier método de reconocido valor técnico. El lector podrá consultar en cualquier texto de contabilidad los otros métodos de depreciación acelerada.

3.1.5. Método de depreciación en línea recta

El método de depreciación en línea recta supone que los activos se usan más o menos con la misma intensidad año por año, a lo largo de su vida útil, por lo tanto, la depreciación periódica debe ser del mismo monto. Este método distribuye el valor histórico ajustado del activo en partes iguales por cada año de uso.

Para calcular la depreciación anual de un activo basta con dividir su valor histórico entre los años de vida útil.

$$\text{Depreciación anual} = \frac{\text{Valor histórico} - \text{VS}}{\text{Años de vida útil}}$$

Por ejemplo, la empresa Omega Ltda compró un activo por \$15.000.000. Se estima que este activo tendrá una vida útil de 5 años y un valor de salvamento (VS) no significativo. El cálculo de la depreciación anual es el siguiente:

$$\text{Depreciación anual} = \frac{15.000.000 - 0}{5} = \$3.000.000$$

La depreciación anual, la depreciación acumulada y el valor en libros del activo al final de cada uno de los 5 años de vida útil, se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Año	Depreciación anual	Depreciación acumulada	Valor en libros ⁸
1	\$3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 12.000.000
2	\$3.000.000	\$ 6.000.000	\$ 9.000.000
3	\$3.000.000	\$ 9.000.000	\$ 6.000.000
4	\$3.000.000	\$ 12.000.000	\$ 3.000.000
5	\$3.000.000	\$ 15.000.000	0

⁸ El valor en libros de todos los activos de la empresa al final de la vida útil, es uno de los métodos que se utiliza en Evaluación Financiera de proyectos para determinar el valor de rescate del proyecto.

El valor en libras de todos los activos de la empresa al final de la vida útil es uno de los métodos que se utiliza en evaluación financiera de proyectos para determinar el valor de rescate del proyecto.

El valor en libras, cuando la depreciación es en línea recta, se puede obtener directamente aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Valor en libras} = P - \left[\frac{P - VS}{n} \right] * t$$

Donde: P = valor histórico del activo

VS = valor de salvamento o de rescate, si existe

n = vida útil del activo (en años)

t = año para el cual se calcula el valor en libras

Para el caso que estamos analizando, podemos calcular el valor en libras del activo al cuarto año, de la siguiente manera:

$$\text{Valor en libras} = 15.000.000 - \left[\frac{15.000.000 - 0}{5} \right] * 4 = 3.000.000$$

3.1.6. Métodos de depreciación acelerada

Estos métodos consisten en distribuir el valor depreciable de un activo en forma descendente, es decir, una mayor proporción de su valor en los primeros años de vida. Estos métodos se fundamentan en el hecho de que en los primeros años de vida algunos activos son más productivos y requieren menos gastos de mantenimiento y reparación. Con los avances tecnológicos, algunos activos tienden a hacerse obsoletos rápidamente (por ejemplo, los computadores y equipos de comunicación), lo cual justifica también la necesidad de depreciarlos en forma acelerada.

3.1.7. Método de reducción de saldos

Consiste en la aplicación de una tasa sobre el valor no depreciado del activo. El cálculo de la tasa se lleva a cabo aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa de depreciación} = 1 - \sqrt[n]{\frac{\text{Valor residual}}{\text{Valor histórico}}}$$

Donde n es el número de años de vida útil del activo.

Para el caso de Omega Ltda., y suponiendo que el activo tiene un valor residual estimado por la empresa igual a \$2.000.000, la tasa de depreciación anual por este método se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Tasa de depreciación} = 1 - \sqrt[5]{\frac{2.000.000}{15.000.000}} = 33.17\%$$

Esta tasa debe aplicarse para cada año sobre el valor no depreciado del activo. La depreciación para cada uno de los años de vida útil del activo del ejemplo es la siguiente:

Primer año: \$ 15.000.000 X 0.3317 = \$4.975.500

Para el segundo año, el valor no depreciado del activo en cuestión será:

$$\$ 15.000.000 - \$4.975.500 = \$ 10.024.500$$

Segundo año: \$ 10.024.500 X 0.3317 = \$3.325.126.65

Para el tercer año, el valor no depreciado será:

$$\$ 10.024.500 - \$3.325.126.65 = \$6.699.373.35$$

Tercer año: \$6.699.373.35 X 0.3317 = \$ 2.222.182.14

Para el cuarto año, el valor no depreciado será:

$$\$6.699.373.35 - \$ 2.222.182.14 = \$4.477.191.21$$

Cuarto año: \$4.477.191.21 X 0.3317 = \$ 1.485.084.32

Para el quinto año, el valor del activo no depreciado será:

$$\$4.477.191.21 - \$ 1.485.084.32 = \$ 2.992.106.88$$

Quinto año: \$ 2.992.106.88 X 0.3317 = \$992.481.84

En el siguiente cuadro pueden apreciarse la depreciación anual, la depreciación acumulada y el valor en libros del activo.

Año	Depreciación anual	Depreciación acumulada	Valor en libros
1	\$4.975.500.00	\$ 4.975.500.00	\$ 10.024.500.00
2	\$3.325.126.65	\$ 8.300.626.65	\$ 6.699.373.95
3	\$ 2.222.182.14	\$ 10.522.808.79	\$ 4.477.191.81
4	\$ 1.485.084.32	\$ 12.007.893.11	\$ 2.992.107.49
5	\$ 992.481.84	\$ 13.000.000.00	\$ 1.999.625.65

Si el valor residual no es significativo este método no puede utilizarse, porque al aplicar la fórmula la tasa de depreciación sería 1, lo que significaría una depreciación del 100% para el primer año.

3.2. Activos diferidos

Son aquellas inversiones que se realizan sobre la compra de servicios o derechos que son necesarios para la puesta en marcha del proyecto. El valor de la inversión realizada en estos activos se recupera mediante el mecanismo de la amortización⁹. La depreciación y la amortización tienen la misma connotación financiera. La diferencia entre una y otra está en que la depreciación se aplica a los activos fijos mientras que la amortización se aplica a los activos diferidos.

Los principales activos diferidos utilizados en proyectos, son los siguientes:

- *Gastos de organización y constitución jurídica, de la nueva empresa:* representan todos los gastos que implican la implementación de una estructura administrativa, ya sea para el período de instalación como para el período de operación.
- *Gastos de instalación, pruebas y puesta en marcha:* en algunos proyectos se deben prever recursos para atender obras provisionales como campamentos, depósitos, oficinas, cuyo objeto es prestar servicio durante la etapa preliminar mientras se adelantan las obras definitivas.
- *Pago de permisos o derechos adquiridos.*
- *Pago de patentes, franquicias, licencias.*
- *Pago de estudios previos:* estudios de suelos, investigación de mercados, estudios de preinversión, etc.
- *Gastos realizados por anticipado,* tales como pago de prima de seguros, rentas pagadas por anticipado, etc.
- *Estudios técnicos:* se trata de asesorías tributarias, titulaciones, que tengan efectos sobre el proyecto en cuestión. En el caso de que el proyecto no se realice, éstos tendrán el carácter de irrecuperables o costos muertos.
- *Estudios económicos:* se refiere a los estudios de factibilidad de proyectos, investigaciones de mercado, etc.
- *Capacitación:* todos los gastos ocasionados por el entrenamiento, capacitación, adiestramiento y mejoramiento del personal tanto directivo como operativo técnico.
- *Intereses preoperativos:* son los intereses que se cargan a la inversión durante el período de instalación.

⁹ Existe también la amortización financiera, diferente a la amortización contable y fiscal que estamos analizando, que es el proceso mediante el cual se paga una deuda con sus respectivos intereses.

3.3. Capital de trabajo

El término capital de trabajo es uno de los términos peor comprendidos en la terminología financiera y contable. Esta falta de comprensión, o quizás deberíamos decir falta de uniformidad en la aplicación del término, se intensifica probablemente por el hecho de que no aparece en forma de cuenta en el balance general, lo que conlleva a que tenga diferentes significados según los diferentes autores. La contabilidad le da una connotación de corto plazo al definirlo como la diferencia entre los activos corrientes y los pasivos corrientes. Esta definición es muy limitada por ser estática, ya que supone una empresa suspendida en el tiempo, como si en un mismo instante se realizaran todos los activos corrientes y se pagaran todos los pasivos de corto plazo. Esta definición contable no debe confundirse con la **inversión en capital de trabajo** (Sapag, 1993), que es un concepto de largo plazo.

Para una mayor ilustración, analicemos las limitaciones de la definición contable del capital de trabajo: supóngase que una empresa tiene en su balance general una cantidad de activos corrientes igual a sus pasivos corrientes, por lo que la diferencia es cero. ¿La empresa no tiene, entonces, capital de trabajo y no puede operar normalmente? La evidencia empírica demuestra que una empresa en estas condiciones sí puede operar, lo que sucede es que por tener financiados sus activos corrientes totalmente con pasivos corrientes está corriendo un mayor riesgo de quedarse ilíquida que si tuviera una diferencia positiva (García, 1.999). Este riesgo de iliquidez se manifiesta porque si la empresa no recupera a tiempo las cuentas por cobrar y si los inventarios no rotan adecuadamente, no se produciría el efectivo suficiente para cumplir con los compromisos de corto plazo, generándose así una situación difícil para ella.

Por capital de trabajo entenderemos que son los recursos, diferentes a la inversión fija y diferida, que un proyecto requiere para realizar sus operaciones sin contratiempo alguno. Dichos recursos están representados por el efectivo, las cuentas por cobrar y el inventario. Observando el balance general nos encontramos que las cuentas que acabamos de mencionar constituyen los activos corrientes; por lo tanto, podemos afirmar que desde un punto de vista gerencial y para efectos de evaluación financiera de proyectos, el capital de trabajo son los activos corrientes. En la práctica, para que comience a operar el proyecto lo esencial, en cuanto al capital de trabajo se refiere, es el efectivo y los inventarios de materia prima (o producto terminado si la empresa es comercial). La inversión en cuentas por cobrar surge inmediatamente después que la empresa vende a crédito, pero dado que esta última debe estar disponible en el momento en que el proyecto entre en operación, se incluye también como valor de la inversión inicial.

$$\text{Capital de trabajo} = \text{Activos corrientes} \begin{cases} \text{Efectivo} \\ \text{Cartera} \\ \text{Inventarios} \end{cases}$$

3.3.1. Importancia de un adecuado capital de trabajo

Un capital de trabajo adecuado es esencial porque sin él los problemas para el proyecto son inevitables. De las inversiones tradicionales de un proyecto es, quizás, uno de los rubros más difíciles de calcular y, también, uno de los más determinantes en el éxito o fracaso en su operación futura.

A continuación se discuten las razones específicas por las cuales es esencial dotar de un adecuado capital de trabajo al proyecto de inversión.

1. La razón más importante es evitar la **insolvencia técnica o iliquidez**. Para mantener la liquidez de un proyecto y continuar normalmente sus operaciones, es necesario que estén disponibles los fondos adecuados para pagar las mercancías, mano de obra, gastos de administración y de ventas y otros costos de efectuar operaciones.
2. La mayor parte del tiempo, cuando no se realiza una adecuada planeación y financiación del capital de trabajo, los administradores lo gastan en “**apagar incendios**”, refinanciando vencimientos y aumentando plazos, mirando desde afuera la empresa y tocando puertas en busca de financiamiento.
3. Dejar de proporcionar un capital de trabajo suficiente al comienzo de un proyecto puede, y frecuentemente sucede, resultar en un fracaso financiero prematuro. Los requerimientos de capital para infraestructura, equipos, maquinarias, son obvios y se estiman con exactitud, pero se subestiman los requerimientos de fondos corrientes, de tal forma que la necesidad no se vuelve aparente hasta que el proyecto comienza a operar.
4. El pago oportuno a los proveedores asegura el abastecimiento de materias primas y mercancías necesarias para el desarrollo normal de las operaciones del proyecto.
5. Pueden tomarse los descuentos por pronto pago ofrecidos por los proveedores. Estos, generalmente, ofrecen descuentos atractivos por la compra de contado de sus productos, que si la empresa no los toma representan un alto costo financiero en detrimento de las utilidades.
6. Todo inversionista espera recibir, en forma de utilidades, un beneficio sobre el dinero que ha invertido en un proyecto. Cuando el capital de trabajo no es adecuado, las utilidades tienen que conservarse en el negocio. A los inversionistas no les gusta invertir su dinero en proyectos que no ofrezcan unas utilidades periódicas.

7. Los problemas permanentes que se presentan en las empresas por falta de capital de trabajo desmotivan a los trabajadores.

La liquidez de una empresa se logra obteniendo un flujo de caja operativo suficiente, mediante una óptima administración del capital de trabajo (que debe ser adecuado para que la empresa funcione sin contratiempos), que significa una buena administración del efectivo, cartera y de los inventarios. Sin embargo, una empresa que rote muy bien su cartera e inventarios puede llegar a un estado de iliquidez debido a otros factores, tales como:

- Incremento desmedido en ventas que no venga acompañado de un aumento en el aporte de la fuente de financiamiento. El incremento en las ventas requiere de un incremento en el capital de trabajo, que si no es posible financiarlo totalmente con utilidades retenidas es necesario hacerlo con aportaciones de los socios o a través del endeudamiento.
- Ventas insuficientes que generan pérdidas operacionales.
- Inadecuada financiación de las inversiones. Existen empresas que cubren inversiones adicionales con base en el flujo de caja, que muchas veces no es suficiente para financiarlas.
- Reparto de utilidades por encima de las reales posibilidades de la empresa. Este caso es muy frecuente en empresas en las cuales los socios retiran utilidades consultando únicamente el estado de resultados y no con base en el presupuesto de efectivo.
- Ausencia de planeación financiera. Existen empresas que no buscan el momento oportuno para contraer deudas.
- Falta de control presupuestal de los costos y gastos de la empresa.
- Elevados gastos administrativos innecesarios.
- Por el efecto de un proceso inflacionario que incrementa de manera inesperada los requerimientos de capital de trabajo.

3.3.2. Clasificación del capital de trabajo

Hemos definido el capital de trabajo como el valor de los activos corrientes, lo que equivale a decir que lo conforman recursos de corto plazo, tal como lo establece la contabilidad. Aquí es donde aparece la confusión entre la definición contable y la definición financiera y gerencial, porque no es lo mismo la administración del capital de trabajo, que es de corto plazo, que la inversión en capital de trabajo, que en gran parte es de largo plazo. Las empresas, por lo general, jamás podrán recoger toda su cartera o realizar todos sus inventarios hasta llevarlos a cero mientras el proyecto esté en operación. La estacionalidad exige que en algunos períodos los niveles de inventarios y cartera aumenten, y en

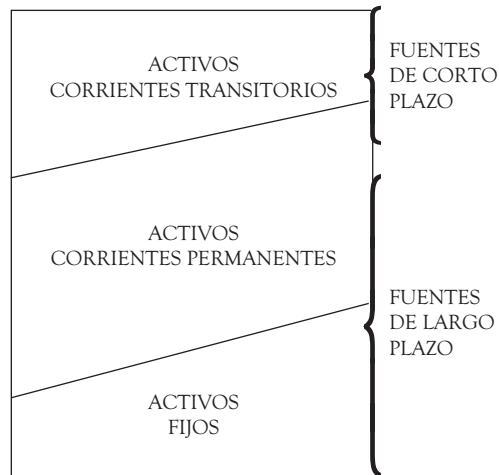
otros se reduzcan hasta bajar a niveles mínimos permanentes. Por estas razones las necesidades de capital de trabajo las podemos dividir en permanentes y temporales.

- **Capital de trabajo permanente.** La marcha de un negocio requiere permanentemente de unos niveles mínimos de efectivo, cartera e inventarios. Estos volúmenes tienen carácter permanente. Un buen ejemplo de esta clase de capital de trabajo lo apreciamos en una tienda de barrio. Cada mercancía del inventario de la tienda está en venta en los estantes, pero en la medida en que se va vendiendo es necesario reponerla, lo que significa que mientras la tienda esté en marcha debe existir en los estantes este inventario mínimo de mercancías. Si hay política de créditos, de manera permanente habrá cuentas por cobrar en el nivel fijado por el propietario de la tienda. En el caso del efectivo, se requiere de un nivel mínimo por razones operacionales (pago de salarios, pago a proveedores, pago de servicios públicos, etc.), por razones de seguridad (hay que esperar que no se recuperará la cartera en el plazo previsto y los inventarios no rotarán como se espera) y por razones especulativas (aprovechar las coyunturas que ofrece el mercado, por ejemplo, acogerse a los descuentos por pronto pago que ofrecen los proveedores).
- **Capital de trabajo temporal o transitorio.** Además del capital de trabajo permanente, la mayoría de las empresas requerirán, a intervalos periódicos de tiempo, una cantidad mayor de activos corrientes para cubrir los excesos de demanda de mercancías. Así, por ejemplo, en la época de navidad se incrementa la demanda de ciertos productos como los juguetes, calzado, ropa, etc., por lo tanto, se requiere que las empresas aumenten el volumen de inventarios de estos productos. Pero, al finalizar la temporada los niveles de inventarios se deben reducir al mínimo requerido. La financiación de este capital de trabajo temporal debe hacerse con pasivos de corto plazo, porque es factible que una vez realizado el inventario estos recursos no se puedan reinvertir a la tasa del crédito, lo que le acarrearía un alto costo financiero a la empresa. Supóngase que para financiar un inventario adicional para la época navideña, la empresa recurre a un crédito de largo plazo a una tasa de interés del 3.0% mensual. Si al venderse el inventario transitorio la empresa no puede invertir estos recursos a una tasa al menos igual al 3.0% mensual, asumiría un alto costo financiero.

La ortodoxia financiera recomienda una concordancia entre la aplicación de los recursos y la procedencia de los mismos (Serrano, 1988), en forma tal que las aplicaciones de largo plazo, como las inversiones, se financien con recursos de capital o de largo plazo, mientras que los recursos de corto plazo se destinen al financiamiento de aplicaciones de corto plazo. Esta afirmación no es del todo correcta ya que el capital de trabajo y las inversiones que el mismo requiere no corresponden a inversiones de corto plazo; por el contrario, buena parte de esas inversiones tienen un carácter permanente

(niveles mínimos de efectivo, cartera e inventarios) y, por lo tanto, habría que proceder a su financiamiento con fuentes de largo plazo. En otras palabras, una parte importante del capital de trabajo se debe financiar con recursos de largo plazo.

A manera de conclusión, en el siguiente gráfico se muestra la forma correcta de financiar los activos de una empresa o proyecto de inversión.



Como se observa en la gráfica, los activos corrientes transitorios o estacionales se deben financiar con pasivos de corto plazo y los activos corrientes permanentes y los activos fijos se deben financiar con capital contable o pasivos de largo plazo. **Financiar activos corrientes transitorios con fuentes de largo plazo puede resultar muy costoso y financiar activos permanentes con fuentes de corto plazo puede resultar muy riesgoso (Baldwin, 1991).**

3.3.3. Métodos para dimensionar el capital de trabajo

En contraste con el cálculo de la inversión fija y la diferida, que se hace con base en diversos estudios de orden técnico, el cálculo del monto del capital de trabajo se convierte en una de las tareas más difíciles que tienen que desarrollar los evaluadores de proyectos. Tal como lo explicamos arriba, la principal razón de mantener un adecuado capital de trabajo es evitar la iliquidez y, en consecuencia, el fracaso financiero prematuro del proyecto. Al entrar el proyecto en la etapa de operación comienza un ciclo entre el momento en que se inician los desembolsos de dinero requeridos para la compra de materia prima, compra de insumos, pago de salarios, pago de servicios públicos, etc., y en el que se reciben los ingresos por la venta del producto. Por lo tanto, el inversionista debe contar con los recursos necesarios para cubrir todos estos egresos durante todo ese tiempo.

Este monto de dinero debe ser cubierto por el capital de trabajo; de ahí la importancia de calcularlo en una forma precisa. Lo mismo que un tendero, cualquier persona que se dedique a funciones de producción, comercialización o de servicio tendrá que disponer de unos recursos (capital de trabajo permanente) que compense el costo de recibir en una fecha futura, por la venta de mercancías o servicios, los egresos por la compra de materias primas, mercancías para la producción o la comercialización de sus productos.

Por lo general se aplican dos métodos para dimensionar el capital de trabajo.

3.3.3.1 Método contable

Consiste en dimensionar, por separado, cada una de las cuentas que constituyen el capital de trabajo: efectivo, cuentas por cobrar y el inventario.

Son diversos los modelos matemáticos determinísticos que existen para calcular en forma individual las cuentas del capital de trabajo. Son conocidos los modelos de *Baumol* para calcular el nivel óptimo de efectivo, así como el modelo de *Miller-Orr* y el de *Beranek*. No obstante la existencia de estos modelos, muchas personas piensan que no existe norma financiera que permita determinar el monto del efectivo mínimo que debe mantener una empresa (*García, 1999*), y aún pudiéndolo mantener, su monto dependerá del capricho del inversionista y de su percepción del riesgo. En el estudio de un proyecto de inversión, como norma práctica, se acostumbra determinar el monto del efectivo mínimo asignándole un porcentaje del 10% al 20% del monto total invertido en inventarios y cuentas por cobrar (*Baca, 1995*). Para el cálculo del nivel óptimo de inventarios es conocido el modelo del *Lote Económico*.

El método contable más utilizado es el de las razones financieras de actividad o rotación representativas de cada rubro, de acuerdo con las políticas administrativas de la empresa que se crearía con el proyecto en estudio. Las razones de actividad nos muestran la eficiencia con la cual una empresa utiliza sus activos, especialmente los operacionales. Para el análisis del capital de trabajo nos apoyamos en las razones de rotación de cartera y rotación de inventarios, relacionadas, a su vez, con las ventas esperadas de la nueva empresa y con el costo de la mercancía vendida.

Ejemplo 3.1

El estudio de mercado de un proyecto de inversión consistente en la construcción y puesta en marcha de una estación de gasolina arrojó una proyección de ventas de combustible de 4.000 galones/día durante el primer año, con un valor en planta de \$2.000/galón. El inversionista estableció una política de crédito de \$1.000.000 diarios con un plazo de recuperación de cartera a 30 días. La planta proveedora de combustible se en-

cuentra localizada a 600 kilómetros de distancia. Se requiere calcular el monto de capital de trabajo inicial.

Solución

Se ha explicado que el capital de trabajo está conformado por los activos corrientes o de corto plazo: efectivo, inventarios y cartera. Esto es así desde el punto de vista de su administración más no de su inversión. Desde el punto de vista de la inversión parte del capital del trabajo como el inventario mínimo permanente, el valor de la cartera y el efectivo mínimo tienen carácter permanente y, por lo tanto, debe ser financiado con recursos propios o con pasivos de largo plazo.

De otra parte, es importante considerar que todas las actividades industriales, comerciales y de servicios tienen sus propios estándares para los diferentes aspectos de su operación (márgenes, rotación, etcétera) que surgen espontáneamente de la propia actividad y que se modifican a medida que cambian las condiciones económicas. Estos estándares o promedios se conocen como estándares de la industria, los cuales deben ser conocidos por cada empresario para no estar en desventaja informativa con sus competidores.

Cálculo del inventario mínimo de combustible

El nivel de inventarios depende, entre otros factores, de la ubicación del proveedor y de la clase de producto. La rotación ideal de inventarios es función del tiempo que le tome a la empresa adquirir un nuevo surtido del producto. La rotación no debe ser tan alta que comprometa la disponibilidad de productos, ni tan baja que implique tener productos sin vender por mucho tiempo. Si un producto se puede reponer en una semana, esa debería ser la rotación expresada en días. El estándar de la industria de una estación de gasolina, con las características de ubicación formuladas en el ejercicio, es de 2.5 (lo que significa que se debe tener inventarios de gasolina para dos días y medio de ventas), o que la empresa tarda 2.5 días en reponer el inventario de gasolina.

Inventario mínimo permanente = $2.5 \times 4.000 \text{ galones/días} \times \$2.000/\text{galón} = \$20.000.000$.

Cálculo de la cartera

El monto de recursos comprometido en cuentas por cobrar o cartera depende de la política de crédito de la empresa. La situación ideal para cualquier empresario es vender sus productos de estricto de contado, pero no se debe desconocer que el crédito es un factor de demanda y, además, que no se debe permanecer ajeno a lo que hace la competencia.

Cuentas por cobrar = Ventas a crédito/días X Longitud del período de cobro

Cuentas por cobrar = \$1.000.000 X 30 días = \$30.000.000

Cálculo del efectivo mínimo

En evaluación de proyectos, cuando se utiliza el método contable para cuantificar el monto del capital de trabajo inicial, se acostumbra asignarle a este rubro entre un 10% y un 20% del monto total invertido en inventarios y cuentas por cobrar.

Inventarios:	\$ 20.000.000
Cartera:	\$ 30.000.000
Total:	\$ 50.000.000
Efectivo (15%):	\$ 7.500.000
Inversión inicial en capital de trabajo:	\$ 57.500.000

Este monto del capital de trabajo forma parte de la inversión inicial de este proyecto de inversión, además de la inversión en activos fijos y activos diferidos.

3.3.3.2. Método del ciclo operativo

Este es el método de mayor aplicación para dimensionar el capital de trabajo inicial que se requiere para que el proyecto comience operaciones sin contratiempos. Consiste en determinar el monto de los recursos que la empresa debe tener disponible para financiar un ciclo de caja completo, que se inicia desde el momento en que se hace el primer desembolso para comprar la materia prima, insumos o mercancías y termina cuando se recupera la cartera. En el caso, por ejemplo, de una recicladora de plásticos, el ciclo operativo es el tiempo comprendido desde el momento en que se compra la materia prima, que en este caso son los residuos plásticos, se realiza el proceso de molienda, se empaca el material triturado, se vende y se recibe el importe por su venta. Un empresario agroindustrial que compra naranja para producir jugo, debe contar con recursos que le permitan atender las erogaciones mientras recibe los dineros generados por la venta del producto terminado.

La magnitud del capital de trabajo depende de los recursos necesarios para atender las erogaciones rutinarias de corto plazo (arriendo, salarios, pago de servicios, etc.), de la duración del proceso técnico de transformación de insumos, del valor de los inventarios y de la política de crédito de la empresa. Una importante decisión del inversionista en la definición del ciclo operativo tiene que ver con la política de crédito de la empresa. Si se conceden créditos, en la medida en que aumente el tiempo entre el momento en que se vende el producto y el momento de recaudo de la cartera, aumenta la inversión en capital de trabajo y, por lo tanto, aumenta el número de días del ciclo operativo.

Un sobredimensionamiento del capital de trabajo significa para la empresa asumir un lucro cesante que necesariamente incidirá en su rentabilidad, pero niveles deficitarios del mismo generarán disminución en el ritmo de producción y costos de oportunidad en el proceso de mercadeo y ventas.

Con lo descrito anteriormente, podemos concluir que con este método el monto del capital de trabajo depende de varios factores: tiempo de duración del ciclo operativo, valor de inventarios y la política de crédito que determine la empresa.

El cálculo de la inversión en capital de trabajo (ICT) se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{ICT} = \text{CO} (\text{COPD})$$

Donde:

ICT = Inversión en capital de trabajo.

CO = Ciclo operativo.

COPD = Costo operativo promedio diario.

Para utilizar la fórmula, se define el ciclo operativo en días y se determina el costo de operación diario, que puede resultar de dividir el costo operativo mensual entre 30 días, o el costo operativo anual dividido entre 365 días. Para obtener la inversión en capital de trabajo basta con multiplicar el número de días del ciclo operativo por el costo operativo promedio diario. El resultado así obtenido representa la inversión en capital de trabajo como un factor global, pero es posible mejorar el cálculo definiendo el valor de la inversión para cada cuenta, vale decir, se calcula con la misma fórmula la inversión en efectivo, cartera e inventarios.

Muchos empresarios tienen acceso al crédito de los proveedores al inicio de su negocio. Este crédito de capital de trabajo aparentemente no tiene ningún costo financiero, pero puede implicar la pérdida de descuentos por pronto pago o por volumen, por lo cual es necesario hacer un análisis detallado para evaluar la mejor opción, teniendo en cuenta el costo de oportunidad del inversionista. En algunos negocios es posible financiar parte del capital de trabajo mediante el recibo por anticipado del importe de ventas, que le permite a la empresa recibir dinero antes de producir. Esta situación permite mejorar el ciclo operativo y, por consiguiente, disminuir la inversión en capital de trabajo. En estos casos se le debe restar al monto de capital de trabajo calculado inicialmente el valor de los pedidos pagados por anticipado y el monto del financiamiento con el proveedor.

Ejemplo 3.2

Se desea determinar el monto de capital de trabajo para una empresa recicladora de plásticos, con las siguientes características:

Gastos operativos mensuales:

• Salarios	\$ 2.500.000
• Compra de residuos	\$ 10.000.000
• Servicios públicos	\$ 1.500.000
• Gastos de mantenimiento	\$ 500.000
• Fletes	\$ 1.000.000
Costo operativo mensual	\$ 15.500.000
Costo operativo diario	\$ 516.667

El ciclo operativo se ha calculado en 60 días, necesarios para cubrir los gastos de compra de residuos plásticos, trituración de residuos, empaque del material molido, envío del material molido al comprador y recibo del importe de la venta.

Calculamos el monto del capital de trabajo, aplicando la fórmula:

$$ICT = 60 \text{ Días} \times \$516.667/\text{día}$$

$$ICT = \$31.000.020$$

El cálculo realizado no tiene en cuenta los recursos que la empresa podría percibir durante el ciclo operativo, lo que pasa a constituirse en la principal limitación del método. Sin embargo, podríamos mejorarlo si al resultado obtenido le restamos el valor de los ingresos que por concepto de préstamos a corto plazo y por pagos anticipados se podrían obtener.

El monto requerido para capital de trabajo, cualquiera sea el método empleado para su cuantificación, se puede reducir cuando se acude al financiamiento con los proveedores, que aunque no es relevante en proyectos por su aporte, sí constituye, por lo general, una importante fuente de financiamiento para los proyectos y para las empresas en marcha. En este caso se debe descontar del valor calculado inicialmente el importe del proveedor.

3.4. Beneficios del proyecto

Los beneficios del proyecto son todos los ingresos en efectivo, ahorros o deducciones de costos que recibe el proyecto durante todo el tiempo de operación. Estos ingresos hacen referencia no sólo a la venta del producto o servicio, sino que existen otros beneficios que también deben considerarse de tal forma que al hacer la evaluación financiera del proyecto se obtenga una rentabilidad más real. No obstante lo anterior, podemos considerar que el beneficio más relevante para determinar la conveniencia de emprender un proyecto de inversión es el ingreso directo por venta del producto y/o servicio.

En términos generales, existen dos clases de beneficios que deben ser considerados en la evaluación financiera de proyectos e incorporados en el flujo de caja del proyecto: beneficios que constituyen ingresos reales de efectivo, entre los cuales se encuentran los ingresos por venta del producto o servicio, ingresos por venta de activos y los ingresos por venta de residuos, y aquellos que no constituyen movimiento de caja como la depreciación, el valor de rescate del proyecto y la recuperación del capital de trabajo.

3.4.1. Ingresos por venta del bien o servicio

La proyección de ingresos por la venta de un bien o servicio se constituye en una de las mayores dificultades en el estudio de proyectos. Sin embargo su realización es inevitable por cuanto la esencia de la evaluación financiera de proyectos consiste en comparar la inversión inicial con los beneficios netos esperados en el futuro.

La estimación del comportamiento futuro de las variables que afectan un proyecto de inversión (oferta, demanda, ventas, precios, etcétera) puede realizarse utilizando diversas técnicas de pronóstico, dependiendo de que se disponga o no de información histórica. Cuando se cuenta con información estadística resulta fácil pronosticar cuál es el monto y el comportamiento futuro de variables como las ventas y los precios. Cuando no existen estadísticas, lo cual es frecuente para muchos productos, la investigación de campo queda como único recurso para hacer los pronósticos.

Debido a los continuos cambios del entorno y especialmente en variables de tipo económico, social, político, tecnológico y ecológico, surgen los riesgos de tipo sistemático o del entorno que están por fuera del control del inversionista, por lo tanto, los resultados proyectados deben ser analizados con cierta reserva y tanto las cantidades demandadas y ofrecidas como los precios esperados para los años siguientes, deben tomarse como aproximaciones o simples datos de referencias.

Existen diferentes modelos para realizar pronósticos, a saber:

- 1. Modelos de carácter cualitativo**
- 2. Modelos de carácter cuantitativo**
 - 2.1. Modelos causales
 - 2.2. Modelos de series de tiempo

Los modelos de carácter cualitativo se basan principalmente en opiniones de expertos y se aplican cuando el tiempo para elaborar el pronóstico es escaso y cuando no se dispone de antecedentes históricos o cuando los datos disponibles no son confiables para predecir algún comportamiento futuro.

Entre los métodos de carácter cualitativo, el más utilizado es el método **Delphi** que consiste en consultar a un grupo de expertos, en forma de panel, en el mercado del producto que se está proyectando acerca del comportamiento del mercado en el futuro y de los factores que incidirán en dicho comportamiento. Se fundamenta en que un grupo de expertos es capaz de lograr un razonamiento mejor que el de una sola persona, aunque sea experta en el tema.

Los modelos causales intentan hacer los pronósticos sobre la base de antecedentes históricos, suponiendo que las condiciones del pasado permanecerán constantes, es decir, suponiendo que la historia se repite y esto no siempre ocurre. Los de mayor uso son:

1. Modelo de regresión

2. Modelo econométrico

Existen dos modelos de regresión: el modelo de regresión simple o de dos variables y el modelo de regresión múltiple.

En el modelo de regresión simple la variable dependiente se predice sobre la base de una variable independiente. Por ejemplo: tiempo (variable independiente) y ventas (variable dependiente).

Para aplicar el modelo de regresión simple se diseña un gráfico de dispersión que indica la relación entre ambas variables: la variable independiente (X) en el eje horizontal y la variable dependiente (Y) en el eje vertical. El paso siguiente consiste en diseñar la ecuación lineal que mejor se ajuste a la relación entre ambas variables, para lo cual se utiliza el método de los mínimos cuadrados, que selecciona una línea recta de tendencia del tipo $Y = a + bx$, en la cual Y es la variable dependiente, X la independiente, a es el punto de intersección de la función en el eje vertical y b es la pendiente de la función. Este método conocido también como regresión lineal busca determinar la recta que represente la tendencia de lo observado en el pasado para utilizarla como base de la proyección de la tendencia futura.

Para aplicar el método se recoge toda la información histórica que permita establecer la relación entre las dos variables X e Y para luego diseñar la ecuación de ajuste. Se calculan los valores de a y de b , aplicando las siguientes ecuaciones:

$$b = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad a = \frac{\sum Y}{n} - b \left(\frac{\sum X}{n} \right)$$

Conocidos los valores de a y b se procede a diseñar la ecuación de ajuste, con la cual se hacen las proyecciones.

Ejemplo 3.3

Una fábrica de yogurt está posicionada en el mercado local y se requiere hacer una proyección de las ventas para los próximos 8 años con el fin de decidir sobre la conveniencia de construir una sucursal en otro sector de la ciudad. La siguiente tabla muestra las ventas de la fábrica de los últimos 11 años, expresada en miles de unidades:

Año	Periodo	Ventas	Año	Periodo	Ventas	Año	Periodo	Ventas
1987	1	10	1991	5	70	1995	9	180
1988	2	20	1992	6	90	1996	10	220
1989	3	30	1993	7	125	1997	11	270
1990	4	45	1994	8	150			

Aplicando el método de los mínimos cuadrados:

Año	X	Y	XY	X ²	y ²
		Ventas			
1987	1	10	10	1	100
1988	2	20	40	4	400
1989	3	30	90	9	900
1990	4	45	180	16	2.025
1991	5	70	350	25	4.900
1992	6	90	540	36	8.100
1993	7	125	875	49	15.625
1994	8	150	1.200	64	22.500
1995	9	180	1.620	81	32.400
1996	10	220	2.200	100	48.400
1997	11	270	2.970	121	72.900
	66	1.210	10.075	506	208.250

$$b = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{11(10.075) - (66)(1.210)}{11(506) - (66)^2} = 25.59$$

$$a = \frac{\sum Y}{n} - b \left(\frac{\sum X}{n} \right) = \frac{1.210}{11} - 25.59 \left(\frac{66}{11} \right) = -43.55$$

Conocidos los valores de *a* y *b* la ecuación de ajuste queda de la siguiente forma:

$$Y = 25.59X - 43.55$$

Con la aplicación de la ecuación de ajuste podemos hacer las proyecciones de ventas.

VENTAS PROYECTADAS		
Año	Periodo (X)	Ventas (Y)
1998	12	264
1999	13	289
2000	14	315
2001	15	340
2002	16	366
2003	17	391
2004	18	417
2005	19	443

Una forma más simple y sencilla para calcular los valores de a y de b para diseñar la ecuación de ajuste consiste en recurrir a la hoja de cálculo Excel.

Existen tres métodos que se diferencian por el mayor o menor grado de complejidad en su aplicación y del nivel de detalle de los resultados proporcionados: Análisis de datos, Función Tendencias y Ajuste de líneas de tendencia a un gráfico de dispersión. En este texto utilizaremos el último de los métodos enunciados.

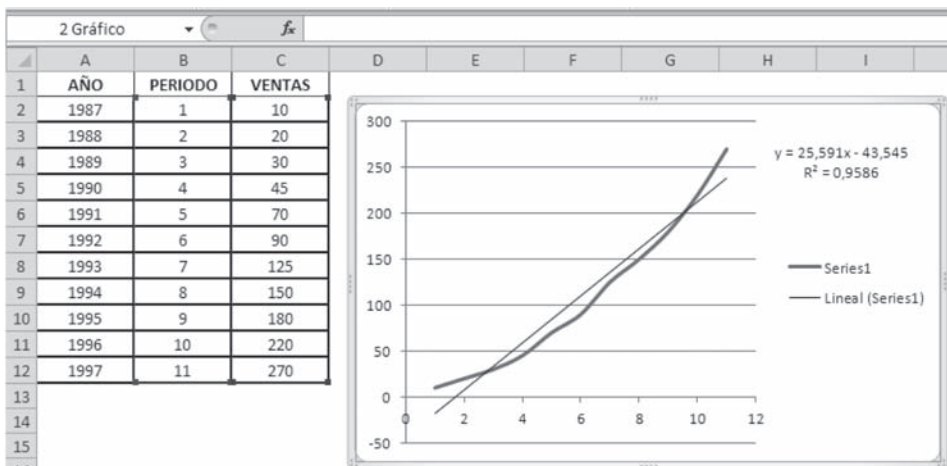
MODELO DE AJUSTE DE LÍNEAS DE TENDENCIA A UN GRÁFICO DE DISPERSIÓN

Se construye en la hoja de cálculo Excel la estructura de la tabla 1:

	A	B	C
1	Año	Periodo	Cantidad
2	1987	1	10
3	1988	2	20
4	1989	3	30
5	1990	4	45
6	1991	5	70
7	1992	6	90
8	1993	7	125
9	1994	8	150
10	1995	9	180
11	1996	10	220
12	1997	11	270

Tabla 1

1. Marcamos el rango B2:C12
2. Hacemos clic en **Insertar**
3. Hacemos clic en **Dispersión**
4. Hacemos doble clic en el tipo de gráfico 3 y Excel dibuja el gráfico de dispersión
5. Hacemos clic en cualquier punto del gráfico y con el botón derecho hacemos nuevamente clic en **agregar línea de tendencia**
6. En opciones de líneas de tendencia hacemos clic en **Lineal**, clic en **presentar ecuación en el gráfico** y en **presentar el valor de R2 en el gráfico** y oprimimos aceptar
7. Excel diseña la ecuación lineal de ajuste, que para este caso es: $Y = 25.59X - 43.55$, siendo $Y =$ ventas y $X =$ el número de períodos. Excel también calcula R^2 que corresponde al coeficiente de variación. Para conocer que tan bien están correlacionadas las variables calculamos el coeficiente de correlación (R), conocido R^2 y obtenemos un valor de 0.9791. El coeficiente de correlación varía entre -1 y 1 , pasando por cero. Cuando el valor es 1 indica que las dos variables están directamente relacionadas y si el valor es -1 las variables están inversamente relacionadas. Para que una proyección tenga validez el coeficiente de correlación (R) debe ser mayor a 0.95. Como R para este ejercicio es de 0.9791 se pueden hacer las proyecciones. En caso de encontrar un valor de R menor a 0.95 es necesario buscar otras curvas de tendencias.



Los beneficios relevantes en la evaluación financiera de proyectos son los ingresos por ventas del bien o servicio. Si conocemos el precio unitario esperado del bien o servicio para cada uno de los años de proyección, podemos calcular los ingresos por ventas multiplicando las ventas proyectadas por los precios esperados.

En forma práctica, para proyectar precios se tiene en cuenta el efecto de la inflación estimada para los años del horizonte de evaluación del proyecto. Si el precio de venta unitario del bien o servicio para el período 12, que corresponde al año 1998, es de \$600 y la inflación estimada para los próximos 8 años es del 3.5%, los precios esperados serán:

Año	Precio	Año	Precio
1998	\$600	2002	\$689
1999	\$621	2003	\$ 713
2000	\$643	2004	\$ 738
2001	\$665	2005	\$ 763

***Los precios se redondean para evitar trabajar con decimales**

Con las ventas y precios proyectados podemos calcular los ingresos por ventas esperados para los próximos 8 años.

Año	Ventas	Precios	Ingresos	Año	Ventas	Precios	Ingresos
1998	264	\$600	\$ 158.400	2002	366	\$689	\$ 252.174
1999	289	\$621	\$ 179.469	2003	391	\$ 713	\$ 278.783
2000	315	\$643	\$ 202.545	2004	417	\$ 738	\$307.746
2001	340	\$665	\$ 226.100	2005	443	\$ 763	\$338.009

A continuación presentamos una lista de los beneficios adicionales que genera un proyecto, además de los ingresos por venta del producto o servicio, que si se excluyeran de cualquier evaluación financiera podrían conducir al inversionista a tomar una decisión equivocada.

3.4.2. Ahorro o beneficio tributario

El beneficio tributario hace referencia al efecto que ejerce el cargo por depreciación sobre las utilidades sobre las cuales se calculan los impuestos. En proyectos, el concepto de la depreciación tiene una connotación diferente a la contable. Si bien es cierto que el cargo por depreciación es un gasto contable deducible de impuestos, debemos mirarla como un mecanismo mediante el cual se recupera una inversión en activos fijos. Si se registra la depreciación como un gasto en el estado de resultados y no se hace ningún desembolso de dinero, podemos suponer que se está recuperando la inversión realizada en el activo fijo. Un proyecto de inversión es como un préstamo de dinero al interés. Por lo tanto, cuando un inversionista realiza una inversión le está prestando dinero a una cosa que se llama proyecto, y lo primero que desea es recuperarlo con intereses. Por esta razón (Contreras, 1996), aparecieron las depreciaciones y amortizaciones de diferidos como un artificio que permite lograr dicha recuperación a través de varios años.

Otro beneficio tributario obtenido por el inversionista, y no por el proyecto, es el menor impuesto que se paga por la deducibilidad de los intereses pagados por un crédito, como gasto financiero. Este es uno de los principales beneficios de tomar deuda para comprar activos para el proyecto o como forma de financiar el capital de trabajo. Podemos decir que el proyecto tiene un socio natural (*el Gobierno*) cuando el inversionista accede a un crédito bancario. Esta condición de incluir como gasto del período el valor de los intereses existe en la mayoría de las legislaciones tributarias del mundo y mientras el proyecto arroje utilidades contables, el costo del crédito se reduce sustancialmente. En Colombia la tasa de tributación es del 33%, lo que indica que por cada peso que una empresa pague en intereses, ahorra 33 centavos en impuestos. Tal como se explicó en el capítulo de matemáticas financieras, el costo de la deuda se reduce por efectos de la deducibilidad de los intereses como gastos del período. En el siguiente capítulo, el lector apreciará que la evaluación financiera se realiza tanto para el proyecto como unidad económica generadora de beneficios, como para el inversionista que es la persona natural o jurídica que compromete recursos en la financiación de un proyecto de inversión. Dependiendo de la forma como esté financiada la inversión inicial, existirán diferentes flujos de caja para el proyecto y para el inversionista.

3.4.3. Ingresos por venta de activos

Durante la operación del proyecto es normal la reposición de activos que ya cumplieron su vida útil y los cuales hay que reemplazar por unos de las mismas características. En concordancia con el criterio de que el proyecto refleje de la mejor forma posible lo que se supone sucederá con la empresa que se creará, se debe registrar como ingreso el efectivo que se recibirá por la venta de activos depreciados. Al cumplirse la vida útil de cualquier activo, y así contablemente no tenga ningún valor, se supone que éste se podrá vender, así sea como chatarra. No es un proceso fácil determinar este último valor, debido a que en la práctica es casi imposible saber cuánto costará un activo que ni siquiera se ha comprado. Algunas personas opinan que este valor se puede calcular teniendo en cuenta lo que cuesta un activo con características similares. También es práctico suponer que por la venta de un activo se genere un efecto tributario al comparar el valor de venta con su valor en libros; esta situación se analiza en el capítulo 6 en el ítem sobre efectos tributarios por venta de activos.

3.4.4. Ingresos por venta de residuos

En la fabricación de algunos productos quedan residuos como, por ejemplo, el suero en el proceso de fabricación del queso, que se pueden vender y aunque no representan un beneficio relevante, si es importante registrar el importe de su venta si se desea hacer una evaluación financiera más real.

3.4.5. Recuperación del capital de trabajo

El capital de trabajo cubre el desfase que se produce entre los egresos y los ingresos durante el ciclo operativo y, contrario a lo escrito en la literatura contable, el de tipo permanente se constituye en una parte de las inversiones a largo plazo. El capital de trabajo es un patrimonio del inversionista que debe permanecer en el proyecto mientras esté en operación, pero que se puede recuperar al terminar la vida útil del proyecto. Así la legislación tributaria no contemple su recuperación de la misma forma como se hace con las inversiones en activos fijos y diferidos por medio de los mecanismos de la depreciación para los primeros, y la amortización para los segundos, el capital de trabajo se recupera al final de la vida útil del proyecto liquidando los activos que lo componen, aunque es práctico reconocer que no se recuperará en su totalidad, debido a la existencia de cuentas de dudoso recaudo y a las pérdidas que se presentan en la liquidación de los inventarios. Evidentemente, es imposible cuantificar el monto de dinero que se recibirá por recuperación de cartera y con la realización del inventario, si tenemos en cuenta que es una empresa en liquidación.

De los beneficios adicionales a los recibidos por la venta del producto, nos falta por analizar el valor de rescate. Debido a su importancia en la Evaluación Financiera de proyectos, lo trataremos a continuación, en una forma especial y con mayor detalle.

3.5. Valor de rescate del proyecto

Es el valor que podría tener un proyecto después de varios años de operación (Sapag, 2.000). Aunque algunos expertos opinan que resulta irrelevante en la evaluación financiera de proyectos considerar el valor de rescate, porque si un proyecto es rentable sin tener en cuenta su valor, mucho más lo sería si se considerara, no hacerlo al final del período de evaluación del proyecto supondría que todos los activos, incluyendo el capital de trabajo, no tienen ningún valor y se podrían dejar abandonados. El valor de rescate puede ser determinante en la decisión que pueda tomar un inversionista sobre emprender o no una inversión. Supóngase que se compra una bodega¹⁰ por \$10.000.000, para arrendarla. Al calcular el valor presente de los arriendos mensuales, a la tasa de oportunidad del inversionista, se obtiene un valor de \$9.500.000. Si comparamos el valor de la inversión con los beneficios, el VPN es negativo. Bajo estas condiciones no sería recomendable comprar la bodega. En este análisis estamos ignorando el valor de rescate, medido en pesos del presente, que tendría la bodega al final de la fecha de evaluación, que si resulta de \$1.000.000, el VPN sería de \$500.000 y el proyecto sería viable desde el punto de vista financiero.

¹⁰ Un ejemplo similar fue desarrollado por Nassir y Reinaldo Sapag Chain en su libro *Fundamentos de preparación y evaluación de proyectos*.

El método para calcular el valor de rescate depende de lo que se espera suceda al final del horizonte¹¹ de evaluación. No debe aplicar el mismo procedimiento de cálculo del valor de rescate de un proyecto que se liquida al final del período de evaluación, que el que aplicaría a un proyecto que continuará generando beneficios durante muchos años más (Vélez, 1998). El horizonte de evaluación del proyecto es el tiempo estimado para hacer la Evaluación Financiera del Proyecto.

Existen tres métodos para determinar el valor de rescate de un proyecto de inversión, cada uno con resultados diferentes. Dos de ellos valorando los activos y un tercero valorando el proyecto por su capacidad de generar beneficios futuros. La utilización de uno u otro método, tal como lo expresamos en el párrafo anterior, depende de lo que se espera suceda al final del periodo de evaluación y del criterio del evaluador.

3.5.1. Método del valor contable

Este método supone que el valor de rescate es igual a la suma de los valores en libros de los activos al final del horizonte de evaluación del proyecto, más el valor del capital de trabajo, castigado éste último en un porcentaje por cuentas malas y realización de inventarios. Se asume que la empresa está en la etapa de liquidación y el valor por el cual se podrían vender sus activos es el valor en libros que corresponde al valor no depreciado.

La siguiente tabla nos muestra una forma práctica de calcular en forma global el valor de rescate de un proyecto utilizando el método contable, con depreciación en línea recta.

DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN DE ACTIVOS								
En miles de pesos								
Concepto	Costo	Vida útil (Años)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Valor de rescate
Maquinarias y Equipos	\$50.000	10	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	\$ 25.000
Muebles y enseres	\$ 10.000	10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	5.000
Equipos de cómputo	\$ 10.000	5	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	0
Terrenos ¹²	\$ 25.000							\$ 25.000

¹¹ El horizonte de evaluación del proyecto es el tiempo estimado para hacer la evaluación financiera del proyecto.

¹² El terreno es un activo fijo que no se deprecia. De hecho, puede adquirir un valor inusitado por razón de su ubicación.

Continuación

DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN DE ACTIVOS								
En miles de pesos								
Concepto	Costo	Vida útil (Años)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Valor de rescate
Ingeniería del proyecto	\$ 5.000	5	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0
Gastos puesta en marcha	\$ 2.000	5	400	400	400	400	400	0
Capital de trabajo								6.000
TOTAL								\$ 106.000

En la tabla aparecen los cargos anuales por depreciación de activos fijos y amortización de activos intangibles, que resultan de dividir el valor histórico del activo entre su vida útil. El valor de rescate de cada activo es igual al valor histórico menos la depreciación acumulada, que a su vez es la suma de las depreciaciones anuales hasta el momento de la venta del activo. Se observa que el valor de rescate del proyecto está influido por el valor de recuperación del capital de trabajo. Esto es claro, ya que al considerarse que el valor de rescate de un proyecto es la suma de los valores contables de todos los activos, en éstos entran también los activos corrientes, que constituyen el capital de trabajo. Esta consideración es importante dado que, contrario a lo que algunas personas piensan, pese a que el capital de trabajo no se recupera vía fiscal, si se recupera en el momento de liquidación del proyecto. Recordemos que hay dos clases de capital de trabajo: el transitorio y el permanente. El primero se recupera en el corto plazo, y el segundo permanece en el proyecto durante todo el período de operación. Mientras la empresa esté funcionando debe tener unos niveles mínimos de efectivo, cartera e inventarios, todos ellos de carácter permanente, que son patrimonio del inversionista pero que no están disponibles para cubrir obligaciones financieras durante el período de operación del proyecto, sino al momento de liquidarse.

Efecto de la depreciación acelerada

Cuando se utiliza el método contable, el valor de rescate cambia dependiendo del sistema de depreciación que se aplique. Aquí hemos utilizado el método de depreciación lineal, que supone un cargo anual igual porque se asume que el activo sufre un desgaste constante con el paso del tiempo, lo que no siempre se ajusta a la realidad toda vez que hay activos que en la medida en que se desgastan, su nivel de desgaste se incrementa.

Al utilizar cualquier método de depreciación acelerada los cargos por depreciación son mayores al comienzo de la vida útil del activo, por lo que los impuestos serán menores en los primeros años de ese periodo, dado que la depreciación disminuye la base gravable y por consiguiente los impuestos. Al aplazarse los impuestos su valor presente disminuye y el valor de rescate (valor en libros o valor no depreciado) será menor.

El valor de rescate constituye un beneficio importante en la construcción del flujo de caja del proyecto y, por consiguiente, en la medida de la rentabilidad del proyecto. A nivel de perfil y pre factibilidad se utiliza generalmente el sistema conservador de la depreciación en línea recta. Pero, cualquiera que sea el sistema de depreciación utilizado, el monto a depreciar es el mismo por lo que el ahorro tributario, expresado en términos absolutos, es igual y lo único que cambia es el valor actual del ahorro tributario siendo mayor con depreciación acelerada que con depreciación en línea recta. Difícilmente es aceptable que un proyecto que no sea rentable cuando se deprecian los activos en línea recta pase a la calidad de rentable al depreciarlos en forma acelerada.

3.5.2. Método del valor comercial

Este método se fundamenta en que, contrario a lo que establece la literatura contable, algunos activos en lugar de perder valor por el uso y la obsolescencia se valorizan con el transcurso del tiempo, como también en que el valor contable de un activo (el que aparece registrado en el Balance General) no refleja su verdadero valor de mercado o comercial. En consecuencia, se establece que el valor de rescate de un proyecto es igual a la suma de los valores comerciales o de mercado de los activos, corregidos por su efecto tributario que hace referencia al pago de impuestos por la ganancia o pérdida cuando el valor de mercado es mayor o menor al valor en libros del activo.

Si el activo al momento de la venta tiene un valor de mercado mayor al costo contable o valor en libros, se genera una ganancia ocasional afectada por el pago de impuestos a la tasa de tributación vigente, por lo tanto, el ingreso neto por la venta del activo será igual al valor de mercado menos el valor de los impuestos.

Por ejemplo, si un equipo que tiene una vida útil de 10 años se compra por \$25.000.000 y se vende al final del año 6 por \$20.000.000 y su valor en libros es igual a \$10.000.000 la utilidad contable es de \$10.000.000, valor afectado por el pago de impuesto. Con una tasa de tributación del 35%, el valor de los impuestos es de \$3.500.000. Como el valor en libros no representa una salida de caja, el ingreso neto por la venta del equipo es de \$16.950.000, que resulta de restarle al valor de venta el valor de los impuestos.

Ítem	Valor
Venta equipo	\$ 20.000.000
Valor en libros	\$ 10.000.000
Utilidad	\$ 10.000.000
Impuestos (35%)	\$ 3.500.000
Utilidad neta	\$ 6.500.000
Valor en libros	\$ 10.000.000
Ingreso neto	\$ 16.500.000

Aunque el valor comercial del equipo sea de \$20.000.000, el valor que tendrá para la empresa será solo de \$16.500.000 porque si se vende, parte de los \$20.000.000 deberá destinarse a pagar los impuestos sobre la utilidad contable generada por la venta del equipo.

En el caso que se venda el activo por un valor inferior a su valor en libros se genera una pérdida la cual es absorbida por las utilidades de la empresa como un todo. El ingreso neto por la venta del equipo es igual al valor de mercado más el ahorro tributario que la pérdida le ocasiona a la empresa.

Las dos situaciones anteriores son tratados en detalle en los ejemplo 6.1 y 6.2 del capítulo 6 sobre la construcción de los flujos de caja del proyecto.

El método presenta la gran dificultad de estimar el valor comercial de activos que ni siquiera se han adquiridos, como también la valoración del valor comercial en proyectos que tienen una gran cantidad de activos. Por estas razones, se recomienda su aplicación en proyectos en los cuales el número de activos es reducido.

3.5.3. Método del valor económico

Considera el valor de un activo o de un proyecto no como su valor contable o comercial, sino por la capacidad de generación de utilidades. **Algo vale más o vale menos, según la capacidad que tenga para generar beneficios** (Sapag, 1993). Se utiliza para calcular el valor de rescate en proyectos que seguirán operando durante muchos años más después del período de evaluación.

Analicemos el siguiente ejemplo (similar al referido por Oscar León García en su libro Administración Financiera), para entender el principio sobre el cual se apoya el método del valor económico.

¿En qué criterio se debe basar el propietario de un almacén de zapatos para fijar su valor, si le proponen comprárselo? ¿En el valor contable de los activos, el valor comercial de los activos o en la capacidad de generación de utilidades del negocio?

El valor contable de los activos es un pésimo indicador de lo que puede costar un negocio, pues de todos es conocido que el balance general no refleja la situación financiera real de una empresa. Los activos de una empresa, por el principio de valuación al costo, se registran en el balance general por su precio de adquisición y todos sabemos que los activos se valorizan o se desvalorizan, por lo tanto, el valor del activo que aparece en el balance general no es aquel por el cual podríamos venderlo y menos lo que pagaríamos por el activo que lo pueda reemplazar.

El precio de mercado de los activos tampoco nos indicaría el valor del negocio, porque estaríamos asumiendo que éste está en liquidación y no que es un negocio en marcha que está generando beneficios y creando valor para los propietarios. Al precio comercial del activo hay que agregarle el *Good Will*¹³ y el *Know How*¹⁴, que son factores generadores de utilidades.

Si el negocio de zapatos le está generando a su dueño utilidades mensuales de \$1.500.000 y su tasa de oportunidad es del 1.0% mensual, el valor mínimo por el cual podría venderlo sería de \$150.000.000, que resulta de dividir \$1.500.000 entre 0.01 y que no es otra cosa que el valor presente de una anualidad perpetua ($P = A/i$), en la cual el valor de la cuota (A) es el valor de las utilidades mensuales y la tasa de interés (i) es la tasa de oportunidad del dueño del negocio. ¿Por qué es este el valor mínimo por el cual tendría que vender su negocio? La tasa de oportunidad la hemos definido como el mayor rendimiento que el inversionista podría obtener sobre su dinero. De tal forma que el dueño del negocio de zapatos tendría que recibir como mínimo \$150.000.000 para que al prestarlos al 1.0% mensual pueda obtener las utilidades de \$1.500.000 mensuales que le arroja el negocio de zapatos. Este concepto es importante, porque nos permite referenciar el valor de un activo o negocio con el costo de oportunidad del dinero y, además, entender que el negocio no vale por su nivel ni valor de los activos sino por su capacidad de generar beneficios. En sentido figurado, *el valor de una gallina es igual al valor presente de los huevos que pueda poner más el valor del sancocho*.

Arturo Infante¹⁵ analiza este método estableciendo la diferencia entre el precio y el valor de un activo, contrariando la creencia de que el precio de un activo refleja su valor. Analiza el divorcio existente entre la concepción contable y la financiera o gerencial en la valoración de un activo. Cuando nos preguntan, dice Infante, cuál es el valor de una máquina que poseemos, inmediatamente pensamos en lo que pagamos por ella

¹³ El Good Will es el valor del buen nombre de un negocio.

¹⁴ El Know How es el conjunto de conocimientos (fórmulas, formación de personal, diseños, recetas, etc), experiencias y aptitudes profesionales necesarias para producir un bien o servicio (Miranda, 1.997)

¹⁵ Infante Villarreal, Arturo. *Evaluación Financiera de Proyectos de Inversión*. Norma, 1991.

y haciendo algunos ajustes por depreciación, obsolescencia e inflación llegamos a un precio que en nuestro concepto es el valor de la máquina, ignorando de esta manera el valor de la riqueza futura que nos puede generar. En su libro analiza el caso del valor de la canoa de un indígena llamado Morrao, cuyo valor de compra fue de \$8.000 y le produce semanalmente \$500. Al ser preguntado por su mujer sobre el valor de la canoa, él, imbuido por el enfoque contable opina que por estar en buen estado su embarcación vale los \$8.000 que pagó por ella, desconociendo que al prescindir de la canoa está prescindiendo de \$500 semanales. Por tal razón, el valor de oportunidad de la canoa para Morrao es de \$500 por semana, y esto no tiene nada que ver con los \$8.000 que pagó inicialmente por la embarcación. El valor actual de la canoa de Morrao viene determinado por el presente de los ingresos semanales a su tasa de oportunidad. Si esta última la estimamos en 1.0% semanal, el valor de la canoa sería:

$$P = \frac{A}{i} = \frac{500}{0.01} = \$50.000$$

Con base en el concepto anterior, *Nassir y Reynaldo Sapag (2000)* desarrollaron un modelo para encontrar el valor de rescate de un proyecto que seguirá funcionando después del período de evaluación, que consiste en calcular el valor presente de una anualidad perpetua a una tasa de interés igual al rendimiento mínimo exigido al proyecto (costo de capital¹⁶), corregido por la depreciación. Para formular el modelo, consideran que al final del período de evaluación el proyecto ya se encuentra en un nivel de operación estabilizado, por lo tanto, lo que sucede en el último año de evaluación es representativo de lo que sucederá en el futuro. Además, como es factible suponer, el proyecto no puede mantener a perpetuidad el nivel de ingresos netos, puesto que es necesario hacer la reposición de activos, por lo que se resta de los flujos netos de efectivo¹⁷ el valor de la depreciación promedio anual.

La fórmula queda de la siguiente forma:

$$\text{Valor de rescate} = \frac{\text{FNE} - \text{Depreciación}}{\text{Costo de capital}}$$

Por ejemplo, si el flujo neto de efectivo al final del período de evaluación es de \$12.000.000, la depreciación promedio anual es \$2.000.000 y el costo de capital es del 30% anual, el valor de rescate sería:

$$\text{Valor de rescate} = \frac{12.000.000 - 2.000.000}{0.30} = \$33.333.333$$

¹⁶ El costo de capital que aparece en la fórmula puede ser la tasa de oportunidad del inversionista o el promedio ponderado de todas las fuentes que financian el proyecto, dependiendo de quién aporte la inversión inicial.

¹⁷ Los flujos netos de efectivo, diferente a las utilidades netas, son los beneficios en efectivo que devuelve el proyecto.

Podemos concluir, después de analizados los métodos anteriores, que el método que se debe utilizar para calcular el valor de rescate depende fundamentalmente de lo que se espera sucederá con el proyecto al final del período de evaluación y del criterio del evaluador. Si el proyecto tiene una vida útil corta, ésta debe coincidir con el período de evaluación y el método para calcular el valor de rescate debe ser el método contable o el método comercial de los activos, además de incluir el valor recuperable del capital de trabajo. Cuando el proyecto tiene una larga vida útil, el método que se debe aplicar es el del valor económico, que refleja la capacidad del proyecto para generar beneficios. No es de extrañarse que algunos evaluadores utilicen el método contable para este último caso. Quienes así lo hacen le asignan al proyecto ingresos conservadores, castigando su rentabilidad. Resulta conveniente aclarar que, si bien es cierto que el capital de trabajo es un activo de la empresa recuperable en el momento de su liquidación, no se incluye en el cálculo del valor de rescate cuando se utiliza el método del valor económico debido a que para la generación de los beneficios futuros el proyecto cuenta con todos los activos, incluyendo el capital de trabajo.

Es preciso destacar que el capital de trabajo y el valor de rescate son patrimonio del inversionista pero no se deben considerar recursos disponibles para fines diferentes a los operativos mientras el proyecto esté funcionando. En el caso del capital de trabajo, mientras el proyecto esté operando necesita de un nivel mínimo de efectivo, cartera e inventarios, lo que indica que éste se recupera cuando el proyecto se liquida.

En conclusión, el valor de rescate es un valor que se le asigna al proyecto al final del horizonte de evaluación. Por ejemplo, si el proyecto se evalúa en un horizonte de 5 años el inversionista debe comprender que además de los flujos netos de efectivo (disponibilidad real de efectivo) que recibe cada año, al final del quinto año también será dueño del valor estimado del proyecto en ese momento. Por esta razón es importante, en el proceso de evaluación de un proyecto de inversión, tener en cuenta como beneficio, el valor de rescate del proyecto, ya sea cuantificando el valor de sus activos (contable o comercialmente) o calculando la capacidad de generación de flujos de efectivo que tenga en ese momento.

Ejercicio integrador de los tres métodos

Con el siguiente ejercicio se pretende demostrar que para un mismo proyecto que requiere de la inversión en un conjunto de activos para entrar en operación, se obtienen valores de rescate diferentes dependiendo del método utilizado para calcularlo.

Un proyecto de inversión requiere de las siguientes inversiones para entrar en operación:

Terrenos	\$ 56.500.000
Activos fijos depreciables	\$ 90.000.000
Gastos preoperativos	\$ 8.000.000
Capital de trabajo	\$ 10.000.000

Los activos fijos depreciables tienen una vida útil de 10 años, se deprecian en línea recta y se espera venderlos al final del período de evaluación, fijado en 5 años, por un 80% de su valor de adquisición. Se espera que el valor de los terrenos tenga un incremento nominal equivalente a la inflación. Se estima que el proyecto al final del año 5 se ha estabilizado en la generación de flujos de efectivo en \$36.700.000 anuales, los cuales permanecerán constantes en los próximos años. La inflación se estima en un 3.0% anual y la tasa de tributación en 35%. La inversión inicial se cubrirá con recursos del inversionista que tiene una tasa de oportunidad del 20% anual. Calcular el valor de rescate del proyecto.

1. MÉTODO CONTABLE

El método contable establece que el valor de rescate de un proyecto de inversión es igual a la suma de los valores en libros de sus activos más la recuperación del capital de trabajo.

La siguiente tabla resume el procedimiento de cálculo de los valores en libros de los terrenos (que como no se deprecian mantiene su valor de adquisición), activos fijos depreciables, activos diferidos y la recuperación del capital de trabajo al final del año 5 tomado como año final del período de evaluación.

DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN DE ACTIVOS EN LÍNEA RECTA								
Miles de pesos								
Concepto	Costo	Vida útil	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Valor en libros
Terrenos	\$ 56.500							\$ 56.500
Activos fijos	\$ 90.000	10	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 45.000
Gastos preoperativos	\$ 8.000	10	\$ 800	\$ 800	\$ 800	\$ 800	\$ 800	\$ 4.000
Capital de trabajo	\$ 10.000							\$ 11.593
Valor de rescate								\$ 117.093

El capital de trabajo, por efecto de la inflación, sufre un incremento nominal cada año que es cubierto por los mismos flujos de efectivo que genera el proyecto, de tal forma que la inversión inicial en este rubro por valor de \$10.000.000 en el período cero, corresponde a \$11.593.000 al final del año 5, que resulta de aplicarle a \$10.000.000 la inflación del 3.0% anual durante 5 años, asumiendo que se recupera el 100% de esta inversión.

Utilizando el método contable, el valor de rescate del proyecto es de \$117.093.000.

2. MÉTODO COMERCIAL

El valor de rescate del proyecto utilizando el método comercial, es la suma de los valores comerciales o de mercado de los activos, corregidos por el efecto tributario. Si la tasa de tributación es del 35%, obtenemos los siguientes resultados:

Concepto	Valor de mercado	Valor en libros	Ganancia ocasional	Valor de los impuestos	Valor de rescate después de impuestos
Terrenos	\$65.498.985	\$56.500.000	\$ 8.998.985	\$3.149.645	\$ 62.349.340
Activos fijos	\$ 72.000.000	\$45.000.000	\$ 27.000.000	\$9.450.000	\$ 62.550.000
Capital de trabajo					\$ 11.593.000
Valor de rescate					\$ 136.492.340

El valor de los impuestos se calcula multiplicando el valor de la ganancia ocasional por la tasa de tributación. El valor de rescate después de impuestos de cada activo, se obtiene restándole al valor de mercado el valor de los impuestos que deberá pagar por obtener dicha utilidad.

Utilizando el método comercial, el valor de rescate del proyecto es de \$136.492.340.

3. MÉTODO ECONÓMICO

El valor de rescate del proyecto, aplicando el método económico, se calcula restando del flujo neto de efectivo del último año de evaluación el cargo por depreciación y dividiendo el resultado entre la tasa de oportunidad del inversionista (tasa de descuento).

Los activos fijos por valor de \$90.000.000 se deprecian en línea recta con una vida útil de 10 años, por lo tanto, el cargo por depreciación anual es de \$9.000.000. En este método no se tiene en cuenta la recuperación de capital de trabajo porque se supone que el proyecto seguirá operando por muchos años más y no podría generar flujos de efectivo si no contara con capital de trabajo.

$$\text{Valor de rescate} = \frac{\text{FNE} - \text{Depreciación}}{\text{Tasa de descuento}} = \frac{36.700.000 - 9.000.000}{0.20} = \$138.500.000$$

Utilizando el método económico, el valor de rescate del proyecto es de \$138.500.000

3.6. Punto de equilibrio contable

El punto de equilibrio se define como aquel punto o nivel de ventas en el cual los ingresos totales son iguales a los costos totales y, por lo tanto, no se genera ni utilidad ni pérdida contable en la operación. Es un mecanismo para determinar el punto en que las ventas cubrirán exactamente los costos totales. El punto de equilibrio es también conocido como relación **Costo-Volumen-Utilidad**, y hace énfasis en los diferentes factores que afectan la utilidad. El punto de equilibrio permite determinar el número mínimo de unidades que deben ser vendidas o el valor mínimo de las ventas para operar sin pérdidas. Con el análisis del punto de equilibrio se responde la pregunta relacionada con las decisiones que deben tomarse sobre la planeación de las utilidades de una empresa o de un proyecto de inversión. Al respecto, resulta conveniente decir que el estudio de todo proyecto de inversión deberá incluir el cálculo sobre los niveles de venta (ya sea en unidades o en pesos) que son requeridos para alcanzar el equilibrio operativo.

Antes de entrar a analizar y a definir la forma de cálculo del punto de equilibrio, se hace necesario recordar algunos aspectos relevantes de la contabilidad de costos, como son: costos variables, costos fijos y costos semi-variables.

- **Costos fijos.** Son aquellos que no varían con los cambios en los niveles de producción. Son costos y gastos que se consideran necesarios para apoyar la estructura del negocio, así no se produzca ni se venda en un periodo determinado (Carrillo, 1.994). Pertenecen a la empresa y no al producto propiamente, lo que indica que la empresa debe asumirlos aún cuando la producción o las ventas sean cero. Los costos fijos son de dos tipos principales: primero, los establecidos por decisiones administrativas previas, como por ejemplo, la depreciación, los seguros y los impuestos. Segundo, los establecidos por decisiones administrativas en una base de corto plazo, por ejemplo, los sueldos, gastos de publicidad, gastos de investigación, alquiler.
- **Costos variables.** Son aquellos costos que guardan una relación directa con las unidades producidas o vendidas. Son costos de actividad porque se acumulan como resultado de la producción, actividad o trabajo realizado. No existirían si no fuera por la realización de alguna actividad. Los costos variables aumentan o disminuyen directamente con los cambios en la producción. Por eso, si se duplica la producción, el costo variable se duplica, o si la producción disminuye en un 10 por ciento, el costo disminuye en un 10 por ciento. Ejemplos de este tipo de costos son los

de las materias primas, la mano de obra directa y cualquier otro costo indirecto que de acuerdo con las características propias del proceso productivo fluctúe en forma directamente proporcional al volumen de producción. Es importante resaltar que si todos los costos de una empresa fueran variables, no existiría el análisis del punto de equilibrio. Pero como el nivel de los costos totales está afectado por el tamaño de las inversiones fijas que haga la empresa y por los costos fijos operacionales, los costos fijos resultantes pondrán a la empresa en una posición de pérdida a menos que se logre un nivel de ventas suficientes.

- **Costos semivariables.** Llamados también costos mixtos, tienen características fijas y variables y pueden variar pero no en proporción directa a los cambios en los niveles de producción. La parte fija representa el costo mínimo que debe pagarse por obtener un servicio, y la parte variable por la utilización de la capacidad disponible. Los costos semi variables deben ser separados en sus componentes fijos y variables para la elaboración de los presupuestos. Un ejemplo clásico de estos costos lo constituyen los servicios públicos, en los cuales existe un cargo fijo que hay que pagar por la sola instalación del servicio y un cargo variable por su utilización.

La suposición de que los costos fijos permanecen constantes a todos los niveles de producción y que los costos variables varían en proporción directa a la cantidad de unidades producidas es rara vez, si acaso alguna vez, literalmente cierta. Sin embargo, si aceptamos lo anterior como cierto, podemos establecer un comportamiento general que tendría la misma fórmula de la línea recta, $Y = a + bx$, en la que Y representa el costo total, que es igual a la suma de a (porción de gastos fijos) + bx (costo unitario por unidades x el volumen de producción).

Para que la relación sea lineal, como se planteó en el párrafo anterior, es necesario:

- Que todos los costos se puedan clasificar en fijos y variables.
- Que los costos variables sean perfectamente variables.
- Que los costos fijos sean los mismos para cualquier volumen.
- Que el precio unitario de venta sea constante.
- Que el volumen de producción sea igual al volumen de ventas.
- Que la eficiencia y productividad no cambien.

3.6.1. Importancia del punto de equilibrio en la evaluación financiera de proyectos

No obstante que el punto de equilibrio no puede considerarse una técnica de evaluación financiera de proyectos, porque al no considerarse para su cálculo la inversión inicial del

proyecto no mide su rentabilidad, no podemos desconocer su importancia como herramienta de planeación y control financiero de corto plazo. A continuación mencionamos algunas de sus ventajas:

1. Permite analizar la relación de causalidad existente entre el costo, volumen y utilidad, con el fin de tomar decisiones financieras. Se trata de ver cómo incide sobre los otros elementos algún cambio que se haga en uno o varios de ellos.
2. En los proyectos privados (con ánimo de lucro), se pretende producir y vender por encima del punto de equilibrio, de tal forma que el proyecto genere los beneficios esperados por el inversionista.
3. El punto de equilibrio ofrece información sobre el tamaño inicial y tecnología del proyecto.
4. Permite, sin que se modifiquen las estrategias de penetración en el mercado del nuevo producto, redefinir el precio del producto.
5. Constituye un instrumento simple y excelente para analizar la reacción de un proyecto ante situaciones cambiantes en el futuro.

3.6.2. Cálculo del punto de equilibrio contable

Los métodos para calcular el punto de equilibrio son:

- **Método de la ecuación.**
- **Método del margen de contribución.**
- **Método gráfico.**

Para desarrollar cada uno de los métodos utilizaremos el siguiente ejemplo.

La empresa Omega Ltda. fabrica un solo producto y desea conocer qué volumen de ventas necesita para lograr que los ingresos sean iguales a los costos totales y la empresa ni gane ni pierda.

Precio de venta unitario	\$	2.000
Costo variable por unidad	\$	1.000
Margen de contribución	\$	1.000
Costos y gastos fijos totales	\$	10.000.000

1. Método de la ecuación

La utilidad operativa¹⁸ de una empresa o proyecto de inversión se obtiene de la siguiente forma:

$$UAll = Ventas - \text{costos variables} - \text{Costos fijos}$$

Para alcanzar el punto de equilibrio la utilidad operativa debe ser cero y si llamamos a X = Número de unidades del producto a vender, tenemos:

$$0 = 2.000 X - 1.000 X - 10.000.000$$

$$1.000 X = 10.000.000$$

$$X = 10.000 \text{ Unidades}$$

La respuesta nos indica que se tendrán que vender 10.000 unidades del producto que equivalen a un ingreso de \$20.000.000, para que la empresa no reporte utilidades operativas, pero tampoco pérdidas.

2. Método del margen de contribución

Es posible establecer el punto de equilibrio mediante el llamado **margen de contribución**¹⁹, que es la diferencia entre el precio unitario de venta y el costo variable unitario. Para calcular el punto de equilibrio basta con dividir el valor de los costos fijos entre el margen de contribución. Así, para nuestro ejemplo, tenemos:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos}}{(\text{PVU} - \text{CVU})}$$

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{10.000.000}{(2.000 - 1.000)} = 10.000 \text{ unidades}$$

Siendo: PVU = precio de venta unitario

CVU = costo variable unitario

3. Método gráfico

Podemos construir una gráfica de costos totales e ingresos totales por ventas. Hemos dicho que si los costos variables varían en forma directamente proporcional al aumento de la cantidad de productos, y que si los costos fijos permanecen inalterables al aumento de la cantidad vendida, los costos y los ingresos tendrán una relación lineal.

¹⁸ Para el cálculo del punto de equilibrio se tiene en cuenta la utilidad operativa.

¹⁹ El margen de contribución es la diferencia entre el precio unitario de venta y el costo variable unitario, y significa que cada unidad vendida contribuye en esa diferencia a cubrir los costos fijos de la empresa.

La ecuación de los costos totales será de la forma: $Y = a + bx$, que corresponde a la ecuación de la línea recta, en la que a es igual al valor de los costos fijos, b es el costo variable por unidad, y x es el número de unidades de productos vendidos. Los valores de la línea de los ingresos por ventas resultan de multiplicar el número de unidades vendidas por el precio de venta unitario.

Los valores para diseñar la línea recta de los costos totales se calculan de la siguiente forma:

$$Y = a + bx$$

Siendo: $a = \text{Costos fijos} = \$10.000.000$

$b = \text{Costo variable unitario}$

$x = \text{cantidad de unidades vendidas}$

Para 0 unidades vendidas:

$$Y = 10.000.000 + 1.000 \times 0 = \$10.000.000 = \text{CF}$$

Para 2.000 unidades vendidas:

$$Y = 10.000.000 + 1.000 \times 2.000 = \$12.000.000$$

Para 4.000 unidades vendidas:

$$Y = 10.000.000 + 1.000 \times 4.000 = \$14.000.000$$

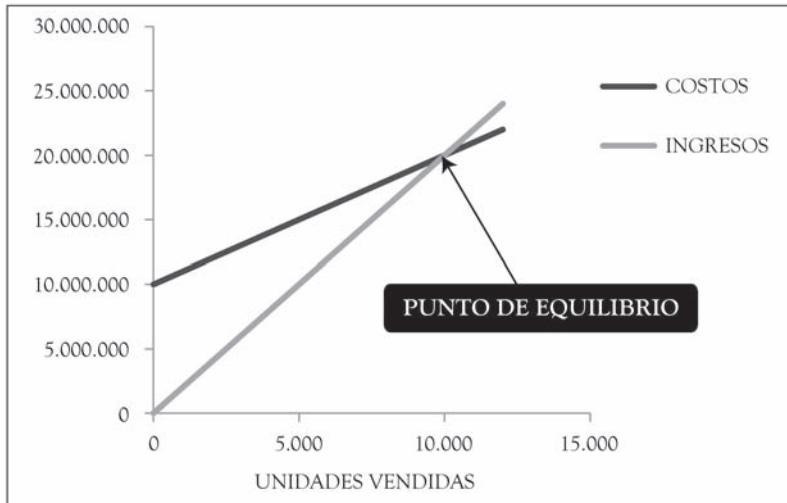
Siguiendo con el mismo procedimiento se calculan los costos totales para mayores cantidades de unidades vendidas, cuyos resultados aparecen en la siguiente tabla:

Cantidad de unidades	0	2.000	4.000	6.000	8.000	10.000	12.000
Costos en pesos	10.000.000	12.000.000	14.000.000	16.000.000	18.000.000	20.000.000	22.000.000
Ingresos en pesos	0	4.000.000	8.000.000	12.000.000	16.000.000	20.000.000	24.000.000

Los valores de los ingresos por ventas resultan de multiplicar las cantidades vendidas por el precio unitario de venta. Así, por ejemplo, para una cantidad de 2.000 unidades vendidas, el valor de los ingresos resulta de multiplicar esta cantidad por el precio unitario de venta que es de \$2.000/unidad.

$$\text{Ingreso} = 2.000 \text{ Unidades} \times \$2.000/\text{Unidad} = \$4.000.000$$

Al colocar las rectas de los costos y de los ingresos totales en una misma gráfica, tenemos:



En la gráfica, los costos fijos, los costos variables y los ingresos se anotan sobre el eje vertical. El volumen de ventas se anota sobre el eje horizontal. Se observa que las líneas de los ingresos totales y costos totales se cortan en un punto que corresponde a 10.000 unidades. Esto significa que al vender esta cantidad de unidades producidas, los ingresos totales y los costos totales serán de \$20.000.000, por lo tanto, para este volumen de ventas la empresa ni gana ni pierde dinero.

Sin embargo, ya hemos hecho mención a que este modo de observar el comportamiento de los costos y los ingresos no es real. Los costos fijos varían a distintos niveles de producción y el comportamiento de los costos variables no es siempre el mismo, además de que existen costos semivARIABLES y otros cuyo comportamiento no guardan relación proporcional con los cambios del volumen de producción. A esto habría que agregar que los ingresos tampoco son perfectamente variables, ya que las empresas otorgan descuentos por ventas al por mayor o bajan precios para aumentar las ventas.

El punto de equilibrio no debe considerarse una técnica de evaluación financiera de Proyectos, sin embargo, su cálculo resulta importante, porque representa el nivel de actividad mínimo al que una empresa o proyecto de inversión puede trabajar sin perder dinero.

Podemos ampliar el análisis del punto de equilibrio para calcular el número de unidades a vender para alcanzar una utilidad esperada. Basta con sumarle esta utilidad a los costos fijos. La fórmula quedaría de la siguiente forma:

$$\text{Ventas requeridas} = \frac{\text{Costos fijos} + \text{Utilidad esperada}}{(\text{PVU} - \text{CVU})}$$

Para el ejemplo que venimos desarrollando, si se desea conocer el número de unidades que se deben vender para alcanzar una utilidad operacional de \$15.000.000, aplicamos la fórmula de la siguiente forma:

$$\text{Ventas requeridas} = \frac{10.000.000 + 15.000.000}{2.000 - 1.000} = 25.000 \text{ unidades}$$

Falacia del margen de contribución

En la práctica empresarial, las pequeñas compañías inician una guerra de precios con el fin de atacar a sus competidores y lograr así una mayor participación en el mercado. Consideran que al disminuir el precio de venta unitario en un determinado porcentaje, sólo requerirán aumentar las ventas en ese mismo porcentaje para obtener las mismas utilidades esperadas. Con el ejercicio que mostraremos a continuación quedará demostrado que una disminución del precio implica un aumento del volumen de ventas más que proporcional. Este análisis se ha denominado **la falacia del margen de contribución**²⁰.

Para alcanzar una utilidad operacional de \$15.000.000 se requiere un volumen de ventas de 25.000 unidades. ¿Qué pasa si disminuimos el precio de venta en un 10%? El nuevo precio de venta quedaría en \$1.800.

Hagamos el nuevo cálculo de las unidades que tenemos que vender, con el nuevo precio de venta, para alcanzar la misma utilidad operacional:

$$\text{Ventas requeridas} = \frac{10.000.000 + 15.000.000}{(1.800 - 1.000)} = 31.250 \text{ unidades}$$

Para obtener la misma utilidad operacional de \$15.000.000 tenemos que vender, ahora, 31.250 unidades, lo que significa aumentar las ventas en un 25% (6.250/25.000). La pregunta que podemos hacernos es si en el corto plazo una pequeña empresa, para ganar lo mismo, puede aumentar el volumen de ventas en este porcentaje. Para obtener unas mayores utilidades, que es lo que se pretende al disminuir el precio de venta, se tendría que aumentar el volumen de ventas en un porcentaje mayor.

²⁰ García Serna Oscar León. *Administración Financiera*. S. Ed. Tercera edición, 1999.

☉ Cuestionario

1. ¿Qué es el capital de trabajo?
2. ¿Qué es el valor en libros de un activo?
3. ¿Solo se consideran beneficios del proyecto los ingresos por ventas del bien o servicio?
4. ¿Qué es la depreciación acumulada? ¿Representa recursos para el reemplazo de activos?
5. ¿La inversión inicial de un proyecto de inversión sólo incluye los activos fijos y los activos diferidos?
6. ¿Qué se entiende por parte permanente y parte temporal del capital de trabajo?
7. ¿En qué consiste el ciclo operativo de un proyecto?
8. ¿Por qué es importante dotar a un proyecto de inversión de un adecuado capital de trabajo?
9. ¿Qué es la depreciación? Explique su importancia en la evaluación financiera de proyectos de inversión.
10. ¿Qué es el valor de rescate de un proyecto? ¿Qué métodos se utilizan para calcularlo?
11. Explique el método del valor económico para calcular el valor de rescate de un proyecto de inversión.
12. ¿Qué nos indica el punto de equilibrio?
13. ¿En qué consiste la depreciación en línea recta?
14. ¿Cuál es la diferencia entre costos fijos y costos variables?
15. ¿Siempre el valor de rescate de un proyecto será la suma de los valores en libros de los activos?
16. Explique el efecto de un capital de trabajo deficitario.
17. Mencione algunos activos fijos.
18. ¿Cómo se recupera fiscalmente la inversión en activos fijos?
19. ¿Qué es el margen de contribución?
20. Analice la siguiente afirmación: cuando se utiliza el método contable para calcular el valor de rescate de un proyecto de inversión, a menor período de evaluación el valor de rescate aumenta.

Ejercicio propuesto										
Cálculo del valor de rescate										
Método del valor contable										
Miles de pesos										
Concepto	Costo	Vida útil	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Valor de rescate
Maquinaria	\$50.000	10								
Muebles	\$ 10.000	10								
Equipos de cómputo	\$ 10.000	5								
Terrenos	\$ 25.000									
Edificaciones	\$60.000	20								
Ingeniería Proyecto	\$ 5.000	5								
Gastos puesta en marcha	\$ 2.000	5								
Capital de trabajo										\$6.000
Total valor de rescate										

- Calcular el valor de rescate del proyecto con un horizonte de evaluación de 7 años utilizando la depreciación en línea recta
- Calcular el valor de rescate con un horizonte de evaluación de 5 años utilizando la depreciación en línea recta. ¿Qué incidencia tiene en el valor de rescate la variación en el período de evaluación del proyecto?
- Utilice para los casos a y b un método de depreciación acelerada. ¿Cómo cambia el valor de rescate?
- Aplique el método comercial para calcular el valor de rescate suponiendo que los activos fijos se venderán al final del período de evaluación por un 85% de su valor de adquisición, incluyendo la recuperación del capital de trabajo.

Capítulo 4

Métodos para evaluar proyectos de inversión

Una inversión, desde el punto de vista financiero (Vélez, 1998), es la asignación de recursos en el presente con el fin de obtener unos beneficios en el futuro. Así, se puede concebir como inversión no sólo el hecho de desembolsar una determinada cantidad de dinero sino también, por ejemplo, el tiempo que alguien dedica a formarse en una universidad.

En la mente de cualquier inversionista, el esquema que se plantea para tomar la decisión de invertir es: **¿Convendrá la inversión?** Una inversión conviene a menos que se pueda recuperar con intereses y deje un excedente. Esto significa que el inversionista necesita, en primer lugar, recuperar la inversión inicial que realiza y obtener sobre ella unos beneficios que satisfagan sus expectativas de rendimiento y quede un excedente para que aumente su riqueza. Para tomar esta importante decisión de inversión, el inversionista debe contar:

- 1) Con una tasa de interés que le sirva como referencia para poder decidir si invierte o no. Esta tasa de interés se conoce como **tasa de oportunidad** del inversionista, o sea, aquella tasa máxima que podría obtener dentro de las diversas posibilidades que se le presentan para invertir su dinero, y que refleja su costo de oportunidad.
- 2) Con técnicas o métodos de análisis que le permitan comprobar que con la inversión que hace en el presente y los beneficios futuros, se va a ganar la tasa de interés que él ha fijado como mínima para hacer su inversión y le quede algo adicional para que aumente su riqueza.

Este es el propósito del presente capítulo: desarrollar las técnicas necesarias para realizar este tipo de análisis y poder tomar decisiones de inversión en forma acertada.

Aunque debemos asumir que muchos de los proyectos que adelantan los inversionistas son como apuestas, por estar sujetos a la incertidumbre de los resultados (García, 1999), existen dos métodos de reconocida aceptación universal utilizados para evaluar proyectos de inversión, que reconocen el valor del dinero en el tiempo: **Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna De Retorno (TIR)**.

Dentro de las operaciones normales de una empresa, existen situaciones de inversión aisladas en las cuales únicamente se conocen los gastos, o los beneficios son iguales para diferentes alternativas, como por ejemplo las decisiones de reemplazo de equipos que son imposibles de evaluar utilizando los métodos anteriores. Para estos casos específicos se utiliza un método alternativo conocido como el **Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)**.

4.1. Tasa de descuento

La **tasa de descuento** es el precio que se paga por los fondos requeridos para cubrir la inversión de un proyecto (Sapag, 2.000). La tasa de descuento también la podemos definir como el costo de oportunidad en que se incurre al tomar la decisión de invertir en el proyecto en lugar de hacerlo en otras alternativas que nos pueda ofrecer el mercado financiero. Esto último nos indica que la inversión, cualquiera que sea la forma de financiarla, tiene un costo.

Un proyecto de inversión **convencional o normal** está constituido por una inversión inicial y por beneficios futuros. Aunque parezca obvio, una inversión es buena cuando los beneficios son mayores que los costos, comparados en una misma fecha. Esta fecha de comparación de beneficios y costos, por lo general, es el momento de la inversión, llamado momento cero. La tasa de interés que se utiliza para trasladar los beneficios al momento cero es la que hemos denominado tasa de descuento.

La financiación de la inversión de un proyecto puede provenir de diferentes fuentes, cada una con un costo diferente:

- Financiación con recursos propios. El costo de esta fuente corresponde al costo de oportunidad del dinero del inversionista (tasa de oportunidad), que es la mayor rentabilidad que dejaría de obtener por invertir en el proyecto. Esto nos indica que los recursos propios tienen un costo implícito llamado costo de oportunidad, contrario a la concepción contable de muchas personas que no le asignan valor a estos recursos.
- Financiación con pasivos. Su costo corresponde a la tasa de interés que pagaría el inversionista por la obtención del préstamo. Esta clase de proyectos financiados en su totalidad por recursos externos se conocen como *proyectos de saliva*.

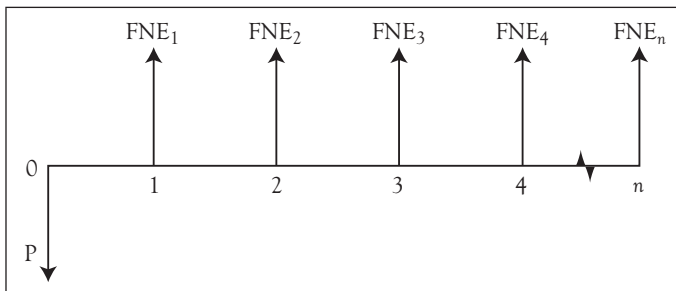
- Financiación con una mezcla de recursos propios y pasivos. Esta es la forma más común de financiar la inversión de un proyecto. Su costo corresponde a una tasa de interés promedio ponderada, que involucra la tasa de oportunidad del inversionista y el costo del préstamo, conocida como **Costo de Capital**.

4.2. Valor Presente Neto (VPN)

El valor presente neto es una cifra monetaria que resulta de comparar el valor presente de los ingresos con el valor presente de los egresos. En términos concretos, el valor presente neto es la diferencia de los ingresos y los egresos en pesos de la misma fecha.

No basta con que las empresas generen utilidades, ya que esto no garantiza su permanencia en el mercado. Las utilidades, por si solas, son una medida engañosa sobre su desempeño, porque no tienen en cuenta el monto de la inversión que las genera. En una economía capitalista solamente sobreviven en el largo plazo las empresas rentables y líquidas. ¿Cómo se sabe si una empresa es rentable? aparentemente, cuando al comparar las utilidades obtenidas en un período contable con la inversión que las genera, el resultado obtenido (rentabilidad operativa) es al menos igual al costo de la inversión. Pero esta medida es estática. Las finanzas modernas (Sallenave, 1994) evitan la trampa de las medidas estáticas, buscando índices dinámicos de desempeño que consideren el valor del dinero en el tiempo y cuyo cálculo se apoye en los flujos netos de efectivo²¹. De estos índices, uno de los más utilizados es el VPN que se calcula comparando, en una misma fecha, la inversión inicial con los flujos netos de efectivo.

Si se tiene una inversión inicial P y unos flujos netos de efectivo (FNE), el flujo de caja sería el siguiente:



²¹ En evaluación financiera de proyectos, los beneficios futuros que arroja el proyecto no son utilidades contables sino Flujos Netos de Efectivo (FNE), que constituyen la disponibilidad real de efectivo de cada período.

La ecuación del VPN se plantea de la siguiente forma:

$$\text{VPN}_{(T.O.)} = -P + \frac{\text{FNE}_1}{(1 + T.O.)^1} + \frac{\text{FNE}_2}{(1 + T.O.)^2} + \dots + \frac{\text{FNE}_n}{(1 + T.O.)^n}$$

Al plantear la ecuación del VPN observamos lo siguiente:

- Estamos comparando el valor de los egresos (inversión inicial P) con los ingresos futuros (FNE) en una misma fecha, para este caso en el momento cero por conveniencia. Estamos midiendo el proyecto en pesos del mismo día.
- La tasa de descuento utilizada para trasladar los FNE del futuro al presente es la tasa de oportunidad del inversionista, si la inversión se financia con recursos propios. En caso de existir varias fuentes de financiamiento la tasa de oportunidad se reemplaza por el costo de capital. Cuando se financia la inversión con pasivos, la tasa de descuento es el costo de la deuda.
- Estamos planteando un proyecto convencional o normal: proyecto con inversión inicial y unos beneficios futuros.

Una forma más sencilla de expresar la ecuación para el cálculo del VPN, es la siguiente:

$$\text{VPN}_{(T.O.)} = \text{VPI} - \text{VPE}$$

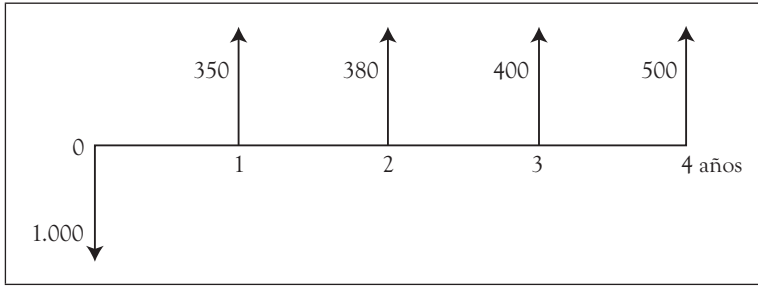
Donde:

VPI = Valor presente de ingresos. Representa en la ecuación el valor actualizado de todos los flujos netos de efectivo.

VPE = Valor presente de egresos, representado en la ecuación por la inversión inicial P .

Ejemplo 4.1

A dos inversionistas, en forma independiente, se les plantea la posibilidad de emprender un proyecto de inversión, que requiere de una inversión inicial de \$1.000 y que arrojaría los siguientes flujos netos de efectivo, al final de cada año, tal y como lo muestra el flujo de caja. ¿Qué decisión debe tomar cada inversionista?



Al definirse el flujo de caja del proyecto se ha logrado la mayor parte del trabajo de evaluación, sin embargo éste no aporta toda la información para tomar la decisión sobre la conveniencia o no de realizar el proyecto. Es decir, el solo flujo de caja no nos dice si el proyecto es rentable. Para poder evaluar el proyecto en cuestión, además del flujo de caja en el que aparecen definidos la inversión inicial, los ingresos y egresos durante el período de operación, debemos contar con el costo de oportunidad, reflejado por la tasa de oportunidad de cada inversionista. La tasa de oportunidad es particular para cada inversionista, por tal razón, cada uno de ellos comparará los beneficios que le genera el proyecto con el rendimiento que le produciría su dinero en usos alternativos.

La tasa de oportunidad del inversionista A = 20% anual.

La tasa de oportunidad del inversionista B = 30% anual.

El inversionista A estaría dispuesto a invertir su dinero siempre y cuando el proyecto de inversión le arroje un rendimiento mínimo del 20% anual, que es la máxima rentabilidad que el podría obtener en el mercado financiero en que se desenvuelve. Lo mismo plantea el inversionista B; él estaría dispuesto a invertir su dinero si el proyecto le arroja un rendimiento mínimo del 30% anual. Vale decir, cada inversionista compara el rendimiento del proyecto con su tasa de oportunidad.

La pregunta que se hace cada inversionista individualmente es: ¿conviene invertir en este proyecto?

Si estuviéramos en la época de Adán y Eva²², en la cual no existía la inflación, el interés, el costo de oportunidad y el riesgo, podríamos tomar una decisión calculando la utilidad que arroja el proyecto restándole a la suma aritmética de los ingresos el valor de la inversión inicial, obteniendo el siguiente resultado:

$$\text{Utilidad neta} = (350 + 380 + 400 + 500) - 1.000 = 630$$

²² Un ejemplo similar fue desarrollado por Ramiro Gamboa Velásquez, en su libro Finanzas. Ed. Norma, 1991.

El proyecto debería ser aceptado por cualquier inversionista, dado que se obtendría una utilidad de 630, después de recuperar la inversión de 1.000. En este caso, la tasa de descuento es cero y, por lo tanto, no existe valor del dinero en el tiempo. Vale decir, el dinero no tiene ningún valor. El VPN es sencillamente la suma algebraica de los flujos netos de efectivo. Pero hoy en día las condiciones son totalmente diferentes, ya que existen todos los factores mencionados arriba, que hemos supuesto no existían en la época del paraíso terrenal. El monto de los recursos necesarios para hacer la inversión inicial tiene un costo, el cual se le cobra al proyecto de inversión. Este costo es del 20% anual para el inversionista A y del 30% anual para el inversionista B. En la época de Adán y Eva, como no existía la escasez, los recursos no tenían ningún valor.

Para responderles esta pregunta a los inversionistas utilicemos el VPN como criterio de análisis.

Calculamos el VPN para el inversionista A:

$$VPN_{(20\%)} = -1.000 + \frac{350}{(1 + 0.20)^1} + \frac{380}{(1 + 0.20)^2} + \frac{400}{(1 + 0.20)^3} + \frac{500}{(1 + 0.20)^4}$$

$$VPN = -1.000 + 291.67 + 263.89 + 231.48 + 241.13$$

$$VPN = \$28.16$$

Calculamos el VPN para el inversionista B:

En la misma ecuación del VPN para el inversionista A, reemplazamos la tasa de oportunidad por el 30%.

$$VPN_{(30\%)} = -1.000 + \frac{350}{(1 + 0.30)^1} + \frac{380}{(1 + 0.30)^2} + \frac{400}{(1 + 0.30)^3} + \frac{500}{(1 + 0.30)^4}$$

$$VPN = -1.000 + 269.23 + 224.85 + 182.07 + 175.06$$

$$VPN = \$-148.79$$

Hoja de cálculo Excel

El Excel tiene la función VNA para realizar el cálculo del VPN. Para la correcta utilización de la función se recomienda construir el flujo de caja libre y escribir en las celdas los valores, teniendo en cuenta que el Excel es consistente con la convención de los signos: ingresos con signo positivo y egresos (inversión) con signo negativo.

$$= \text{VNA} (\text{tasa}; \text{rango}) - P$$

El rango de valores debe iniciarse en la celda correspondiente al período 1 y terminar en el período n y si en el flujo de caja analizado se encuentra un período con valor cero, debe escribirse como tal, ya que Excel no considera una celda en blanco como cero. El valor calculado con VNA es la suma de los valores presentes de todos los flujos futuros, de tal forma que para encontrar el valor del VPN se debe restar el valor de la inversión.

B9		fx =VNA(B8;B3:B6)-B2		
	A	B	C	D
1	PERIODO	VALORES		
2	0	1000		
3	1	350	BARRA DE FORMULAS	
4	2	380		
5	3	400		
6	4	500		
7				
8	TASA DE OPORTUNIDAD	20%		
9	VPN 1	28,16		
10	TASA DE OPORTUNIDAD	30%		
11	VPN 2	- 148,79		

Hemos mencionado que el proyecto debe pagar el costo de financiamiento de la inversión inicial, debido a que el uso del dinero no es gratuito; vale decir, emprender un proyecto de inversión consiste en prestarle dinero al interés a una cosa que se llama proyecto. En el proceso de descuento, que consiste en calcular el valor presente de los flujos de efectivo colocados en el futuro, se le cobran estos intereses al proyecto.

Para corroborar lo dicho al principio del análisis del VPN, si asumimos una tasa de descuento igual a 0% (el dinero no tiene ningún valor en el tiempo) y calculamos el VPN, obtenemos un valor de 630, que resulta de hacer la diferencia entre la inversión inicial y la suma aritmética de todos los ingresos.

B9		fx =VNA(B8;B3:B6)-B2		
	A	B	C	D
1	PERIODO	VALORES		
2	0	1000		
3	1	350	BARRA DE FORMULAS	
4	2	380		
5	3	400		
6	4	500		
7				
8	TASA DE OPORTUNIDAD	0%		
9	VPN	630,00		

4.2.1. Criterios para aceptar o rechazar un proyecto usando el VPN

Cuando el VPN es mayor que cero, el proyecto se debe aceptar.

Cuando el VPN es igual a cero, es indiferente aceptar o no el proyecto.

Cuando el VPN es menor que cero, el proyecto se debe rechazar.

Según estos criterios de selección, el inversionista A debe aceptar el proyecto, mientras que el inversionista B debe rechazarlo. Esto nos indica que un proyecto de inversión no es ni bueno ni malo en sí, sino que depende de las exigencias económicas del inversionista.

Ejemplo 4.2

El señor Pablo invierte hoy \$3.500.000 y al final del año recibe \$4.200.000. Si su tasa de oportunidad es del 2.5% mensual, ¿hizo buen negocio?

Por solución directa, aplicando la fórmula del interés compuesto, se tiene que la tasa de interés corriente que se gana el inversionista es del 1.53% mensual.

$$F = P(1 + i)^n$$

$$4.200.000 = 3.500.000(1 + i)^{12}$$

$$i = 1.53\% \text{ mensual}$$

En Excel: = TASA (nper; pago; VA; VF; tipo)
 = TASA (12; 0; -3.500.000; 4.200.000)

Lo que indica que el señor Pablo hizo un mal negocio, porque el rendimiento que alcanza es inferior a su tasa de oportunidad, que es del 2.5% mensual.

Utilizando el método del VPN, se tiene:

$$VPN_{(0.025)} = -3.500.000 + \frac{4.200.000}{(1 + 0.025)^{12}}$$

$$VPN = \$ -377.065.28$$

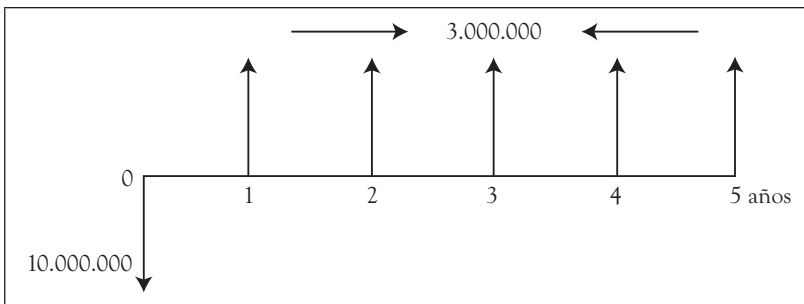
Solución con la hoja de cálculo Excel

D8		fx =VNA(D7;B3:B14)-B2			
	A	B	C	D	E
1	PERIODO	VALORES			
2	0	3.500.000			
3	1	0	BARRA DE FORMULAS		
4	2	0			
5	3	0			
6	4	0			
7	5	0	TASA DE OPORTUNIDAD	2,50%	
8	6	0	VPN =	-377.065,28	
9	7	0			
10	8	0			
11	9	0			
12	10	0			
13	11	0			
14	12	4.200.000			

El señor Pablo hizo un mal negocio porque el VPN es menor que cero. Conviene aclarar que cuando se obtiene un valor del VPN menor que cero, esto no indica ninguna pérdida económica, simplemente que el inversionista, además de recuperar su inversión, no obtiene el rendimiento deseado. Para este ejercicio, faltan \$377.065.28 en pesos del momento cero para que el inversionista recupere su inversión y obtenga un rendimiento del 2.5% mensual.

Ejemplo 4.3

A un inversionista le proponen invertir \$10.000.000 y le aseguran que en los próximos 5 años recibirá \$3.000.000 cada año. Si su tasa de oportunidad es del 20% anual, ¿le conviene aceptar el negocio?



Observamos que los beneficios esperados conforman una anualidad vencida, cuyo valor presente está dado por la fórmula del valor presente, analizada ampliamente en el capítulo 2.

$$VPN_{(0,20)} = -10.000.000 + 3.000.000 \left[\frac{(1.20)^5 - 1}{0.20(1.20)^5} \right]$$

$$VPN = \$-1.028.163,58$$

Por ser el VPN menor que cero, el negocio se debe rechazar.

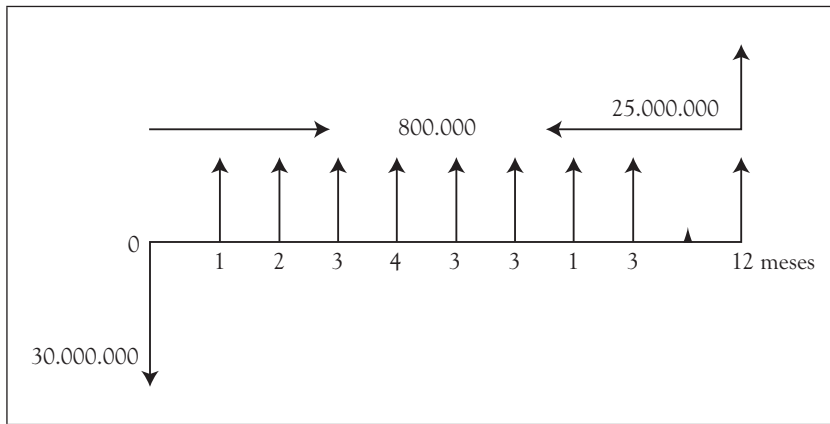
Solución con la hoja de cálculo Excel

	A	B	C	D	E
1	PERIODO	VALORES			
2	0	10.000.000			
3	1	3.000.000	BARRA DE FORMULAS		
4	2	3.000.000			
5	3	3.000.000			
6	4	3.000.000			
7	5	3.000.000	TASA DE OPORTUNIDAD	20,00%	
8			VPN =	- 1.028.163,58	

Ejemplo 4.4

Pedro compra un camión de carga hoy por \$30.000.000 para arrendárselo a una empresa de transporte durante un año por \$800.000 mensuales, libres de gastos de mantenimiento. Si al final del año le proponen comprarle el camión por \$25.000.000 y su tasa de oportunidad es del 3.0% mensual, ¿debe aceptar el negocio?

El flujo de caja del proyecto es el siguiente:



Para solucionar el ejercicio nos apoyamos en el valor presente neto.

$$VPN_{(r,t)} = VPI - VPE$$

El valor presente de los egresos es el valor de compra del camión.

$$VPE = \$30.000.000$$

El valor presente de los ingresos es el valor presente de la anualidad conformada por los 12 pagos mensuales de arriendo, más el valor presente de la venta del camión.

$$VPI = 800.000 \left[\frac{(1.03)^{12} - 1}{0.03(1.03)^{12}} \right] + \frac{25.000.000}{(1.03)^{12}}$$

$$VPI = \$25.497.700.20$$

$$VPN_{(0,03)} = \$25.497.700.20 - \$30.000.000$$

$$VPN_{(0,03)} = \$-4.502.299.80 \text{ menor que cero}$$

El negocio debe ser rechazado por Pedro, porque no satisface sus expectativas de rendimiento.

Solución con la hoja de cálculo Excel

D8		fx		=VNA(D7;B3:B14)-B2	
	A	B	C	D	E
1	PERIODO	VALORES			
2	0	30.000.000			
3	1	800.000	BARRA DE FORMULAS		
4	2	800.000			
5	3	800.000			
6	4	800.000			
7	5	800.000	TASA DE OPORTUNIDAD	3,00%	
8	6	800.000	VPN =	- 4.502.299,80	
9	7	800.000			
10	8	800.000			
11	9	800.000			
12	10	800.000			
13	11	800.000			
14	12	25.800.000			

¿Cuál debe ser el precio mínimo del camión al final del año para que Pedro afecte el negocio?

La solución la plantea una ecuación que haga el valor presente neto (VPN) = 0, en la que la incógnita sea el valor del camión.

$$VPN(3\%) = VPI - VPE$$

Haciendo el VPN = 0, se tiene:

$$30.000.000 = 800.000 \left[\frac{(1.03)^{12} - 1}{0.03(1.03)^{12}} \right] + \frac{X}{(1.03)^{12}}$$

$$X = \$31.419.202.96$$

Solución con Buscar objetivo de Excel

En la columna A registramos los períodos y en la B los valores. En la celda B2 escribimos el valor del camión. Desde la celda B3 hasta la B13 registramos el valor del arriendo mensual. En la celda C2 escribimos un valor arbitrario de 100 que corresponde al precio mínimo del camión al final del año. En la celda B14 registramos el valor del arriendo más el precio del camión (C2). Aplicando la función VNA se obtiene un VPN de \$-22.036.726.67. Aplicando Buscar Objetivo y haciendo el VPN igual a cero encontramos en C2 un precio del camión al final del año de \$31.419.202.96.

C2		fx = =VNA(D7;B3:B14)-B2			
	A	B	C	D	E
1	PERIODO	VALORES	VALOR DEL CAMION		
2	0	30.000.000	100,00		
3	1	800.000			
4	2	800.000			
5	3	800.000			
6	4	800.000			
7	5	800.000	TASA DE OPORTUNIDAD	3,00%	
8	6	800.000	VPN =	22.036.726,67	
9	7	800.000			
10	8	800.000			
11	9	800.000			
12	10	800.000			
13	11	800.000			
14	12	800.100			
15					
16					

Buscar objetivo [?] [X]

Definir la celda: D8 [D8] [F12]

Con el valor: 0 [0] [F12]

Para cambiar la celda: \$C\$2 [\$C\$2] [F12]

Aceptar Cancelar

Si acepta vender el camión al final del año en \$25.000.000, ¿cuál debe ser el valor del arriendo mensual para aceptar el negocio?

Nuevamente la solución al problema la plantea una ecuación que iguale el valor presente de los ingresos con el valor presente de los egresos, es decir, que haga el VPN = 0 y en la que la incógnita sea el valor del arriendo (A).

$$30.000.000 = A \left[\frac{(1.03)^{12} - 1}{0.03(1.03)^{12}} \right] + \frac{25.000.000}{(1.03)^{12}}$$

$$A = \$1.252.990.91$$

Solución con Buscar objetivo de Excel

En la columna de valores escribimos 100 como valor arbitrario en la celda B3, hacemos B4 igual a B3 y copiamos B4 hasta B13 y en B14 escribimos igual B13 más C2, que es el valor del camión al final del año, Calculamos el VPN y con Buscar Objetivo lo hacemos igual a cero, para que el proyecto sea rentable y calculamos B3.

	A	B	C	D	E
1	PERIODO	VALORES	VALOR DEL CAMION		
2	0	30.000.000	25.000.000,00		
3	1	100			
4	2	100			
5	3	100			
6	4	100			
7	5	100	TASA DE OPORTUNIDAD	3,00%	
8	6	100	VPN =	- 12.464.507,59	
9	7	100			
10	8	100			
11	9	100			
12	10	100			
13	11	100			
14	12	25.000.100			
15					
16					

Buscar objetivo

Definir la celda:

Con el valor:

Para cambiar la celda:

4.2.2. ¿Qué muestra el VPN?

Generalmente, se presentan confusiones en la interpretación del VPN que, a su vez, conducen a tomar decisiones de inversión equivocadas. Analicemos las más relevantes.

El rendimiento que el inversionista exige no se recibe sobre la inversión inicial, sino sobre el saldo de la inversión no recuperado. En el caso del inversionista A, el 20% de rendimiento que exige como mínimo sobre su inversión de \$1.000, lo obtiene sobre el saldo no recuperado de su inversión.

Si el VPN es igual a cero, el inversionista gana lo que quería ganar después de recuperar la inversión.

Si el VPN es mayor que cero, el inversionista gana más de lo que quería ganar. El VPN le muestra, en pesos del presente, cuánto más ganó sobre lo que quería ganar.

Si el VPN es menor que cero, esto no indica ninguna pérdida, sino la cantidad de dinero en pesos de hoy que faltó para que el inversionista ganara lo que quería ganar.

Demostremos que el rendimiento que obtiene el inversionista es sobre el saldo pendiente de recuperar y no sobre la inversión inicial. Para este propósito, analicemos el flujo de caja del ejercicio 4.1, considerando la situación del inversionista A que tiene una tasa de oportunidad igual al 20% anual. Para esta demostración nos apoyamos en la siguiente tabla de amortización.

No	Cuota	Amortización	Interés	Saldo
0				1.000.00
1	350.00	150.00	200.00	850.00
2	380.00	210.00	170.00	640.00
3	400.00	272.00	128.00	368.00
4	500.00	426.40	73.60	-58.40
Excedente				58.40

A primera vista, el excedente de \$58.40 no coincide con el VPN de \$28.16. La diferencia está solamente en que el VPN se expresó en el momento cero, mientras que el excedente está en el año 4. Pero si calculamos el valor presente de \$58.40 en el momento cero, se obtendrá:

$$P = \frac{F}{(1 + i)^4}$$

$$P = \frac{58.40}{(1 + 0.20)^4}$$

$$P = 28.16$$

En Excel:

$$= \text{VA} (\text{tasa}; \text{nper}; \text{pago}; \text{VF}; \text{tipo})$$

$$= \text{VA} (20\%; 4; 0; -58,40)$$

4.2.3. Conclusiones sobre el VPN

- Es un método de fácil aplicación.
- La inversión y los beneficios futuros (flujos netos de efectivo), se transforman en pesos de hoy y así se puede ver si los ingresos son mayores que los egresos.
- Considera el valor del dinero en el tiempo.
- Se necesita conocer la tasa de descuento para poder evaluar los proyectos. Este es el factor determinante en la aplicación del método. Cualquier error en su determinación repercute en la decisión de aceptar o rechazar un proyecto.

4.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Al analizar el VPN pudimos observar que su resultado dependía fundamentalmente de la tasa de descuento. Esto lo apreciamos al desarrollar el ejemplo de los dos inversionistas. Un mismo proyecto era recomendable para el inversionista A, y no lo era para

el inversionista B. La selección del proyecto, depende, entonces, de la tasa de descuento cuando utilizamos el método del VPN.

Vamos a analizar, ahora, un indicador que no depende de la tasa de descuento para su cálculo, sino que es una característica propia del proyecto.

En el ejemplo de los dos inversionistas, pudimos apreciar que el inversionista A exigía un rendimiento del 20% y el proyecto le entregaba eso y \$28.16 más, medidos en pesos del momento cero, o sea que el proyecto le entregaba un rendimiento mayor. El inversionista B exigía un rendimiento del 30% y el proyecto no se lo podía entregar. Probablemente, si el inversionista A quisiera un rendimiento mayor, el proyecto se lo podría dar. La TIR indica hasta cuánto podría el inversionista A aumentar su rendimiento exigido; para ello se buscará aquella tasa que haga el $VPN = 0$. Para que el VPN sea igual a cero, la diferencia entre el valor presente de los flujos de efectivo descontados y la inversión, debe ser también igual a cero, o sea, el valor presente de los flujos descontados debe ser igual a la inversión.

Podemos definir, entonces, la TIR, como la tasa de interés que hace el $VPN = 0$, o también, la tasa de interés que iguala el valor presente de los flujos descontados con la inversión.

Una interpretación importante de la TIR es que ella es la máxima tasa de interés a la que un inversionista estaría dispuesto a pedir prestado dinero para financiar la totalidad del proyecto, pagando con los beneficios (flujos netos de efectivo) la totalidad del capital y de sus intereses, y sin perder un solo centavo.

La TIR es la tasa de interés que rinden los dineros que aún permanecen invertidos en un proyecto y no sobre la inversión inicial. Esta consideración se demostrará más adelante.

Para el caso de los dos inversionistas del ejemplo 4.1, esa tasa de interés debe estar entre el 20% y el 30%. Más cerca del 20% que del 30%, porque \$28.16 está más cerca a cero que \$148.79.

Podemos, entonces, plantear la ecuación de la TIR de la siguiente forma:

$$VPN = 0 = -P + \frac{FNE_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{FNE_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1 + TIR)^n}$$

Ordenando la ecuación, se tiene:

$$P = \frac{FNE_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{FNE_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1 + TIR)^n}$$



4.3.1. Cálculo de la TIR

Existen varias formas para calcular la TIR:

4.3.1.1. Método analítico

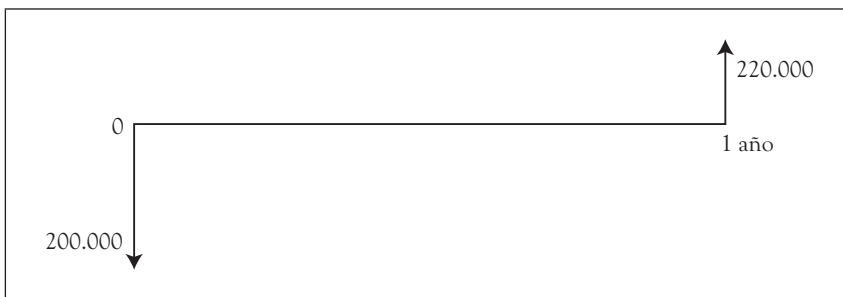
El cálculo analítico parte de la definición planteada en la ecuación anterior, la cual señala que la TIR es una tasa de interés compuesta que hace que el VPN sea igual a cero. La tasa de descuento contenida en el denominador de cada término de la ecuación representa la TIR, que en este caso viene a ser la incógnita del problema.

En efecto, los siguientes casos ilustran lo anterior.

Ejemplo 4.6

Se invierten \$200.000 y después de un año se reciben \$220.000. Calcular la TIR.

Se construye el flujo de caja del proyecto:



La TIR es la tasa de interés que hace el VPN = 0

Se plantea la ecuación del VPN.

$$VPN = -200.000 + \frac{220.000}{(1 + i)^1}$$

Haciendo el VPN = 0, se tiene:

$$200.000 = \frac{220.000}{(1 + i)}$$

$$(1 + i) = \frac{220.000}{200.000} = 1.10$$

$$i = 0.10 = 10\% \text{ anual} = \text{TIR}$$

En Excel, la TIR se calcula utilizando la función TIR. Para su cálculo se recomienda construir el flujo de caja libre y escribir en las celdas los valores de ingresos y egresos. Al utilizar la función TIR en la hoja electrónica se ingresan las celdas y no los valores.

$$= \text{TIR}(\text{rango}; \text{estimar})$$

Para el cálculo de la TIR, el rango se inicia con el valor del momento cero y en el paréntesis podemos omitir el parámetro estimar, porque el programa asume una tasa del 10% para hacer las iteraciones. Sí en el flujo analizado se encuentra un período con valor cero, debe escribirse como tal, ya que Excel no considera una celda en blanco como cero. Los signos de los valores involucrados en el cálculo deben ser consistentes con el flujo de caja, de tal forma que una inversión debe ser un egreso con signo negativo y un ingreso debe tener signo positivo.

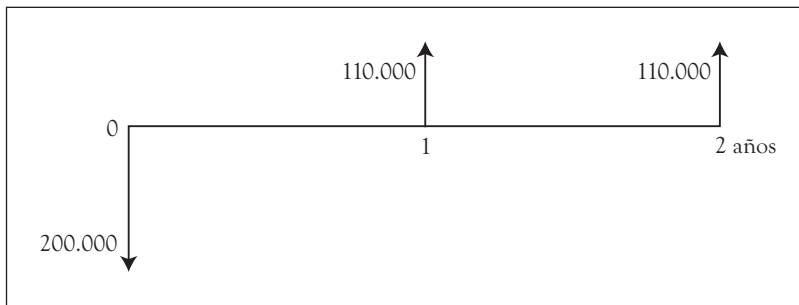
Solución con la hoja de cálculo Excel

C6		fx =TIR(B2:B3)	
	A	B	C
1	PERIODO	VALORES	
2	0	- 200.000	
3	1	220.000	
4			BARRA DE FORMULAS
5			
6		TIR =	10%

Ejemplo 4.7

El señor Pérez invierte \$200.000 y recibe al final del primer año \$110.000 y al final del segundo año \$110.000. Calcular la TIR.

El flujo de caja del proyecto es el siguiente:



Se plantea la ecuación de valor con fecha focal en el momento cero.

$$200.000 = \frac{110.000}{(1+i)^1} + \frac{110.000}{(1+i)^2}$$

Quitando denominadores, se tiene:

$$200.000(1+i)^2 = 110.000(1+i) + 110.000$$

Ordenando la ecuación, se tiene:

$$200.000(1+i)^2 - 110.000(1+i) - 110.000 = 0$$

que corresponde a una ecuación de segundo grado del tipo:

$$ax^2 + bx + c = 0$$

que se resuelve aplicando la siguiente fórmula:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Resolviendo la ecuación:

$$x = (1+i) = \frac{110.000 \pm \sqrt{(-110.000)^2 - 4(200.000)(-110.000)}}{2(200.000)}$$

$$(1+i) = \frac{110.000 \pm \sqrt{100.100.000}}{400.000}$$

$$(1+i) = \frac{110.000 \pm 316.385.84}{400.000}$$

$$i_1 = \frac{110.000 + 316.385.84}{400.000} - 1$$

$$i_1 = 6.60\% \text{ anual}$$

$$i_2 = \frac{110.000 - 316.385.84}{400.000} - 1$$

$$i_2 = -151.60\% \text{ anual}$$

En este caso hay dos soluciones reales que satisfacen matemáticamente el problema, pero optamos por la solución positiva considerando que es la solución que tiene sentido económico real.

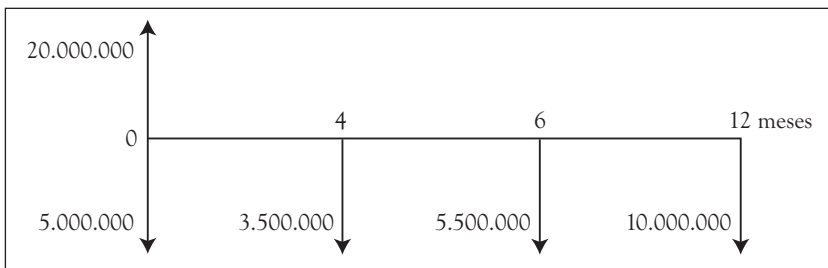
Solución con la hoja de cálculo Excel

C6		fx		=TIR(B2:B4)	
	A	B	C	D	
1	PERIODO	VALORES			
2	0	- 200.000			
3	1	110.000			
4	2	110.000	BARRA DE FORMULAS		
5					
6		TIR =			6,60%

Como se aprecia en los ejemplos 4.6 y 4.7, en la medida en que el horizonte del proyecto tiende a ser mayor a dos períodos, la ecuación para encontrar la TIR se vuelve prácticamente imposible de resolver manualmente. Para obviar tal dificultad y sacrificando la exactitud que el método analítico proporciona, se ha diseñado un algoritmo de solución denominado “ensayo y error”, que consiste en asignarle a la tasa de interés diferentes valores hasta encontrar, por medio de la interpolación lineal, la tasa que haga el VPN = 0.

Ejemplo 4.8

El señor Pedro Picapiedra compró a ORBE LTDA un lote de terreno por valor de \$20.000.000 y se comprometió a pagarlo de la siguiente forma: una cuota inicial de \$5.000.000, un pago de \$3.500.000 dentro de 4 meses, un pago de \$5.500.000 dentro de 6 meses y un pago de \$10.000.000 dentro de 12 meses. Calcular la tasa de interés que le cobraron en la operación.



Podemos plantear una ecuación, igualando el valor presente de los ingresos con el valor presente de los egresos.

$$20.000.000 = 5.000.000 + \frac{3.500.000}{(1+i)^4} + \frac{5.500.000}{(1+i)^6} + \frac{10.000.000}{(1+i)^{12}}$$

En la ecuación, la i del denominador es la incógnita y ésta a su vez corresponde a la TIR, que es la tasa de interés que iguala el valor presente de los ingresos con el valor presente de los egresos, vale decir, es la tasa de interés que hace el $VPN = 0$.

Por interpolación lineal, $i = 2.78\%$ mensual.

Solución con la hoja de cálculo Excel

	A	B	C	D	E
1	PERIODO	VALORES			
2	0	15.000.000			
3	1	0			
4	2	0	BARRA DE FORMULAS		
5	3	0			
6	4	-3.500.000	TIR =	2,78%	
7	5	0			
8	6	-5.500.000			
9	7	0			
10	8	0			
11	9	0			
12	10	0			
13	11	0			
14	12	-10.000.000			

4.3.1.2. Método gráfico para calcular la TIR

La TIR es la tasa de interés que hace el $VPN = 0$. Una vez construida la ecuación del VPN, se le asignan diferentes valores a la tasa de descuento con el fin de obtener diferentes valores del VPN, partiendo de una tasa del 0%. Mediante este procedimiento se diseña una gráfica que se denomina “el perfil del VPN”.

Utilizando el flujo de caja del ejemplo 4.1, se tiene la siguiente tabla:

Tasa	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%
V/N	630.00	434.89	274.26	140.56	28.16	-67.20	-148.79	-219.12

¿Cómo se gráfica el perfil del VPN?

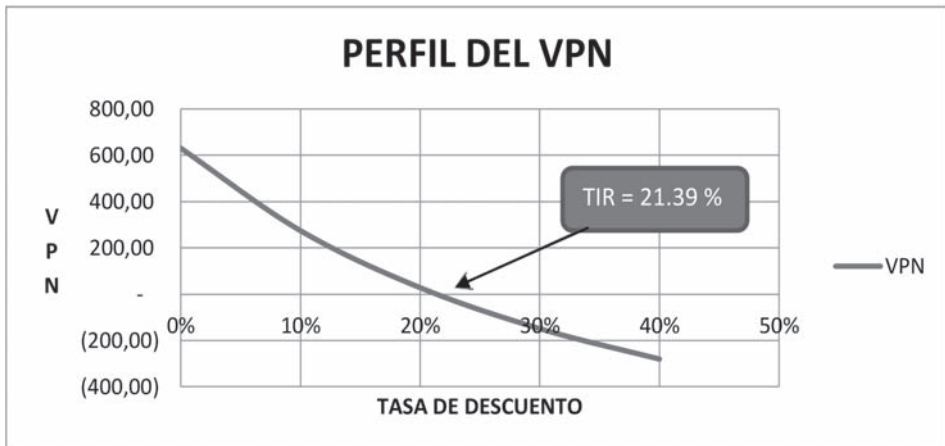
- Se construye el flujo de caja del proyecto de inversión en el que deben aparecer, en forma exacta, los ingresos y egresos.
- Las ordenadas del plano cartesiano corresponderán al valor del VPN y las abscisas a la tasa de descuento.

- Se calcula el valor del VPN para diferentes tasas de descuento, partiendo de una tasa del 0%. Para una tasa de descuento del 0%, el valor del VPN se calcula sumando en forma algebraica el flujo de caja del proyecto, asumiendo que los egresos son valores negativos y los ingresos son positivos.

Solución con la hoja de cálculo Excel

B9		f _x		=VNA(A9;B3:B6)-B2	
	A	B	C	D	
1	PERIODO	VALORES			
2	0	1.000			
3	1	350			
4	2	380	BARRA DE FORMULAS		
5	3	400			
6	4	500			
7					
8	TASA	VPN			
9	0%	630,00			
10	5%	434,89			
11	10%	274,26			
12	15%	140,57			
13	20%	28,16			
14	25%	-67,20			
15	30%	-148,79			
16	35%	-219,12			

Al obtener valores del VPN positivos y negativos, se puede dibujar el **perfil del VPN**.



Si analizamos la gráfica que corresponde al ejemplo de los dos inversionistas, se observa que la curva corta la abscisa en un punto que corresponde a la tasa de descuento del 21.39%, que pasa a ser el valor de la TIR.

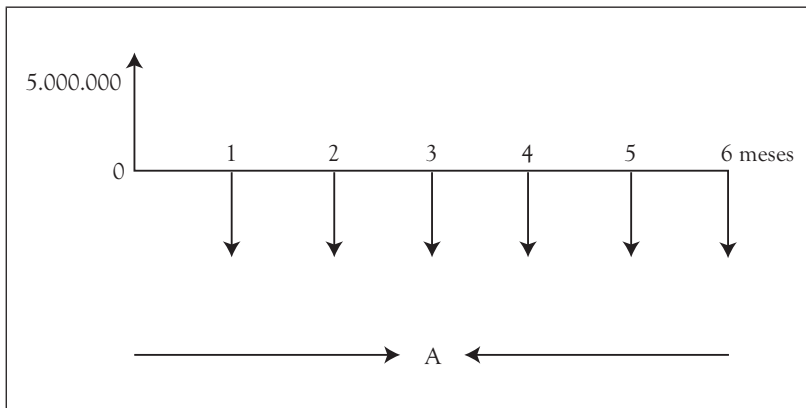


4.3.2. Significado de la TIR

Cuando se realiza una operación financiera, generalmente se cree que la tasa de interés obtenida (TIR) representa el rendimiento o costo sobre la inversión inicial. La TIR es la tasa de interés pagada sobre los saldos de dinero tomado en préstamo o la tasa de rendimiento ganada sobre el saldo no recuperado de la inversión.

Ejemplo 4.9

A un empleado le financian un electrodoméstico que tiene un precio de \$5.000.000, por medio de 6 cuotas mensuales, a una tasa del 3.0% mensual. Calcular el valor de las cuotas.



$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$A = 5.000.000 \left[\frac{0.03(1.03)^6}{(1+0.03)^6 - 1} \right]$$

$$A = \$922.987.50$$

En Excel: = PAGO (tasa; nper; VA; VF; tipo)
 = PAGO (3%; 6; 5.000.000; 0)

El proceso de aplicación de la tasa de interés se puede observar en la siguiente tabla:

Mes	Cuota	Interés	Abono a capital	Saldo
0				5.000.000.00
1	922.987.50	150.000.00	772.987.50	4.227.012.50
2	922.987.50	126.810.37	796.177.13	3.430.835.37
3	922.987.50	102.925.06	820.062.44	2.610.772.93
4	922.987.50	78.323.18	844.664.31	1.766.108.61
5	922.987.50	52.983.26	870.004.24	896.104.37
6	922.987.50	26.883.13	896.104.37	0

Como se puede apreciar, la aplicación de la tasa de interés del 3% mensual (TIR) se hace sobre el saldo pendiente de pago al principio de cada mes. El saldo no recuperado de una inversión en cualquier punto del tiempo de la vida del proyecto puede ser visto como la parte de la inversión inicial que aún permanece sin recuperar en ese tiempo. Igualmente se observa que con el último pago de \$922.987.50 el saldo queda en cero.

Si el análisis se hace desde el punto de vista del prestamista, significa que obtiene un rendimiento sobre la inversión no amortizada al principio de cada mes del 3%, y que con el último ingreso de \$922.987.50 recupera su inversión, además de los rendimientos mensuales correspondientes. Desde el punto de vista del cliente, significa que cada mes paga el 3% sobre el saldo no amortizado.

Podemos concluir que la TIR es la tasa de interés a que rinden los dineros que permanecen invertidos en un proyecto de inversión. En una forma más amplia, la TIR es la tasa de interés pagada por un crédito, cualquiera sea su naturaleza, pero no sobre su valor inicial sino sobre saldos insolutos. Sin embargo, para un proyecto cuya vida útil sea de un período, como en el caso del ejemplo 4.2, la TIR sí es la tasa ganada sobre la inversión inicial.

4.3.3. Criterios para aceptar o rechazar un proyecto usando la TIR

Cuando se utiliza el método de la TIR para evaluar proyectos de inversión, los criterios de aceptación o rechazo de un proyecto, son los siguientes:

- Cuando la TIR es mayor que la tasa de oportunidad, el proyecto se debe aceptar. El inversionista obtiene un rendimiento mayor del exigido; el inversionista gana más de lo que quería ganar.
- Cuando la TIR es igual a la tasa de oportunidad, es indiferente emprender o no el proyecto de inversión.

- Cuando la TIR es menor que la tasa de oportunidad, el proyecto se debe rechazar. El inversionista gana menos de lo que quería ganar.

Tanto el VPN como la TIR son indicadores que permiten medir la rentabilidad de un proyecto de inversión. Cuando empleamos el VPN estamos calculando en pesos del presente el rendimiento de los dineros involucrados en el proyecto. La TIR mide también la rentabilidad de un proyecto sobre los dineros que todavía permanecen invertidos en él, pero expresada como tasa de interés. Aunque el cálculo del VPN es mucho más sencillo que el de la TIR, ésta última es más comprensible. Cuando hablamos de un proyecto que rinde el 20% anual, todo el mundo sabe lo que se quiere decir.

En el cálculo del VPN la variable determinante es la tasa de descuento. Podemos decir que el VPN es una función de esta tasa. A medida que ésta cambia, el VPN también cambia. No podemos calcular el VPN si no está determinada con anterioridad la tasa de descuento, mientras que la TIR no depende de esta tasa para su cálculo. Su única dependencia es sólo como tasa de referencia o comparación para decidir si se acepta o no el proyecto. Son muchos los inversionistas que prefieren el criterio de la TIR sobre el VPN para evaluar proyectos de inversión. Sin embargo, como veremos a continuación, son varios los defectos de la TIR que la invalidan, en ciertos casos, como método acertado para medir la rentabilidad de un proyecto de inversión.

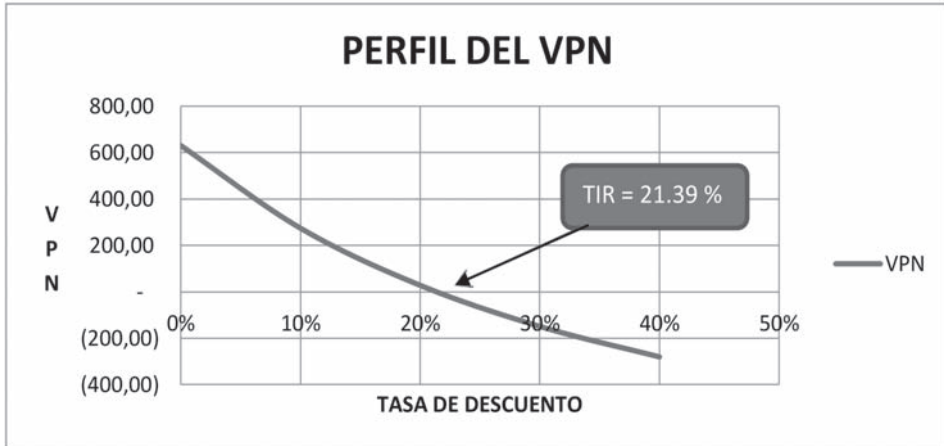
4.3.4. Defectos de la TIR

4.3.4.1 Primer defecto

Si dos proyectos son independientes, entonces los criterios del VPN y la TIR siempre conducirán a la misma decisión de *acéptese/rechácese*. Si el VPN afirma que el proyecto debe aceptarse, la TIR dirá lo mismo. Esto es válido siempre que el VPN sea una función uniformemente decreciente de la tasa de descuento, esto quiere decir que a medida que la tasa de descuento aumente el valor del VPN disminuye.

Primer caso. Cuando el VPN disminuye al aumentar la tasa de descuento. Éste es el caso más frecuente y se presenta en los proyectos convencionales o normales, o sea, aquellos proyectos en los que se produce una inversión inicial seguida de beneficios futuros. Para este caso, y cuando se trata de proyectos independientes o un sólo proyecto, el VPN y la TIR conducen a la misma decisión de aceptar o rechazar un proyecto.

Si analizamos la gráfica que corresponde al ejemplo de los dos inversionistas, resuelto al principio del capítulo, observamos que para el inversionista A que tiene una tasa de oportunidad del 20% el VPN es mayor que cero y, por lo tanto, el proyecto se debe aceptar, y también la TIR del proyecto es mayor que su tasa de oportunidad, por lo tanto, si hubiésemos utilizado el método de la TIR para este ejemplo también se debería aceptar el proyecto.



Segundo caso. Cuando el valor del VPN aumenta en la medida en que aumenta la tasa de descuento. Este caso presenta un primer defecto de la TIR, y se observa en proyectos de inversión no convencionales, o sea, cuando en el período cero no hay inversión sino ingresos.

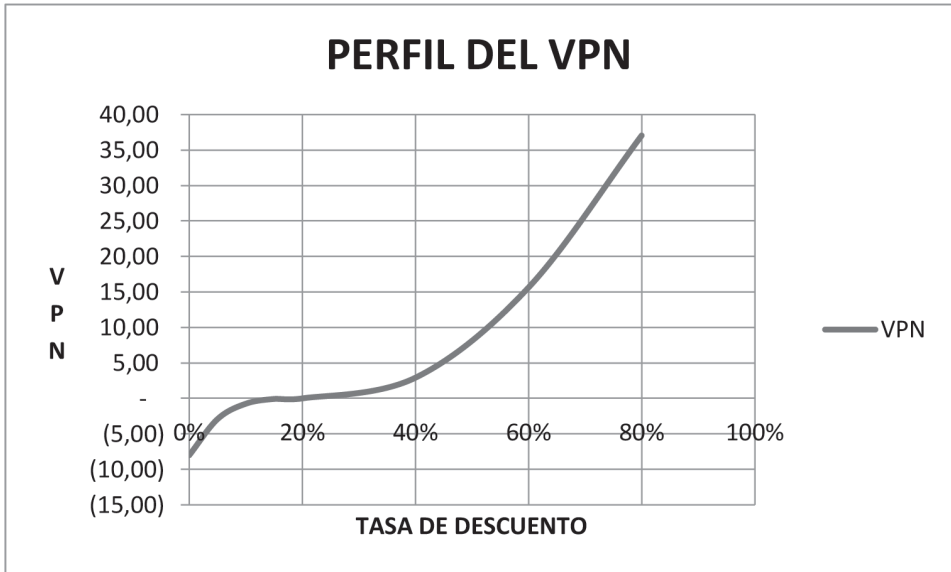
Utilicemos el siguiente flujo de caja que corresponde a un proyecto no convencional:

Proyecto	0	1	2	3	TIR	VPN (10%)
A	1.000	-3.600	4.320	-1.728	20%	-0.75

Solución con la hoja de cálculo Excel

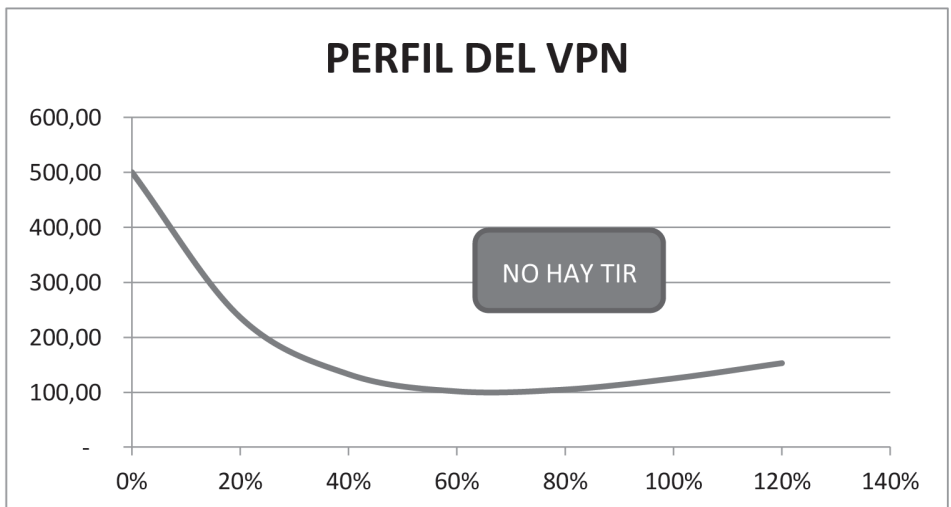
B9		fx		=VNA(B8;B3:B5)+B2	
	A	B	C	D	
1	PERIODO	VALORES			
2	0	1.000			
3	1	- 3.600			
4	2	4.320	BARRA DE FORMULAS		
5	3	- 1.728			
6					
7					
8	TASA OPORTUNIDAD	10%			
9	VPN	-0,75			
10	TIR	20,00%			

La función VNA actualiza los flujos futuros de un proyecto sin tener en cuenta la inversión inicial. Para calcular el VPN si se registra la inversión en el período cero con signo positivo, ésta se le resta al resultado del VAN. En caso de registrar la inversión con signo negativo, como en este caso, ésta se le suma al resultado del VAN.



Para este proyecto, si la tasa de oportunidad es del 10% y utilizamos el método del VPN como método de evaluación, el proyecto debe rechazarse porque para esta tasa de descuento el VPN es menor que cero. Si utilizamos la TIR, como criterio de selección, el proyecto se debe aceptar porque es mayor que la tasa de oportunidad.

Tercer caso. Por si esto no fuese suficiente, se presentan casos en los que no existe tasa de rentabilidad alguna. Un proyecto que tenga un ingreso inicial de 1.000, un egreso en el primer año de -3.000 y un ingreso en el segundo año de 2.500, no presenta ninguna TIR, pero el VPN positivo para cualquier tasa de descuento.



4.3.4.2. Segundo defecto. TIR múltiples

La ecuación de la TIR es un polinomio de grado n. La obtención de las raíces de cualquier polinomio está regido por la regla de los signos de Descartes que dice: **“un polinomio tiene tantas raíces como cambios de signos”**. Esto significa, para el caso de la TIR, que si el flujo de caja del proyecto presenta dos cambios de signo, se pueden obtener dos TIR, lo que no tiene interpretación económica. Parodiando al matemático René Descartes: **pienso, luego sé cuántas TIR pueden existir**.

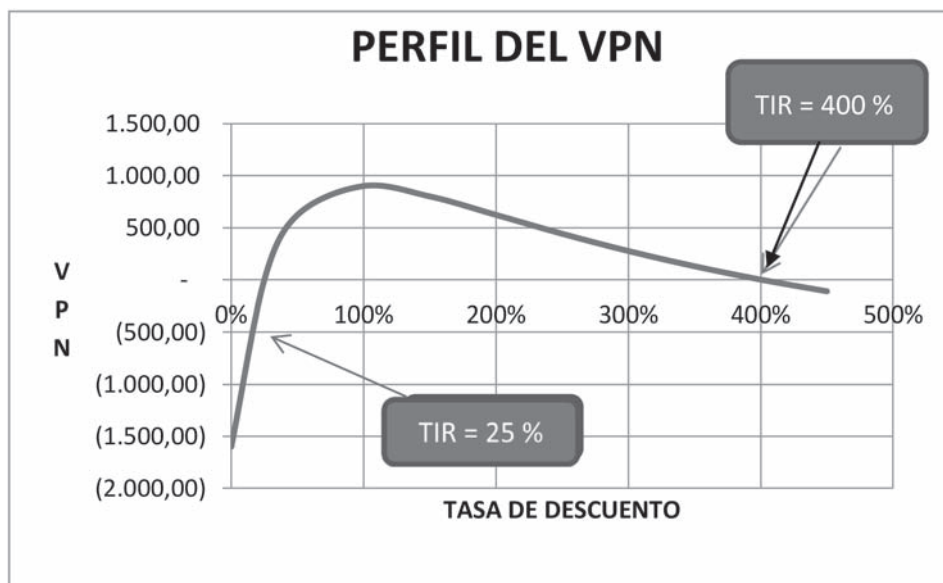
James Lorie y Leonard Savage fueron los primeros en reconocer la existencia de tasas internas de retorno múltiples. Para ilustrar este caso presentaron el siguiente flujo de caja de un proyecto de inversión:

Proyecto	0	1	2	TIR 1	TIR 2	VPN (10%)
A	-1.600	10.000	-10.000	25%	400%	-773,55

Al plantear la ecuación de la TIR, tenemos:

$$VPN = 0 = -1.600 + \frac{10.000}{(1 + TIR)^1} - \frac{10.000}{(1 + TIR)^2}$$

Calculando la TIR por cualquiera de los métodos expuestos anteriormente, observamos que existen dos tasas de interés que cumplen con la igualdad y son 25% y 400%, o sea, que tenemos dos TIR.



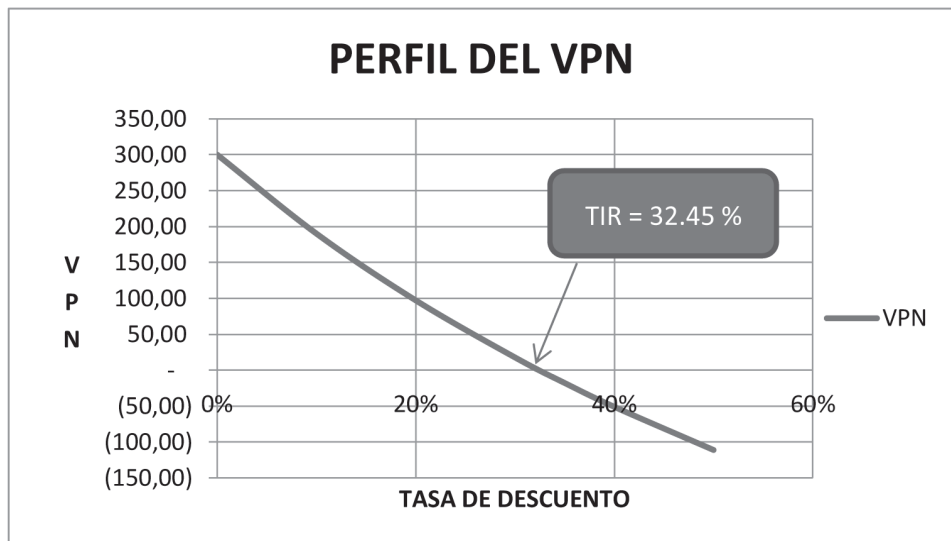
Al presentarse el problema de las tasas internas de retorno múltiples, la solución se debe proporcionar con la aplicación del VPN como criterio más adecuado del valor de la rentabilidad del proyecto.

Sin embargo, el número de cambios de signos no es condicionante del número de tasas internas de retorno. Un flujo de caja de tres flujos netos de efectivo que presente dos cambios de signos puede tener una sola TIR, si el último flujo es muy pequeño.

Van Horne (1998) presenta el siguiente flujo para dar un ejemplo de esa no dependencia:

Proyecto	0	1	2	TIR	VPN (10%)
A	-1.000	1.400	-100	32.45%	190.03

Aún cuando el flujo de caja presenta dos cambios de signo, el proyecto tiene solo una TIR del 32.45%.



Solución con la hoja de cálculo Excel

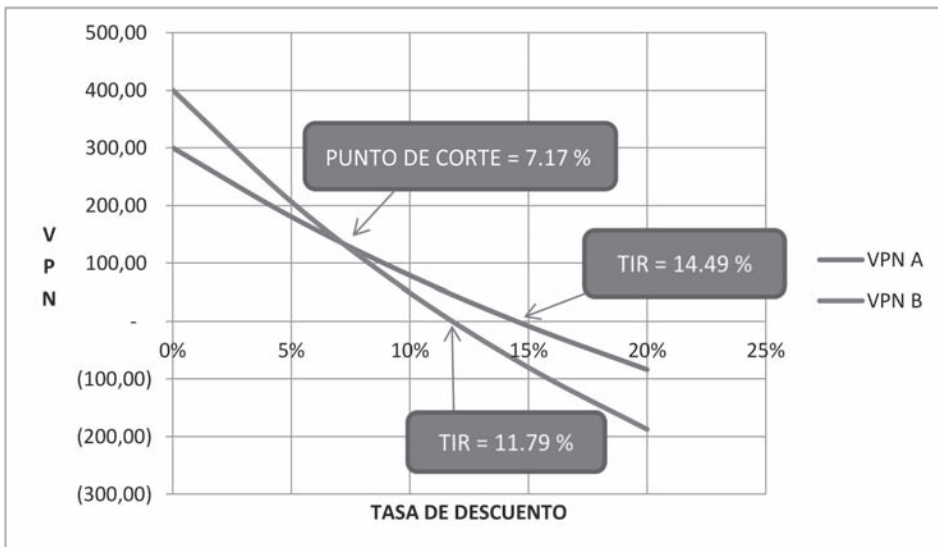
La función VNA actualiza los flujos futuros de un proyecto sin tener en cuenta la inversión inicial. Para calcular el VPN si se registra la inversión en el período cero con signo positivo, ésta se le resta al resultado del VAN. En caso de registrar la inversión con signo negativo, como en este caso, ésta se le suma al resultado del VAN.

B9		fx		=VNA(B8;B3:B5)+B2	
	A	B	C	D	
1	PERIODO	VALORES			
2	0	- 1.000			
3	1	1.400			
4	2	- 100	BARRA DE FORMULAS		
5					
6					
7					
8	TASA OPORTUNIDAD	10%			
9	VPN	190,08			
10	TIR	32,45%			

4.3.4.3. Tercer defecto. Proyectos mutuamente excluyentes

Ahora vamos a suponer que tenemos dos proyectos, A y B, que son mutuamente excluyentes en lugar de ser independientes. Es decir, podemos escoger el proyecto A, o escoger el proyecto B, o podemos rechazar ambos, pero no podemos aceptar los dos proyectos al mismo tiempo. Los flujos de caja de los dos proyectos son los siguientes (Weston y Brigham, 1995):

Proyecto	0	1	2	3	4	TIR	VPN (6%)
A	-1.000	500	400	300	100	14.49%	158.79
B	-1.000	100	300	400	600	11.79%	172.44



Lo primero que se observa es que existe un punto donde se cortan las dos curvas, llamado, *punto de corte o punto de indiferencia*, para una tasa de descuento del 7.17%. En este punto el VPN de los dos proyectos es igual.

Solución con la hoja de cálculo Excel

B9		fx		=VNA(B8;B3:B6)+B2		
	A	B	C	D	E	F
1	PERIODO	VALORES		PERIODO	VALORES	
2	0	- 1.000		0	-1000	
3	1	500		1	100	
4	2	400	BARRA DE FORMULAS	2	300	
5	3	300		3	400	
6	4	100		4	600	
7						
8	TASA OPORTUNIDAD	6%		TASA OPORTUNIDAD	6%	
9	VPN	158,79		VPN	172,44	
10	TIR	14,49%		TIR	11,79%	

La función VNA actualiza los flujos futuros de un proyecto sin tener en cuenta la inversión inicial. Para calcular el VPN si se registra la inversión en el período cero con signo positivo, ésta se le resta al resultado del VAN. En caso de registrar la inversión con signo negativo, como en este caso, ésta se le suma al resultado del VAN.

La tasa de corte viene determinada por la TIR del flujo de caja que resulta de hacer la diferencia algebraica de los flujos de cada proyecto. El flujo de caja resultante es el siguiente:

	0	1	2	3	4	TIR
Flujo Resultante	0	400	100	-100	-500	7.17%

Solución con la hoja de cálculo Excel

B8		fx =TIR(B2:B6)		
	A	B	C	D
1	PERIODO	VALORES		
2	0	0		
3	1	400		
4	2	100	BARRA DE FORMULAS	
5	3	-100		
6	4	-500		
7				
8	TIR	7,17%		

Si utilizamos el método de la TIR como criterio de selección, escogeríamos el proyecto A por tener mayor TIR, o sea, el proyecto que le devuelve al inversionista un mayor rendimiento. Para tasas de descuento entre 0% y la tasa de corte 7.17%, por ejemplo el 6%, se presenta un conflicto porque si aplicamos el criterio del VPN el proyecto B es mejor que el proyecto A al tener mayor VPN, pero según la TIR el proyecto A es mejor que el proyecto B. Para tasas de descuento mayores a la tasa de corte 7.17%, los dos métodos conducen a la misma decisión de aceptar el proyecto A.

La diferencia de los resultados que proporcionan ambos métodos se debe a los supuestos en que cada uno está basado. Mientras que el cálculo de la TIR supone que los fondos generados por el proyecto pueden ser reinvertidos a la misma TIR, el cálculo del VPN supone una reinversión de fondos a la tasa de descuento de la empresa, o sea, a su tasa de oportunidad (Weston y Brigham, 1995).

Los supuestos de reinversión de los dos métodos son inherentes a las matemáticas del proceso de descuento. En realidad, los flujos de efectivo pueden ser retirados por el inversionista y gastárselos en lo que él quiera pero el método del VPN aún supone que los flujos de efectivo pueden reinvertirse a la tasa de oportunidad mientras que la TIR supone que los flujos de efectivo pueden reinvertirse a la misma TIR.

A pesar de los problemas que presenta la TIR, son muchos los inversionistas que la prefieren como medida de rentabilidad de un proyecto en lugar del VPN. Esta preferencia se atribuye a la disposición de los inversionistas hacia las tasas de rendimiento en lugar de los rendimientos monetarios. Ante la pregunta de qué técnica es mejor para evaluar proyectos de inversión, sólo se puede decir que **teóricamente el VPN, pero en la práctica la TIR.**



4.4. Tasa verdadera de rentabilidad (TIR modificada)

El proceso matemático de cálculo de la TIR supone que los flujos que libera el proyecto son reinvertidos a la misma TIR, y esta suposición es irreal cuando la TIR es mayor o menor que la tasa de oportunidad del inversionista. Precisamente, por esta suposición se llama a la TIR tasa interna de retorno, debido a que no considera factores económicos externos al proyecto.

Supóngase que un proyecto de inversión tiene una TIR del 40% anual. Cada año el proyecto libera fondos, porque no los necesita, que no se pueden reinvertir por fuera del proyecto al 40% anual, sino a la tasa de oportunidad del inversionista. En este caso se presenta una dualidad: la TIR del proyecto como característica propia de él, que sigue siendo el 40%, y la verdadera rentabilidad del inversionista, que resulta de considerar la reinversión de los flujos que libera el proyecto, a una tasa mínima igual a su tasa de oportunidad.

Ejemplo 4.10

Pedro Pérez invierte hoy \$12.000.000 en un negocio de repuestos y después de 2 años recibe \$15.600.000. Calcular la TIR.



$$15.600.000 = 12.000.000(1 + i)^2$$

$$i = 14.02\% \text{ anual}$$

En este caso la tasa del 14.02% corresponde a la TIR del proyecto y al mismo tiempo es la rentabilidad que obtiene el señor Pedro Pérez debido a que no existe la posibilidad de la reinversión de flujos de caja durante la vida del proyecto, pues éste consiste en devolver la inversión inicial en un flujo de caja único de \$15.600.000 al final del segundo año.

En Excel: = TASA (nper; pago; VA; VF; tipo)
 = TASA (2; 0; -12.000.000; 15.600.000)

Solución con la hoja de cálculo Excel

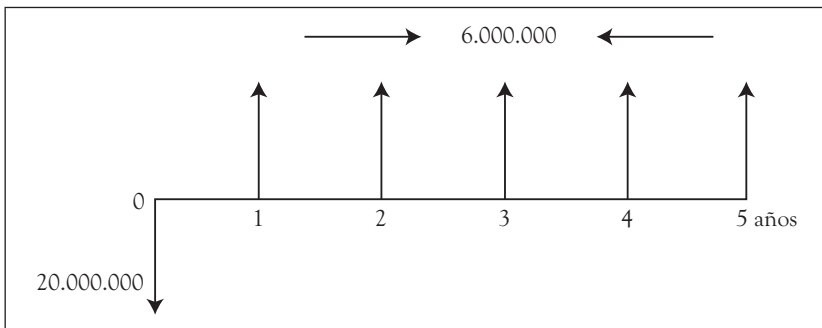
B6		fx		=TIR(B2:B5)	
	A	B	C	D	
1	PERIODO	VALORES			
2	0	-12.000.000			
3	1	0			
4	2	15.600.000	BARRA DE FORMULAS		
5					
6	TIR	14,02%			

Ejemplo 4.11

Unos estudiantes universitarios aportan \$20.000.000 para instalar al frente de su universidad un negocio de computadores. Al realizar su estudio económico, esperan recibir beneficios netos cada año de \$6.000.000 durante 5 años. El monto de los beneficios anuales los pueden reinvertir a una tasa del 10% anual, calcular:

- La TIR del proyecto.
- La verdadera tasa de rendimiento de los estudiantes.

El flujo de caja del proyecto corresponde a una anualidad vencida con una inversión inicial de \$20.000.000 y 5 ingresos de \$6.000.000.



Utilizando cualquier método para el cálculo de la TIR encontramos que para este proyecto es del 15.24% anual.

En Excel: = TASA (nper; pago; VA; VF; tipo)
 = TASA (5; -6.000.000; 20.000.000; 0)

Solución con la hoja de cálculo Excel

C9		fx		=TIR(B2:B7)	
	A	B	C	D	
1	PERIODO	VALORES			
2	0	-20.000.000			
3	1	6.000.000			
4	2	6.000.000	BARRA DE FORMULAS		
5	3	6.000.000			
6	4	6.000.000			
7	5	6.000.000			
8					
9		TIR =	15,24%		

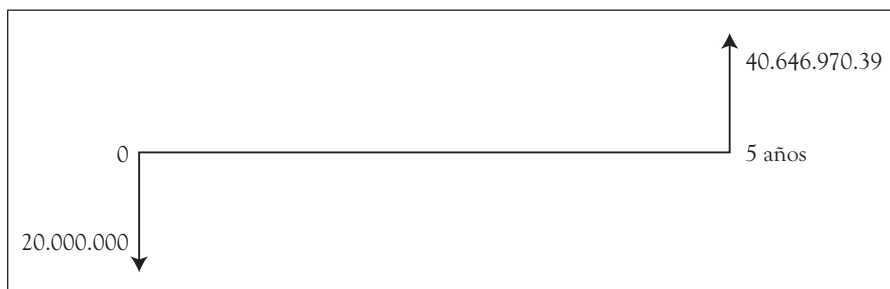
Si le aplicamos a la inversión inicial de \$20.000.000 una tasa de interés del 15.24% anual, el valor de los intereses es de \$3.048.000 y observamos que el proyecto devuelve al final del primer año un valor de \$6.000.000. Esto indica que con la liberación de un flujo de \$6.000.000 en el primer año, el proyecto le está devolviendo al inversionista \$2.952.000 de la inversión inicial que ya no los necesita, quedando un saldo de \$17.048.000. Sobre este saldo, el proyecto le da una rentabilidad del 15.24% anual durante el segundo año, y así sucesivamente. Esto indica que la TIR mide la rentabilidad que producen los dineros que aún permanecen invertidos en el proyecto y no sobre la inversión inicial.

Miremos qué sucedería si los flujos de caja que libera el proyecto se reinvertieran a la misma TIR.

$$F = 6.000.000(1.1524)^4 + 6.000.000(1.1524)^3 + 6.000.000(1.1524)^2 + 6.000.000(1.1524)^1 + 6.000.000$$

$$F = \$40.646.970.39$$

Lo que indica que, después de 5 años, por la reinversión de los flujos que libera el proyecto a una tasa del 15.24% anual, los estudiantes tienen un valor terminal de \$40.646.970.39.



Aplicando la ecuación básica, se tiene:

$$40.646.970.39 = 20.000.000(1 + i)^5$$

$$\frac{40.646.970.39}{20.000.000} = (1 + i)^5$$

$$2.0323 = (1 + i)^5$$

$$\sqrt[5]{2.0323} = \sqrt[5]{(1 + i)^5}$$

$$(2.0323)^{1/5} = (1 + i)$$

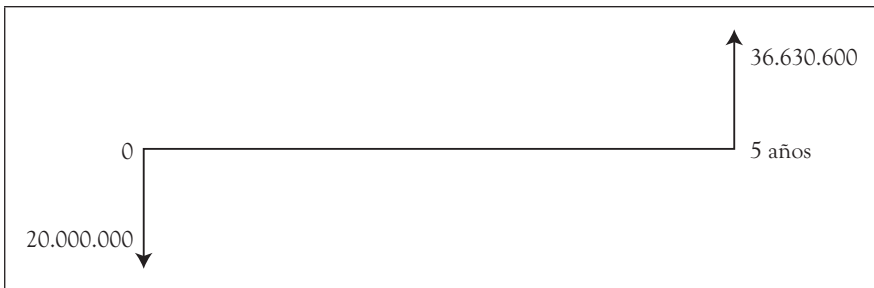
$i = 15.24\%$ anual = TIR del proyecto = rentabilidad de los estudiantes

Pero el ejercicio supone que los estudiantes pueden reinvertir los fondos que libera el proyecto a una tasa del 10% anual. En este caso el valor acumulado después de los 5 años es:

$$F = 6.000.000(1.10)^4 + 6.000.000(1.10)^3 + 6.000.000(1.10)^2 + 6.000.000(1.10)^1 + 6.000.000$$

$$F = \$36.630.600$$

Construyendo el flujo de caja para los estudiantes, se tiene:



Aplicando la ecuación básica, se tiene:

$$36.630.600 = 20.000.000(1 + i)^5$$

$i = 12.87\%$ anual = tasa verdadera de rentabilidad de los estudiantes

El Excel tiene una función para calcular la tasa verdadera de rentabilidad (TIR MODIFICADA) que se llama TIRM, la cual aplicamos de la siguiente forma:

= TIRM (valores; tasa financiamiento; tasa de reinversión)

Solución con la hoja de cálculo Excel

C11		f_x		=TIRM(B2:B7;C9;C10)	
	A	B	C	D	
1	PERIODO	VALORES			
2	0	-20.000.000			
3	1	6.000.000			
4	2	6.000.000	BARRA DE FORMULAS		
5	3	6.000.000			
6	4	6.000.000			
7	5	6.000.000			
8					
9		TIR =	15,24%		
10		TASA DE REINVERSION	10,00%		
11		TIR MODIFICADA	12,87%		

4.5. Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)

El flujo de caja de un proyecto de inversión convencional está conformado por una inversión inicial y beneficios en el futuro. También existen proyectos que requieren inversiones adicionales durante su vida útil. Pero una condición indispensable para que exista una TIR es que los beneficios sean iguales o mayores que la inversión inicial. Si los beneficios son iguales a la inversión inicial, la TIR es igual a cero y no existe valor del dinero en el tiempo. Por ejemplo, si invertimos \$100 y recibimos \$50 al final del primer año y \$50 al final del segundo año, el valor de la TIR es igual a cero y el costo del dinero también es cero. Si los beneficios son mayores que la inversión inicial, existe una TIR positiva, lo que equivale a decir que existe un rendimiento sobre saldos insolutos medido por la misma TIR.

En la práctica surge el análisis de proyectos de inversión cuyo flujo de caja está compuesto sólo por egresos (gastos), y en este caso no se puede determinar su rentabilidad por medio de la TIR. Ejemplos de este caso se presentan cuando se analiza la posibilidad de reemplazar una máquina por otra de características similares, que forman parte de un proceso productivo y que no generan beneficios por sí mismas. Para solucionar este problema se debe aplicar el CAUE, que consiste en convertir los egresos e ingresos asociados al proyecto en cantidades anuales iguales equivalentes, lo que equivale a convertir estas partidas en cuotas (A) de una anualidad vencida. El término costo anual, por lo general, hace referencia a cuotas anuales, pero en la realidad éstas pueden expresarse para cualquier período. En una forma más práctica, podemos decir que el CAUE es cada una de las partes anuales iguales en que se reparte el VPN, a la tasa de descuento utilizada para calcularlo. Esto es equivalente a calcular la cuota (A) de una anualidad vencida conocidos el valor presente, que en este caso es el VPN, la tasa de interés, que corresponde a la tasa de descuento y el número de cuotas, que es el número de años de la vida útil del proyecto.

La importancia del CAUE radica en que con su aplicación podemos tomar la decisión de la inversión en proyectos que producen sólo gastos, o en aquellos en los cuales es muy difícil, si no imposible, determinar los beneficios, aunque también se aplica para proyectos que tienen explícitos los ingresos. Por ejemplo, es casi imposible cuantificar los beneficios que genera una planta eléctrica para una empresa dentro de su proceso productivo. También, si se está analizando la posibilidad de reemplazar una planta que está en operación por otra que promete un ahorro en los gastos de operación, con este método podemos tomar una decisión escogiendo la que representa un menor costo para la empresa.

El método del CAUE se aplica para las situaciones siguientes:

1. En el análisis y evaluación de un proyecto individual, cuando son conocidos los ingresos y egresos. Si el CAUE es positivo, se recomienda el proyecto. Este criterio de aceptación o rechazo de un proyecto individual es razonable, porque al ser el CAUE la distribución del VPN en cuotas anuales iguales equivalentes (o para cualquier otro período), si el valor de este último es positivo, también lo serán las partes iguales en que se reparte que corresponden al CAUE. Si el VPN es positivo, el CAUE también será positivo y, por lo tanto, el proyecto se acepta. En forma análoga, si el CAUE es negativo el proyecto se debe rechazar. El VPN y el CAUE se pueden considerar como un mismo indicador, afectado por un factor de escala (*Infante, 1991*).
2. Selección de alternativas que presentan ingresos y egresos. En este caso se escoge la de mayor CAUE, que equivaldría a aceptar la de mayor VPN.
3. Selección de alternativas que sólo presentan egresos. En este caso se escoge la alternativa de menor CAUE.
4. Selección de alternativas con vidas útiles diferentes.

Existen varios métodos para calcular el CAUE, independientemente de cuál de las situaciones mencionadas arriba se presenten. Por su simplicidad utilizaremos en este texto el **Método del valor presente neto**, mediante el cual se calcula el VPN para el flujo de caja y se convierte este VPN en una serie anual uniforme equivalente, utilizando como tasa de descuento la tasa de oportunidad de la empresa o inversionista.

$$CAUE_{(i)} = VPN \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

En el proceso de selección de alternativas de inversión mutuamente excluyentes, se pueden presentar los siguientes casos:

1. Que de las alternativas a comparar se conozcan los ingresos y egresos con vidas útiles iguales.
2. Que de las alternativas a comparar sólo se conozcan los gastos con vidas útiles iguales.
3. Que se presenten los dos casos anteriores con alternativas que tienen diferentes vidas útiles.

Primer caso: alternativas que presentan ingresos y egresos con una misma vida útil. Para este caso se calcula el CAUE de cada alternativa y se selecciona la de mayor valor, siempre y cuando los CAUE sean positivos. Si una alternativa presenta un CAUE negativo, se seleccionará la de valor positivo. En caso de obtener valores negativos para los dos CAUE, se rechazarán las alternativas.

Ejemplo 4.13

La empresa Constructores Asociados necesita adquirir una nueva mezcladora para preparar el concreto que utiliza en sus obras. En el mercado existen dos modelos que prestan el mismo servicio y producen los mismos ingresos, cada uno con las siguientes características:

Tipo mezcladora	Caterpillar	Jhon Deere
Costo del equipo	\$25.000.000	\$20.000.000
Ingresos anuales	8.000.000	8.000.000
Gastos operativos / año	1.800.000	2.200.000
Valor de salvamento	10.000.000	8.000.000
Vida útil	5 años	5 años

¿Cuál de las dos mezcladoras debe comprar la empresa, si su tasa de oportunidad es del 15% anual?

Para tomar una decisión desde el punto de vista económico, nos apoyamos en el cálculo del CAUE y se debe seleccionar la de mayor valor.

Alternativa Caterpillar

Para analizar cada alternativa tenemos en cuenta los ingresos netos que resultan de restarle a los ingresos anuales los gastos operativos anuales. Para esta alternativa los ingresos netos anuales son de \$6.200.000.

$$VPN = -25.000.000 + 6.200.000 \left[\frac{(1 + 0.15)^5 - 1}{0.15(1 + 0.15)^5} \right] + \frac{10.000.000}{(1 + 0.15)^5}$$

$$VPN = \$755.129$$

Solución con la hoja de cálculo Excel

C10		fx		=VNA(C9;B3:B7)-B2
	A	B	C	D
1	PERIODO	VALORES		
2	0	25.000.000		
3	1	6.200.000		
4	2	6.200.000	BARRA DE FORMULAS	
5	3	6.200.000		
6	4	6.200.000		
7	5	16.200.000		
8				
9		TASA OPORTUNIDAD	15,00%	
10		VPN =	755.129	

Por ser el VPN positivo, el CAUE también será positivo.

$$CAUE_{(15\%)} = 755.129 \left[\frac{0.15(1 + 0.15)^5}{(1 + 0.15)^5 - 1} \right]$$

$$CAUE = \$225.266$$

En Excel: = PAGO (tasa; nper; VA; VF; tipo)

= PAGO (15%; 5; 755.129; 0)

Alternativa Jhon Deere

Para esta alternativa los ingresos netos son de \$5.800.000.

$$VPN = -20.000.000 + 5.800.000 \left[\frac{(1 + 0.15)^5 - 1}{0.15(1 + 0.15)^5} \right] + \frac{8.000.000}{(1 + 0.15)^5}$$

$$VPN = 3.419.914$$

Solución con la hoja de cálculo Excel

C10		fx		=VNA(C9;B3:B7)-B2	
	A	B	C	D	
1	PERIODO	VALORES			
2	0	20.000.000			
3	1	5.800.000			
4	2	5.800.000		BARRA DE FORMULAS	
5	3	5.800.000			
6	4	5.800.000			
7	5	13.800.000			
8					
9		TASA OPORTUNIDAD	15,00%		
10		VPN =	3.419.913		

Calculamos el CAUE:

$$CAUE_{(15\%)} = 3.419.913 \left[\frac{0.15(1 + 0.15)^5}{(1 + 0.15)^5 - 1} \right]$$

$$CAUE = \$1.020.213$$

En Excel: = PAGO (tasa; nper; VA; VF; tipo)
 = PAGO (15%; 5; 3.419.914; 0)

Se escoge la alternativa Jhon Deere por tener un mayor CAUE que la alternativa Caterpillar.

Si utilizamos el método del valor presente neto (VPN) llegamos a la misma decisión. En el caso de haber obtenido valores negativos para los CAUE, la solución hubiese sido la alternativa **no hacer nada**.

Segundo caso: alternativas que presentan sólo gastos con una misma vida útil. Con frecuencia se necesita elegir entre alternativas cuyos beneficios, diferentes al valor de salvamento, no se pueden cuantificar, o que generan los mismos ingresos por prestar el mismo servicio. Por ejemplo, es muy difícil determinar los ingresos que produce una planta eléctrica en el proceso de generación de ingresos de todo un proceso productivo. Para este tipo de situación, las plantas eléctricas que satisfagan las necesidades actuales y cumplan con las características exigidas deben ser evaluadas con base en sus costos y se debe seleccionar la que genera menores costos, vale decir, la de menor CAUE. Recordamos que en casos de no existir ingresos, para efecto de interpretación de los resultados, se acostumbra invertir el sentido de los signos convencionales para ingresos y egresos. Tomamos para los egresos signo positivo y para los ingresos signo negativo.

Ejemplo 4.14

Cierta empresa que utiliza para sus inversiones una tasa de oportunidad del 30% anual, desea conocer cuál de las alternativas siguientes debe seleccionar:

	Máquina A	Máquina B
Costo del equipo	\$10.000.000	\$12.000.000
Gastos operativos / año	1.800.000	1.500.000
Valor de salvamento	6.000.000	8.000.000
Vida útil	5 años	5 años

Como en este caso son más relevantes los costos que los beneficios, cambiaremos, para efectos de interpretación, el sentido de los signos. Los costos serán positivos y los ingresos (valor de salvamento) serán negativos. Bajo estas condiciones podemos calcular el CAUE para cada una de las alternativas y se seleccionará la de menor costo. Aquí no aplica la alternativa **no hacer nada** puesto que se trata de seleccionar la de menor costo y se supone que la inversión hay que hacerla.

Máquina A:

$$VPN = 10.000.000 + 1.800.000 \left[\frac{(1 + 0.30)^5 - 1}{0.30(1 + 0.30)^5} \right] - \frac{6.000.000}{(1 + 0.30)^5}$$

$$VPN = \$12.768.051$$

Solución con la hoja de cálculo Excel

	A	B	C	D
1	PERIODO	VALORES		
2	0	-10.000.000		
3	1	1.800.000		
4	2	1.800.000		
5	3	1.800.000		
6	4	1.800.000		
7	5	-4.200.000		
8				
9		TASA OPORTUNIDAD	30,00%	
10		VPN =	12.768.051	

Calculamos el CAUE para esta alternativa:

$$CAUE_{(30\%)} = 12.768.051 \left[\frac{0.30(1 + 0.30)^5}{(1 + 0.30)^5 - 1} \right]$$

$$CAUE = \$5.242.326$$

En Excel: = PAGO (tasa; nper; VA; VF; tipo)
 = PAGO (30%; 5; 12.768.051; 0)

Máquina B:

$$VPN = 12.000.000 + 1.500.000 \left[\frac{(1 + 0.30)^5 - 1}{0.30(1 + 0.30)^5} \right] - \frac{8.000.000}{(1 + 0.30)^5}$$

$$VPN = \$13.498.722$$

Solución con la hoja de cálculo Excel

C10		fx		=VNA(C9:B3:B7)-B2	
	A	B	C	D	
1	PERIODO	VALORES			
2	0	-12.000.000			
3	1	1.500.000			
4	2	1.500.000		BARRA DE FORMULAS	
5	3	1.500.000			
6	4	1.500.000			
7	5	-6.500.000			
8					
9		TASA OPORTUNIDAD	30,00%		
10		VPN =	13.498.722		

Calculamos el CAUE para esta alternativa:

$$CAUE_{(30\%)} = 13.498.722 \left[\frac{0.30(1 + 0.30)^5}{(1 + 0.30)^5 - 1} \right]$$

$$CAUE = \$5.542.326$$

En Excel: = PAGO (tasa; nper; VA; VF; tipo)
 = PAGO (30%; 5; 13.498.722; 0)

La empresa debe seleccionar la máquina A por tener un menor CAUE, lo que significa que esta máquina le representa un menor costo anual.

Tercer caso: selección de alternativas con vidas útiles diferentes. Puede presentarse el caso de alternativas que presentan ingresos y egresos, o alternativas que sólo presentan egresos.

Este caso ha despertado durante mucho tiempo discusiones académicas hasta el punto de no existir consenso entre los tratadistas financieros. La mayoría de ellos proponen unificar las vidas útiles de las alternativas calculando su mínimo común múltiplo, bajo el supuesto de que al vencerse la vida útil de cada equipo éste se reemplaza por otro exactamente igual en inversión, costos y valor de salvamento. Así, por ejemplo, si tenemos dos alternativas para la compra de un equipo de las mismas características y que prestan el mismo servicio, uno con una vida útil de 7 años y el otro con una vida útil de 5 años, el método propone igualar las vidas útiles con base en el m.c.m. que en este caso sería de 35 años. Lo anterior indica que en los ciclos sucesivos de cada alternativa los flujos de efectivo de cada alternativa tendrán flujos de efectivo idénticos a los del primer ciclo. Esto en la práctica es sencillamente imposible, debido a que después de 5 años o 7 años se encontrarán en el mercado equipos cuyas características tecnológicas y de operación serán más atractivas y ventajosas que la de los equipos actuales.

En este libro utilizaremos el método propuesto por *Gabriel Baca Urbina* en su libro *Fundamentos de Ingeniería Económica*, por ser más consistente en la realidad, que consiste en fijar un horizonte de planeación que puede ser cualquiera de las vidas útiles de las alternativas o una diferente a ellas. Si entre las alternativas hay equipos con una vida útil mayor o menor, habrá que recalcular su valor de salvamento para ajustarlo exactamente al período de planeación.

Ejemplo 4.15

Consideremos que para el ejemplo anterior la vida útil de la máquina B sea 7 años.

	Máquina A	Máquina B
Costo del equipo	\$10.000.000	\$12.000.000
Gastos operativos / año	1.800.000	1.500.000
Valor de salvamento	6.000.000	8.000.000
Vida útil	5 años	7 años

Asumamos un período de planeación de 5 años. En este caso tenemos que ajustar el valor de salvamento de la alternativa B, de la siguiente forma:

$$P - \left[\frac{P - VS}{n} \right]_t$$

Siendo: P = costo del equipo.
 VS = valor de salvamento.
 n = vida útil del equipo.
 t = horizonte de planeación.

El segundo término de la fórmula, $P - \left[\frac{P - VS}{n} \right]_t$, corresponde a la depreciación acumulada del activo. Recordemos que el valor de salvamento, utilizando el método contable, es igual al valor del activo menos la depreciación acumulada.

El CAUE de la alternativa A sigue siendo el mismo = \$5.242.326.

Alternativa B: primero tenemos que ajustar el valor de salvamento:

$$P - \left[\frac{P - VS}{n} \right]_t = 12.000.000 - \left[\frac{12.000.000 - 8.000.000}{7} \right] \times 5$$

El nuevo valor de salvamento de la alternativa B, es igual a: \$9.142.857.

	Máquina A	Máquina B
Costo del equipo	\$10.000.000	\$12.000.000
Gastos operativos / año	1.800.000	1.500.000
Valor de salvamento	6.000.000	9.142.857
Vida útil	5 años	5 años

Calculamos el CAUE para la alternativa B:

$$VPN = 12.000.000 + 1.500.000 \left[\frac{(1 + 0.30)^5 - 1}{0.30(1 + 0.30)^5} \right] - \frac{9.142.857}{(1 + 0.30)^5}$$

Solución con la hoja de cálculo Excel

	C10		f _x	=VNA(C9;B3:B7)-B2
1	A	B	C	D
1	PERIODO	VALORES		
2	0	-12.000.000		
3	1	1.500.000		
4	2	1.500.000		
5	3	1.500.000		
6	4	1.500.000		
7	5	-7.642.857		
8				
9		TASA OPORTUNIDAD		30,00%
10		VPN =		13.190.917

$$CAUE_{(30\%)} = 13.190.917 \left[\frac{0.30(1 + 0.30)^5}{(1 + 0.30)^5 - 1} \right]$$

$$CAUE = \$5.415.947$$

En Excel: = PAGO (tasa; nper; VA; VF; tipo)
 = PAGO (30%; 5; 13.190.918; 0)

Se selecciona la alternativa A por tener un menor CAUE.

⊙ **Cuestionario**

1. ¿Qué es una inversión?
2. ¿A medida que aumenta la tasa de descuento se reduce el VPN?
3. ¿En un proyecto independiente, cuando la TIR es mayor que la tasa de oportunidad el VPN es mayor que cero?
4. ¿El inconveniente del método del VPN es que depende de la tasa de descuento?
5. ¿El método de la TIR supone que los Flujos Netos de Efectivo se reinvierten a la misma TIR, mientras que el método del VPN supone que éstos se reinvierten a la tasa de descuento?
6. ¿Existen dificultades en el cálculo e interpretación de la TIR cuando el flujo de caja presenta más de un cambio de signo?
7. ¿Un VPN negativo indica que se pierde dinero?
8. ¿Qué es la tasa de descuento?
9. Analice la siguiente afirmación: la TIR es la tasa a que rinde la inversión inicial del proyecto de inversión.
10. ¿Pueden existir proyectos de inversión en los cuales no se conocen en forma explícita los beneficios?
11. ¿Qué es la TIR?
12. Analice la siguiente información: el VPN mide la rentabilidad de un proyecto en cifras monetarias.
13. ¿La tasa de descuento es la misma TIR?
14. Explique los siguientes términos: proyectos independientes, proyectos complementarios y proyectos mutuamente excluyentes.
15. ¿Qué relación existe entre el VPN y el CAUE?
16. ¿Por qué si la TIR es mayor que la tasa de descuento, el proyecto se debe aceptar?
17. ¿Para que exista una TIR es indispensable que los beneficios sean iguales o mayores que la inversión inicial?
18. ¿La tasa de oportunidad refleja el costo de oportunidad del inversionista? Explique.

★ Solucionario

- ✓ **Ejercicio 1.** Se va a montar un almacén que requiere una inversión inicial de \$50.000.000 y luego inversiones adicionales de \$500.000 mensuales desde el final del tercer mes hasta el final del mes décimo. Se espera obtener utilidades mensuales, a partir del segundo mes, en forma indefinida, de \$1.000.000. Si la tasa de oportunidad es del 6% mensual, ¿se recomienda el proyecto? Utilice el método del VPN

Calculamos el valor presente de los egresos:

$$VPE = 50.000.000 + 500.000 \frac{\left[\frac{(1 + 0.06)^8 - 1}{0.06(1 + 0.06)^8} \right]}{(1 + 0.06)^2} = \$52.763.347.19$$

Calculamos el valor presente de los ingresos:

$$VPI = \frac{A}{(1+i)^1} = \frac{1.000.000}{(1 + 0.06)^1} = \$15.723.270.44$$

$VPN_{(6\%)} = VPI - VPE = \$15.723.270.44 - \$52.763.347.19 = \$ -37.040.076.75$. Por ser el VPN menor que cero se rechaza el proyecto.

- ✓ **Ejercicio 2.** Pedro compró una casa por \$25.000.000 y espera arrendarla por \$500.000 mensuales pagados en forma vencida, a partir del segundo mes y durante 12 meses, cuando espera venderla por \$40.000.000. Si su tasa de oportunidad es del 2.0% mensual, ¿hizo buen negocio?

$$VPE = \$25.000.000$$

$$VPI = 500.000 \frac{\left[\frac{(1 + 0.02)^{12} - 1}{0.02(1 + 0.02)^{12}} \right]}{(1 + 0.02)^1} + \frac{40.000.000}{(1 + 0.02)^{13}} = \$36.105.291.80$$

$VPN_{(2\%)} = VPI - VPE = \$36.105.291.80 - \$25.000.000 = \$11.105.291.80$, mayor que cero, lo que indica que hizo un buen negocio.

Hoja de cálculo Excel

PAGO				
	A	B	C	D
1	INVERSION		25.000.000,00	
2	PAGOS	1	-	
3		2	500.000,00	
4		3	500.000,00	
5		4	500.000,00	
6		5	500.000,00	=VNA(2%;C2:C14)-C1
7		6	500.000,00	
8		7	500.000,00	
9		8	500.000,00	
10		9	500.000,00	
11		10	500.000,00	
12		11	500.000,00	
13		12	500.000,00	
14		13	40.500.000,00	

- ✓ **Ejercicio 3.** Se invierten \$500 con la expectativa de recibir \$80 al final de cada uno de los siguientes 8 años. Calcular la TIR:

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \quad 500 = 80 \left[\frac{(1+i)^8 - 1}{i(1+i)^8} \right]$$

Por interpolación lineal, $i = 5.84\%$ anual = TIR

En Excel: =TASA (8; -80; 500)

Hoja de cálculo Excel

PAGO				
	A	B	C	D
1	INVERSION		-500	
2	BENEFICIOS	1	80	
3		2	80	
4		3	80	=TIR(C1:C9)
5		4	80	
6		5	80	
7		6	80	
8		7	80	
9		8	80	
10				

- ✓ **Ejercicio 4.** Un electrodoméstico que tiene un precio de contado de \$1.500.000, se financia con 12 cuotas mensuales iguales anticipadas de \$153.681. ¿Qué tasa de interés le cobraron por la financiación?

$$P = A(1+i) \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \quad 1.500.000 = 153.681(1+i) \left[\frac{(1+i)^{12} - 1}{i(1+i)^{12}} \right]$$

Por interpolación lineal, $i = 4.0\%$ mensual

En Excel: =TASA (12; -153.681; 1.500.000; 0; 1)

Hoja de cálculo Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	1.500.000,00	3%							
2	NO	CUOTA	INTERES	ABONO	SALDO				
3	-	153.681,00			1.346.319,00				
4	1	153.681,00	40.389,57	113.291,43	1.233.027,57				
5	2	153.681,00	36.990,83	116.690,17	1.116.337,40				
6	3	153.681,00	33.490,12	120.190,88	996.146,52				
7	4	153.681,00	29.884,40	123.796,60	872.349,91				
8	5	153.681,00	26.170,50	127.510,50	744.839,41				
9	6	153.681,00	22.345,18	131.335,82	613.503,59				
10	7	153.681,00	18.405,11	135.275,89	478.227,70				
11	8	153.681,00	14.346,83	139.334,17	338.893,53				
12	9	153.681,00	10.166,81	143.514,19	195.379,34				
13	10	153.681,00	5.861,38	147.819,62	47.559,72				
14	11	153.681,00	1.426,79	152.254,21	(104.694,49)				

✓ **Ejercicio 5.** Elija la mejor de las siguientes alternativas, utilizando el VPN:

Año	0	1	2	3
Alternativa A	-500	130	280	350
Alternativa B	-450	100	70	580

Asuma una tasa de oportunidad del 10% anual.

Alternativa A:

$$VPE = \$500 \quad VPI = \frac{130}{(1+0.10)} + \frac{280}{(1+0.10)^2} + \frac{350}{(1+0.10)^3} = \$612.55$$

$$VPN = VPI - VPE = \$612.55 - \$500 = \$112.55$$

Hoja de cálculo Excel

PAGO					
	A	B	C	D	E
1	500				
2	130				
3	280	=VNA(10%;A2:A4)-A1			
4	350				
5					

Alternativa B:

$$VPE = \$450 \quad VPI = \frac{100}{(1 + 0.10)} + \frac{70}{(1 + 0.10)^2} + \frac{580}{(1 + 0.10)^3} = \$584.52$$

$$VPN = VPI - VPE = \$584.52 - \$450 = \$134.52$$

Hoja de cálculo Excel

PAGO					
	A	B	C	D	E
1	450				
2	100				
3	70	=vna(10%;A2:A4)-A1			
4	580				
5					

Comparando los valores del VPN para cada alternativa, concluimos que la mejor alternativa es la B, por tener un mayor VPN.

- ✓ **Ejercicio 6.** Un vehículo que tiene un precio de contado de \$20.000.000, se financia de la siguiente forma: cuota inicial de \$5.000.000 y 12 cuotas mensuales iguales vencidas de \$1.644.992. Calcule la tasa de interés de financiación

Ecuación que iguala el valor presente de ingresos de valor con fecha focal en el momento cero:

$$20.000.000 = 5.000.000 + 1.644.992 \left[\frac{(1 + i)^{12} - 1}{i(1 + i)^{12}} \right]$$

Por interpolación lineal, $i = 4.50\%$ mensual

En Excel: =TASA (12; -1.644.992; 15.000.000)

Hoja de cálculo Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	20.000.000,00	6,00%							
2	NO	CUOTA	INTERES	ABONO	SALDO				
3	0	5.000.000,00			15.000.000,00				
4	1	1.644.992,00	900.000,00	744.992,00	14.255.008,00				
5	2	1.644.992,00	855.300,48	789.691,52	13.465.316,48				
6	3	1.644.992,00	807.918,99	837.073,01	12.628.243,47				
7	4	1.644.992,00	757.694,61	887.297,39	11.740.946,08				
8	5	1.644.992,00	704.456,76	940.535,24	10.800.410,84				
9	6	1.644.992,00	648.024,65	996.967,35	9.803.443,49				
10	7	1.644.992,00	588.206,61	1.056.785,39	8.746.658,10				
11	8	1.644.992,00	524.799,49	1.120.192,51	7.626.465,59				
12	9	1.644.992,00	457.587,94	1.187.404,06	6.439.061,52				
13	10	1.644.992,00	386.343,69	1.258.648,31	5.180.413,21				
14	11	1.644.992,00	310.824,79	1.334.167,21	3.846.246,01				
15	12	1.644.992,00	230.774,76	1.414.217,24	2.432.028,77				

✓ **Ejercicio 7.** Se realiza una inversión el 12/04/2007 por valor de \$20.000.000 y se esperan los siguientes beneficios:

Fecha	Valor
09/06/2007	\$ 5.400.000
20/09/2007	\$ 7.000.000
18/12/2007	\$ 9.800.000

Calcular la TIR.

$$20.000.000 = \frac{5.400.000}{(1+i)^{58/365}} + \frac{7.000.000}{(1+i)^{161/365}} + \frac{9.800.000}{(1+i)^{250/365}}$$

Por interpolación lineal, TIR = 24.56% EA

Hoja de cálculo Excel

	A	B	C	D	E
1	12/04/2007	(20.000.000,00)			
2	09/06/2007	5.400.000,00			
3	20/09/2007	7.000.000,00	=TIR.NO.PER(B1:B4;A1:A4)		
4	18/12/2007	9.800.000,00			
5					

✓ **Ejercicio 8.** Con la misma información del ejercicio 7, diga si la inversión le conviene o no a un inversionista que tiene una tasa de oportunidad del 23% EA.

$$VPE = \$20.000.000$$

$$VPI = \frac{5.400.000}{(1 + 0.23)^{58/365}} + \frac{7.000.000}{(1 + 0.23)^{161/365}} + \frac{9.800.000}{(1 + 0.23)^{250/365}} = \$20.118.847.56$$

$$VPN(23\%) = VPI - VPE = \$20.118.847.56 - \$20.000.000 = \$118.847.56$$

Al obtener un VPN positivo, se infiere que la inversión le conviene al inversionista.

Hoja de cálculo Excel

PAGO		=VNA.NO.PER(23%;B1:B4;A1:A4)			
	A	B	C	D	E
1	12/04/2007	(20.000.000,00)			
2	09/06/2007	5.400.000,00			
3	20/09/2007	7.000.000,00	=VNA.NO.PER(23%;B1:B4;A1:A4)		
4	18/12/2007	9.800.000,00			
5					

- ✓ **Ejercicio 9.** Un activo que tiene un valor de contado de \$20.000.000, se va a financiar con 9 cuotas mensuales iguales \$2.568.677, cargándole una tasa de interés del 3% mensual. Usted consigue con su acreedor comenzar a pagarle las cuotas 3 meses después de celebrada la negociación. Calcular la tasa de interés que le cobraron realmente.

$$20.000.000 = \frac{2.568.677 \left[\frac{(1+i)^9 - 1}{i(1+i)^9} \right]}{(1+i)^2}$$

Por interpolación lineal, $i = 2.11\%$ mensual.

Hoja de cálculo Excel

B1		=E13-D14							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	20.000.000,00	1,50%							
2	NO	CUOTA	INTERES	ABONO	SALDO				
3	0				20.000.000,00				
4	1		300.000,00	(300.000,00)	20.300.000,00				
5	2		304.500,00	(304.500,00)	20.604.500,00				
6	3	2.568.677,00	309.067,50	2.259.609,50	18.344.890,50				
7	4	2.568.677,00	275.173,36	2.293.503,64	16.051.386,86				
8	5	2.568.677,00	240.770,80	2.327.906,20	13.723.480,66				
9	6	2.568.677,00	205.852,21	2.362.824,79	11.360.655,87				
10	7	2.568.677,00	170.409,84	2.398.267,16	8.962.388,71				
11	8	2.568.677,00	134.435,83	2.434.241,17	6.528.147,54				
12	9	2.568.677,00	97.922,21	2.470.754,79	4.057.392,75				
13	10	2.568.677,00	60.860,89	2.507.816,11	1.549.576,64				
14	11	2.568.677,00	23.243,65	2.545.433,35	(995.856,71)				

Buscar objetivo [?] [X]

Definir la celda: [F5]

Con el valor:

Para cambiar la celda: [F5]

Aceptar Cancelar

- ✓ **Ejercicio 10.** ¿Qué tasa de interés le reconocen a un inversionista si deposita hoy en una cuenta \$2.000.000, retira en cada uno de los 3 meses siguientes la cuarta parte de lo depositado y todavía en el mes 6 tiene un saldo de \$646.000?

$$2.000.000(1+i)^6 = 500.000 \left[\frac{(1+i)^3 - 1}{i} \right] (1+i)^3 + 646.000$$

Por interpolación lineal, $i = 2.25\%$ mensual.

Hoja de cálculo Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		4,00%							
2	NO	DEPOSITO	INTERES	DEPOSITO+INTERES	SALDO				
3	0	2.000.000,00			2.000.000,00				
4	1	(500.000,00)	80.000,00	(420.000,00)	1.580.000,00				
5	2	(500.000,00)	63.200,00	(436.800,00)	1.143.200,00				
6	3	(500.000,00)	45.728,00	(454.272,00)	688.928,00				
7	4		27.557,12	27.557,12	716.485,12				
8	5		28.659,40	28.659,40	745.144,52				
9	6		29.805,78	29.805,78	774.950,31				

Buscar objetivo

Definir la celda: E9

Con el valor: 646000

Para cambiar la celda: \$B\$1

Aceptar Cancelar

- ✓ **Ejercicio 11.** Usted abre una cuenta de ahorros con \$10.000.000 y después de 4 meses retira \$8.000.000. A partir del final del mes 6 y durante 3 meses consecutivos deposita \$500.000 cada mes. Calcular la tasas de interés que le pagaron, si al final del año puede retirar de la cuenta \$4.965.480.

$$8.000.000(1+i)^8 + 4.965.480 = 10.000.000(1+i)^{12} + 500.000 \left[\frac{(1+i)^3 - 1}{i} \right] (1+i)^4$$

Por interpolación lineal, $i = 2.0\%$ mensual.

Hoja de cálculo Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		4,30%							
2	NO	DEPOSITO	INTERES	DEPOSITO+INTERES	SALDO				
3	0	10.000.000,00			10.000.000,00				
4	1		430.000,00	430.000,00	10.430.000,00				
5	2		448.490,00	448.490,00	10.878.490,00				
6	3		467.775,07	467.775,07	11.346.265,07				
7	4	(8.000.000,00)	487.889,40	(7.512.110,60)	3.834.154,47				
8	5		164.868,64	164.868,64	3.999.023,11				
9	6	500.000,00	171.957,99	671.957,99	4.670.981,10				
10	7	500.000,00	200.852,19	700.852,19	5.371.833,29				
11	8	500.000,00	230.988,83	730.988,83	6.102.822,12				
12	9		262.421,35	262.421,35	6.365.243,47				
13	10		273.705,47	273.705,47	6.638.948,94				
14	11		285.474,80	285.474,80	6.924.423,75				
15	12		297.750,22	297.750,22	7.222.173,97				

Buscar objetivo

Definir la celda: E15

Con el valor: 4965480

Para cambiar la celda: \$B\$1

Aceptar Cancelar

- ✓ **Ejercicio 12.** El señor Pedro Pablo compró un vehículo por \$25.000.000 para arrendarlo a una empresa de transporte. Deducidos los gastos de mantenimiento, el vehículo produce unos beneficios netos de \$800.000 durante los primeros 4 meses, cuando decide venderlo por \$23.000.000. ¿Cuál fue el rendimiento obtenido?

$$25.000.000 = 800.000 \left[\frac{(1+i)^4 - 1}{i(1+i)^4} \right] + \frac{23.000.000}{(1+i)^4}$$

Por interpolación lineal, $i = 1.24\%$ mensual.

Hoja de cálculo Excel

	A	B	C	D	E
1	INVERSION		(25.000.000,00)		
2	BENEFICIOS	1	800.000,00		
3		2	800.000,00	=TIR(C1:C5)	
4		3	800.000,00		
5		4	23.800.000,00		
6					

- ✓ **Ejercicio 13.** Un Banco otorga un crédito por valor de \$40.000.000 con un plazo de un año para amortizarlo con cuotas trimestrales iguales de \$10.632.715. Calcular:
 - La tasa de interés del crédito (TIR):

$$40.000.000 = 10.632.715 \left[\frac{(1+i)^4 - 1}{i(1+i)^4} \right]$$

Por interpolación lineal, $i = 2.50\%$ trimestral

En Excel: =TASA(4; -10.632.715; 40.000.000)

Hoja de cálculo Excel

PAGO					
	A	B	C	D	E
1	PRESTAMO		40.000.000,00		
2	CUOTAS	1	(10.632.715,00)		
3		2	(10.632.715,00)	=TIR(C1:C5)	
4		3	(10.632.715,00)		
5		4	(10.632.715,00)		
6					

- b) La tasa verdadera de rentabilidad (TIR modificada), si el Banco puede reinvertir el valor de las cuotas a una tasa de interés del 1,8% trimestral.

$$F = A \left[\frac{(1+i)^4 - 1}{i} \right] = 10.632.715 \left[\frac{(1+0.018)^4 - 1}{i} \right] = \$43.693.035.22$$

$$P = \$40.000.000 \quad F = \$43.693.035.22 \quad n = 4 \quad i = ?$$

$$i = \left(\frac{F}{P} \right)^{1/n} - 1 = \left(\frac{43.693.035.22}{40.000.000} \right)^{1/4} - 1 = 2.23\% \text{ trimestral}$$

En Excel: =TASA(4; 0; -40.000.000; 43.693.035,22)

Hoja de cálculo Excel

PAGO						
	A	B	C	D	E	F
1	PRESTAMO		(40.000.000,00)			
2	CUOTAS	1	10.632.715,00			
3		2	10.632.715,00			
4		3	10.632.715,00	=TIRM(C1:C5; 2,5 %; 1,8 %)		
5		4	10.632.715,00			
6						

- ✓ **Ejercicio 14.** El señor Juan invierte en un negocio \$4.000.000 y recibe \$2.500.000 al final del mes 6 y \$1.500.000 al final del mes 12. ¿Perdió o ganó dinero? Explique la respuesta:

$$4.000.000(1 + i)^{12} = 2.500.000(1 + i)^6 + 1.500.000$$

Por interpolación lineal, $i = 0\%$, por lo tanto, se pierde dinero en términos reales, porque no se está reconociendo el valor del dinero en el tiempo. Si el señor Juan acepta este sistema de pagos no le está dando valor a su dinero.

Hoja de cálculo Excel

PAGO					=tir(C1:C13)	
	A	B	C	D	E	
1	INVERSION		(4.000.000,00)			
2	PAGOS	1				
3		2				
4		3				
5		4		=tir(C1:C13)		
6		5				
7		6	2.500.000,00			
8		7				
9		8				
10		9				
11		10				
12		11				
13		12	1.500.000,00			
14						

- ✓ **Ejercicio 15.** ¿Qué resulta mejor negocio?

- a) Invertir \$1.000.000 y recibir después de 6 meses \$2.000.000

$$P = \$1.000.000 \quad F = \$2.000.000 \quad n = 6 \text{ meses} \quad i = ?$$

$$i = \left(\frac{F}{P} \right)^{1/n} - 1 \quad i = \left(\frac{2.000.000}{1.000.000} \right)^{1/6} - 1 = 12.25\% \text{ mensual}$$

En Excel: $= \text{TASA}(6; 0; -1.000.000; 2.000.000)$

Hoja de cálculo Excel

PAGO				
	A	B	C	D
1	INVERSION		(1.000.000,00)	
2	PAGOS	1	-	
3		2	-	
4		3	-	=TIR(C1:C7)
5		4	-	
6		5	-	
7		6	2.000.000,00	
8				

- b) Invertir \$1.000.000 y recibir después de 6 meses \$500.000 y después de 12 meses \$1.800.000.

$$1.000.000(1+i)^{12} = 500.000(1+i)^6 + 1.800.000$$

Por interpolación lineal, $i = 8.31\%$ mensual.

Hoja de cálculo Excel

PAGO				
	A	B	C	D
1	INVERSION		(1.000.000,00)	
2	PAGOS	1	-	
3		2	-	
4		3	-	
5		4	-	=TIR(C1:C13)
6		5	-	
7		6	500.000,00	
8		7	-	
9		8	-	
10		9	-	
11		10	-	
12		11	-	
13		12	1.800.000,00	
14				

Con base en los resultados de las tasas de interés obtenidas, concluimos que la mejor opción de negocio es la A.

- ✓ **Ejercicio 16.** Un proyecto requiere de las siguientes inversiones: inversión inicial de \$3.000.000, desde el primer mes y durante 6 meses consecutivos una inversión mensual de \$350.000. Si al final del año se reciben \$6.250.000, ¿cuál fue la tasa de rendimiento mensual?

$$3.000.000(1+i)^{12} + 350.000 \left[\frac{(1+i)^6 - 1}{i} \right] (1+i) = 6.250.000$$

Por interpolación lineal, $i = 1.94\%$ mensual

Hoja de cálculo Excel

PAGO				
	A	B	C	D
1	INVERSION		(3.000.000,00)	
2	PAGOS	1	(350.000,00)	
3		2	(350.000,00)	
4		3	(350.000,00)	
5		4	(350.000,00)	
6		5	(350.000,00)	=TIR(C1:C13)
7		6	(350.000,00)	
8		7	-	
9		8	-	
10		9	-	
11		10	-	
12		11	-	
13		12	6.250.000,00	
14				

- ✓ **Ejercicio 17.** Un estudiante recibe un préstamo de \$5.000.000 para el pago de la matrícula del postgrado en finanzas. El documento que firma contempla el pago de 4 cuotas mensuales de \$1.800.000, comenzando a pagarlas a partir del mes 6. ¿Qué tasa de interés le cobraron?

$$5.000.000(1+i)^9 = 1.800.000 \left[\frac{(1+i)^4 - 1}{i} \right]$$

Por interpolación lineal, $i = 5,0\%$ mensual

Hoja de cálculo Excel

PAGO				
	A	B	C	D
1	PRESTAMO		(5.000.000,00)	
2	PAGOS	1	-	
3		2	-	
4		3	-	
5		4	-	=TIR(C1:C10)
6		5	-	
7		6	1.800.000,00	
8		7	1.800.000,00	
9		8	1.800.000,00	
10		9	1.800.000,00	

- ✓ **Ejercicio 18.** Para usted como cliente, ¿qué resulta mejor?
- Cancelar una obligación de \$5.000.000 por medio de 9 cuotas mensuales de \$650.000, comenzando a pagarlas dentro de 4 meses.
 - Cancelar la misma obligación por medio de 12 cuotas de \$530.000 pagadas a partir del primer mes.

$$\text{Opción A: } 5.000.000(1+i)^{12} = 650.000 \left[\frac{(1+i)^9 - 1}{i} \right]$$

Por interpolación lineal, $i = 2,0\%$ mensual

Hoja de cálculo Excel

PAGO					
	A	B	C	D	E
1	OBLIGACION		(5.000.000,00)		
2	PAGOS	1	-		
3		2	-		
4		3	-		
5		4	650.000,00	=TIR(C1:C13)	
6		5	650.000,00		
7		6	650.000,00		
8		7	650.000,00		
9		8	650.000,00		
10		9	650.000,00		
11		10	650.000,00		
12		11	650.000,00		
13		12	650.000,00		

$$\text{Opción B: } P=A \left[\frac{(1+i)^4 - 1}{i(1+i)^4} \right] 5.000.000 = 530.000 \left[\frac{(1+i)^{12} - 1}{i(1+i)^{12}} \right]$$

Por interpolación lineal, $i = 3,91\%$ mensual

En Excel: =TASA (12; -530.000; 5.000.000)

Hoja de cálculo Excel

PAGO					
	A	B	C	D	E
1	OBLIGACION		(5.000.000,00)		
2	PAGOS	1	530.000,00		
3		2	530.000,00		
4		3	530.000,00		
5		4	530.000,00	=TIR(C1:C13)	
6		5	530.000,00		
7		6	530.000,00		
8		7	530.000,00		
9		8	530.000,00		
10		9	530.000,00		
11		10	530.000,00		
12		11	530.000,00		
13		12	530.000,00		

La mejor opción es la primera.

- ✓ **Ejercicio 19.** El señor Pedro le compró a ORBE LTDA un lote de terreno que tiene un valor de contado de \$20.000.000 y se comprometió a pagarlo de la siguiente forma: una cuota inicial de \$5.000.000, un pago de \$3.500.000 dentro de 4 meses, un pago de \$5.500.000 dentro de 6 meses y un pago de \$10.000.000 dentro de 12 meses. Si la tasa de oportunidad de ORBE LTDA es del 3.0% mensual, diga si hizo un buen o mal negocio. Utilice el método del VPN.

$$VPE = \$20.000.000$$

$$VPI = 5.000.000 + \frac{3.500.000}{(1 + 0.03)^4} + \frac{5.500.000}{(1 + 0.03)^6} + \frac{10.000.000}{(1 + 0.03)^{12}} = \$19.729.666.88$$

$VPN_{(3\%)} = VPI - VPE = \$19.729.666.88 - \$20.000.000 = \$-270.333.12$, menor que cero, por lo tanto, ORBE LTDA hizo un mal negocio.

Hoja de cálculo Excel

PAGO				
	A	B	C	D
1	LOTE		15.000.000,00	
2	PAGOS	1	-	
3		2	-	
4		3	-	
5		4	3.500.000,00	
6		5	-	=VNA(3%;C2:C13)-C1
7		6	5.500.000,00	
8		7	-	
9		8	-	
10		9	-	
11		10	-	
12		11	-	
13		12	10.000.000,00	
14				

- ✓ **Ejercicio 20.** Se compra una bodega por \$50.000.000 y en el primer mes se le hacen reparaciones por \$5.000.000. Se espera arrendarla a partir del tercer mes hasta finales del año, cuando se estima venderla por \$35.000.000. Si la tasa de oportunidad es del 1.53% mensual, ¿en cuánto se debe arrendar la bodega, para que sea un buen negocio? Utilice Buscar Objetivo de Excel.

Con la información suministrada y asumiendo un valor arbitrario (por ejemplo, 100) para las cuotas, se calcula la TIR y luego aplicando Buscar Objetivo se calcula el valor de las cuotas. Para que sea un buen negocio, como mínimo el valor de la TIR debe ser igual a la tasa de oportunidad del 1.53% mensual.

Hoja de cálculo Excel

C4							
	A	B	C	D	E	F	G
1	BODEGA		(50.000.000,00)				
2	PAGOS	1	(5.000.000,00)				
3		2	-				
4		3	100,00	TIR =	-3,72%		
5		4	100,00				
6		5	100,00				
7		6	100,00				
8		7	100,00				
9		8	100,00				
10		9	100,00				
11		10	100,00				
12		11	100,00				
13		12	35.000.100,00				

Buscar objetivo

Definir la celda:

Con el valor:

Para cambiar la celda:

Aceptar Cancelar

La bodega debe arrendarse por \$2.878.482.24 mensuales.

- ✓ **Ejercicio 21.** Un cliente le propone comprarle una vivienda que tiene un valor de contado de \$55.000.000, con el siguiente plan de pagos: cuota inicial del 20%, un pago dentro de 6 meses de \$10.000.000 y un pago de \$40.000.000 a los 10 meses. Si usted está dispuesto a prestar su dinero a una tasa de interés del 3% mensual, ¿aceptaría el negocio?

$$55.000.000(1+i)^{10} = 11.000.000(1+i)^{10} + 10.000.000(1+i)^4 + 40.000.000$$

Por interpolación lineal, $i = 1.40\%$ mensual, menor que la tasa de oportunidad, por lo tanto, el negocio no se debe aceptar.

Hoja de cálculo Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	55.000.000,00	3,00%						
2	NO	CUOTA	INTERES	ABONO	SALDO			
3	0	11.000.000,00			44.000.000,00			
4	1		1.320.000,00	(1.320.000,00)	45.320.000,00			
5	2		1.359.600,00	(1.359.600,00)	46.679.600,00			
6	3		1.400.388,00	(1.400.388,00)	48.079.988,00			
7	4		1.442.399,64	(1.442.399,64)	49.522.387,64			
8	5		1.485.671,63	(1.485.671,63)	51.008.059,27			
9	6	10.000.000,00	1.530.241,78	8.469.758,22	42.538.301,05			
10	7		1.276.149,03	(1.276.149,03)	43.814.450,08			
11	8		1.314.433,50	(1.314.433,50)	45.128.883,58			
12	9		1.353.866,51	(1.353.866,51)	46.482.750,09			
13	10	40.000.000,00	1.394.482,50	38.605.517,50	7.877.232,59			

Buscar objetivo [?] [X]

Definir la celda: [F5]

Con el valor:

Para cambiar la celda: [F5]

◆ Ejercicios propuestos

1. Blanca Elena dispone de \$50.000.000 y le plantean 2 opciones para invertirlos:
 - a) A una tasa de interés del 16% efectiva anual
 - b) Comprar un vehículo por \$50.000.000 para arrendarlo durante 12 meses, a partir del primer mes, por \$3.000.000 mensuales y venderlo por \$30.000.000 al final del año. ¿Qué opción le conviene?

Respuesta: opción B

2. Un proyecto de inversión tiene el siguiente flujo de caja:

Año	Flujo
0	(5.000.000)
1	1.200.000
2	985.000
3	1.900.000
4	2.500.000
5	1.400.000
6	1.000.000

El inversionista tiene una tasa de oportunidad del 18% anual. Calcular:

- a) TIR del proyecto
- b) VPN
- c) Tasa verdadera de rentabilidad (TIR modificada)

Respuesta: a) TIR = 19.13% anual b) VPN = \$152.616.10

TIR modificada = 18.59% anual

3. A José Luis le proponen invertir hoy \$25.000.000 con la expectativa de recibir dentro de 8 meses \$16.500.000 y \$11.350.000 dentro de 24 meses. Si él acostumbra hacer inversiones a una tasa de interés del 16,50% efectiva anual. ¿Qué decisión debe tomar?

Respuesta: no aceptar la inversión.

4. Se requiere hacer una ampliación de una bodega y para la compra de materiales de construcción por valor de \$50.000.000 se tienen 2 opciones de crédito:
 - a) Hacer un pago al final del año cargándole una tasa de interés del 2,5% mensual.
 - b) Hacer un pago hoy por el 50% y un pago dentro de 12 meses por valor de \$30.000.000. ¿Qué opción debe aceptar?

Respuesta: opción b

5. Un agricultor compró una máquina cortadora de arroz en \$45.500.000. Los gastos de mantenimiento del primer año son de \$2.000.000 con un crecimiento anual del 3.0% y espera operarla 1.500 horas/año durante 5 años. El valor de mercado de la hora de máquina durante el primer año es de \$8.000, con un aumento del 10% por año. Si su tasa de oportunidad es del 20% efectiva anual, calcular el valor de venta de la máquina al final del quinto año para que la inversión sea rentable.

Referencia: para que la inversión sea rentable, el VPN debe ser como mínimo igual a cero. Utilice la hoja de cálculo Excel.

Respuesta: \$23.517.194.42

6. Se compra una vivienda por \$250.000.000 y en el primer mes se le hacen reparaciones por \$10.000.000. Se arrienda a partir del segundo mes y durante 5 años. El valor del arrendamiento se incrementa cada año en un 2%. Se espera que la vivienda se pueda vender en el último mes de arrendamiento por \$200.000.000. Si la tasa de oportunidad del inversionista es del 2,50% mensual, calcular el valor del arriendo mensual durante el primer año, para que la inversión sea rentable

Referencia: para que la inversión sea rentable, el VPN debe ser como mínimo igual a cero. Utilice la hoja de cálculo Excel.

Referencia: \$6.941.679.98

7. La familia Pérez dispone de \$200.000.000 y está analizando dos propuestas:
- Comprar una vivienda por los \$200.000.000 y venderla dentro de 5 años por \$370.000.000
 - Tomar en arriendo la misma vivienda con el pago de un canon mensual vencido de \$4.471.133.98 durante los 5 años.

Si la tasa de oportunidad de la familia Pérez es del 1.0% mensual, qué decisión deben tomar? Utilice el método del VPN

Referencia: primera propuesta, por tener un VPN mayor.

8. Se tienen dos opciones para aceptar un crédito bancario de \$23.500.000:
- 12 cuotas mensuales de \$2.150.000 cada una
 - 12 cuotas mensuales de \$1.900.000 cada una y dos cuotas extras en los meses 6 y 12 cada una por valor de \$800.000.

¿Qué opción se debe aceptar?

Respuesta: segunda opción

9. Un inversionista piensa establecer un negocio con una inversión inicial de \$45.000.000 y para ponerlo en funcionamiento requiere hacer inversiones adicionales en capital de trabajo durante los tres primeros meses por valor de \$500.000 cada mes. Desde el cuarto mes el negocio le produciría beneficios netos por valor de \$2.000.000 mensuales durante 12 meses y \$2.500.000 durante los 12 meses siguientes. Sin tener en cuenta el valor por el cual podría vender el negocio después de los dos años de operación (valor de rescate), diga si el inversionista debe aceptar o rechazar la inversión, con una tasa de oportunidad es del 20% efectivo anual.

Respuesta: debe rechazar la inversión

10. Para el ejercicio anterior, cuál decisión debe tomar el inversionista si tiene la expectativa de vender el negocio al final de los dos años de operación por \$15.000.000?

Respuesta: aceptar la inversión

11. La empresa Omega Ltda tiene excedentes de efectivo por valor de \$80.000.000 y tiene la posibilidad de hacer dos inversiones:

- Invertir en un CDT con una tasa del 5.0% efectivo anual
- Comprar un bus para arrendárselo a un colegio con ingresos netos mensuales, durante un año, por valor de \$4.500.000, y venderlo por \$50.000.000 al final del año. ¿Qué inversión debe hacer?

Respuesta: opción b

12. Explique por medio de un ejemplo numérico que la TIR es la tasa de interés a que rinden los dineros que permanecen invertidos en un proyecto de inversión. ¿En qué único caso la TIR es la tasa de rentabilidad sobre la inversión inicial?
13. Un activo tiene un valor de contado de \$100.000.000 y se financia con una tasa de interés del 2.0% mensual, de la siguiente forma: cuota inicial del 20% y el saldo restante se paga con 12 cuotas mensuales iguales, calculadas así:

$$A = \frac{P}{n} + P \times i \quad (1)$$

Siendo P = Valor del saldo

i = 2.0% mensual

n = 12

A = valor de la cuota mensual

- ¿Cuál es el valor de la cuota mensual?
- ¿Qué explicación le merece el cálculo de la cuota utilizando la fórmula (1)?
- ¿Cuál es el valor de la cuota mensual con intereses sobre saldos?

d) ¿Cuál es la tasa de interés realmente cobrada?

Respuesta:

a) \$8.266.666.67

b) en el cálculo de la cuota mensual no se tiene en cuenta el abono a capital cada mes (interés global)

c) \$7.564.767.73

d) 3.48% mensual

14. Un crédito bancario por \$20.000.000 se va a amortizar con 18 cuotas mensuales de \$1.263.434.42 cada una, cobrando una tasa de interés del 18% efectiva anual. Antes del desembolso del crédito el cliente incurre en unos gastos generales (seguros, papelería, avalúo de la garantía, etcétera) por un valor equivalente al 2% del valor del crédito. Calcular el verdadero costo del crédito para el cliente.

Respuesta: 21.19% EA

15. Un inversionista está analizando la posibilidad de montar una lavandería con las siguientes condiciones económicas:

Inversión inicial: \$150.000.000

Vida útil del proyecto (tiempo durante el cual el proyecto genera beneficios): 5 años

Ingresos operacionales primer año: \$25.000.000

Incremento anual en ingresos operacionales: 5.0% anual

Gastos operacionales primer año: \$5.000.000

Incremento anual de gastos operacionales: 3.5% anual

Valor de rescate al final de la vida útil: \$75.000.000

Sin considerar el pago de impuestos y si la tasa de oportunidad del inversionista es del 20% efectivo anual, ¿se debe llevar a cabo el proyecto?

Respuesta: no, VPN negativo

16. Para el ejercicio anterior, calcular el valor de rescate para que el proyecto sea rentable para el inversionista.

Respuesta: \$210.654.736

17. Un activo que tiene un valor de \$15.000.000 se puede adquirir de dos formas:

a) Hacer un pago hoy de \$11.345.000, dentro de 3 meses un pago de \$1.250.000 y al final del año un pago de \$3.000.000.

b) Realizar un pago dentro 24 meses por \$17.250.000. ¿Cuál es la mejor opción?

Respuesta: opción b

18. Un inversionista que tiene una tasa de oportunidad del 10% anual, tiene las siguientes alternativas de inversión:

Año	0	1	2	3
Alternativa A	(500)	130	280	350
Alternativa B	(450)	100	70	580

Elija la mejor alternativa, utilizando el VPN:

Respuesta: es mejor la alternativa B por tener un mayor VPN. Si el VPN para las dos alternativas es negativo, la mejor alternativa es no hacer nada.

19. Una empresa constructora necesita adquirir una mezcladora para utilizarla en sus construcciones, por un valor de \$26.000.000. La empresa la utilizará durante 5 años, cuando espera venderla por \$15.000.000. Se esperan beneficios anuales de \$1.500.000 y unos costos de mantenimiento anuales de \$500.000. Si la tasa de interés de oportunidad de la empresa constructora es del 18% anual, ¿se recomienda la compra de la mezcladora? Utilice el método del CAUE.

Respuesta: NO

Capítulo 5

Análisis de las fuentes de financiamiento del proyecto

En este capítulo se le da respuesta a la segunda pregunta que se hacen todos los inversionistas: **¿cómo vamos a financiar las inversiones requeridas para que el proyecto pueda empezar a operar sin dificultades?**

Para un proyecto de inversión privada, las fuentes de financiamiento se clasifican en dos grandes rubros: capital contable y pasivos. El capital contable se refiere a la aportación que hace el inversionista comprometido en el proyecto. Los pasivos o deudas están representados por el monto de los créditos que el inversionista decide contratar para cubrir el valor restante de la inversión inicial, o inversiones durante la operación del proyecto. Esta mezcla de capital contable y pasivos determina lo que denominamos la **estructura financiera** del proyecto.

Dado lo anterior, el evaluador de proyectos debe conocer con cierto nivel de profundidad nuestro sistema financiero, tener un dominio sobre el manejo de las tasas de interés, que en Colombia son diversas, saber negociar plazos y sistemas de amortización de créditos, máxime cuando la evidencia empírica nos indica que debido a las escasas fuentes de financiamiento a largo plazo y a los pocos incentivos para hacer inversiones de capital, los proyectos de inversión se han venido financiando con pasivos a corto plazo, lo cual los ha abocado a graves problemas de iliquidez, grandes niveles de endeudamiento y altos costos financieros trayendo como consecuencia el fracaso prematuro de los nuevos proyectos.

No es suficiente que el evaluador de proyectos, y el mismo inversionista, conozca las fuentes a las que tienen que acudir para conseguir los recursos para financiar parte o la totalidad de la inversión del proyecto, sino que es imprescindible el manejo de los aspec-

tos financieros de las diferentes alternativas de financiación que encontrará en el mercado financiero local e internacional. Por esta razón, a continuación, lejos de pretender crear una literatura sobre las entidades financieras proveedoras de recursos, se plantea una metodología que ayudará al evaluador a elegir la alternativa de financiamiento más conveniente.

Antes de entrar a analizar las diferentes fuentes de financiamiento es oportuno anotar que un proyecto puede ser viable desde el punto de vista financiero, pero en la práctica muchas veces no es posible emprenderlo debido a la falta de recursos. Por lo general, el inversionista no siempre dispone de todos los recursos necesarios para cubrir el monto de la inversión inicial y si no tiene acceso al financiamiento externo no es posible adelantar el proyecto. Aún contando con acceso a créditos es posible la inviabilidad del proyecto cuando éste no genera el efectivo suficiente para pagar los compromisos financieros adquiridos, lo que conlleva, una vez determinada la viabilidad financiera del proyecto, a verificar por medio de un presupuesto de efectivo la capacidad de pago del proyecto. Por estas razones es recomendable realizar el estudio de un proyecto cuando no existen restricciones presupuestales.

5.1. Financiamiento con proveedores

Esta fuente de financiamiento, aunque no es muy relevante en la evaluación financiera de proyectos por su bajo porcentaje de participación en el monto total de la inversión inicial, conviene analizarla por constituir una forma de financiamiento a corto plazo común a casi todos los negocios y proyectos de inversión. Evidentemente, el crédito es un factor de demanda de un producto. Aunque lo ideal para las empresas sería vender los productos al contado, ya se ha constituido en una práctica comercial no exigirle a los compradores que paguen por las mercancías al momento de su entrega, sino que se les concede un corto período de aplazamiento para hacerlo.

Al examinar el crédito con proveedores, como una fuente de financiamiento, debemos considerar la situación específica en la cual no se aprovecha el descuento por pronto pago ofrecido por el proveedor, sino que se paga el último día del plazo concedido. Si no se ofrece descuento por pronto pago no hay costo alguno por la utilización del crédito durante el período neto. Por la misma razón, si se aprovecha el descuento ofrecido por el proveedor, tampoco hay costo por el uso del crédito comercial. Sin embargo, si se ofrece un descuento por pronto pago y no se aprovecha, existe un costo de oportunidad definido (*Van Horne, 1988*).

En forma contraria a lo expresado en el párrafo anterior, hemos dicho que cuando el proveedor no concede descuentos por pronto pago o cuando el comprador los apro-

vecha si se conceden, no hay ningún costo. Aunque esta suposición es válida, pasa por alto el hecho de que alguien tiene que soportar el costo del crédito con los proveedores, pues el uso de fondos a lo largo del tiempo no es gratis (Van Horne, 1988). El costo lo puede absorber el proveedor, el comprador o ambos. El proveedor puede pasar el costo al comprador aumentando el precio del producto, aunque este último puede, al mismo tiempo, buscar una mejor opción de compra cambiando al proveedor.

Aunque la fuente de financiamiento con proveedores tiene un alto costo cuando no se aprovecha el descuento por pronto pago, es importante resaltar algunas ventajas con respecto a otras fuentes de financiamiento de corto plazo. Su principal ventaja es su fácil disponibilidad. Las condiciones del crédito están previamente fijadas por el proveedor y no es necesario hacer ninguna negociación, ya que la decisión de tomarlo o no le corresponde al comprador. La empresa no tiene que firmar ningún pagaré que respalde la deuda y mucho menos prestar garantías, como si hay que hacerlo con otro tipo de créditos, como, por ejemplo, un sobregiro bancario o un crédito bancario a corto plazo. Es importante resaltar que muchas empresas acuden a otras fuentes de financiamiento de corto y largo plazo para poder aprovechar los descuentos por pronto pago.

Ejemplo 5.1

La empresa Omega Ltda recibe de un proveedor de materias primas el siguiente descuento financiero: 8% neto 30 días. Calcular el costo anual después de impuestos si no se acoge al descuento ofrecido por el proveedor, si la tasa de tributación es del 35%.

El descuento financiero ofrecido por el proveedor indica que si la mercancía cuesta \$100 a 30 días y ofrece un descuento del 8% por compra de contado, al comprarlo hoy se pagarían \$92 y de no hacerlo se pagarían \$100 al final del mes. Podríamos asumir que si la empresa no se acoge al descuento financiero ofrecido por el proveedor estaría reconociendo \$8 de intereses sobre \$92 que cuesta la mercancía al contado.

El costo del crédito viene dado por la tasa de interés calculada de la siguiente forma:

$$i = I/P = 8/92 = 8.70\% \text{ mensual}$$

El costo del crédito después de impuesto se calcula de la siguiente forma:

$$Kd = i(1 - \text{IMPUESTOS})$$

$$Kd = 0.087(1 - 0.35) = 5.65\% \text{ mensual}$$

El costo efectivo anual se calcula aplicando la ecuación de la tasa efectiva:

$$\text{TEA} = (1 + \text{TEM})^{12} - 1$$

$$\text{TEA} = (1 + 0.0565)^{12} - 1 = 93.39\% \text{ EA}$$

Lo que significa que si la empresa no se acoge al descuento ofrecido por el proveedor asume un costo del 93.39% EA, demasiado alto si lo comparamos con el costo anual de un crédito en Colombia. En la práctica, son muchos los empresarios que son conscientes de la connotación financiera de no aprovechar los descuentos financieros ofrecidos por los proveedores y acuden a créditos bancarios a tasas de interés mucho más baratas para contar con efectivo y comprar las mercancías al contado.

5.2. Financiamiento con un crédito bancario

Por lo general se asocia el costo del dinero a la tasa de interés. Cuando se estudian textos de matemáticas financieras, se plantean situaciones financieras prácticas orientadas a elegir la opción de crédito más favorable para el deudor, con base únicamente en el criterio de la tasa efectiva anual. Al comparar varias opciones de crédito se recomienda elegir la más barata que se supone es aquella con una menor tasa efectiva anual. En verdad, este criterio ignora factores dinámicos que inciden en el costo del crédito como son el ahorro en impuestos por la deducibilidad de los intereses como gastos financieros y la forma y velocidad como se amortiza el crédito.

Como lo anticipamos en una sección anterior, el pago de intereses genera un ahorro en impuestos dependiendo de cómo esté ubicado en el tiempo. De tal manera que para saber qué flujo de ahorros en impuestos es conveniente para el deudor, será necesario calcular el valor presente utilizando como tasa de descuento la tasa de interés del crédito, al suponer que estos ahorros tienen el mismo riesgo que los pagos de intereses que los generan (Vélez, 1998). Además, el deudor debe tener, en su poder de decisión, la facultad para elegir el sistema de amortización que más se ajuste a su capacidad de pago.

Muchas veces la opción de crédito que parece ser la más cara, antes de considerar el efecto del ahorro en impuestos y la forma de pago, pasa a ser la más barata después de considerar dichos factores. O también, sobre alternativas que parecen tener el mismo costo, la balanza se inclina a favor de una de ellas por el efecto de los mismos factores. **Las tasas de interés no son siempre lo que parecen (Grant; Ireson y Leavenworth, 1960).**

Por ejemplo, si se tienen las siguientes dos opciones para aceptar un crédito bancario: 20% TV y 19.68% MV, al aplicar la equivalencia de tasas, se obtiene una misma tasa efectiva anual de 21.55% EA. Según el criterio de la tasa efectiva anual, para el inversionista sería indiferente aceptar cualquiera de las dos opciones. Pero, ¿qué decisión tomaría usted, si en la primera opción dispone de un plazo de un año para pagar el crédito y lo puede cancelar con cuotas trimestrales iguales y para la segunda opción tiene un plazo de dos años y la puede pagar con cuotas mensuales iguales? La respuesta no

la encuentra en la tasa efectiva anual. La tasa de interés, *per se*, es una medida estática que no considera el valor del dinero en el tiempo. En conclusión (Vélez, 1999), **las tasas de interés no son buenas para elegir entre diferentes alternativas de financiamiento**. La diferencia de costos entre opciones de crédito deberá expresarse en pesos y considerar si el ahorro en impuestos y la forma de pago compensan el mayor costo de una determinada opción.

A continuación desarrollaremos una metodología que nos permita comparar alternativas de crédito, apoyada en el **valor presente neto ajustado**, que consiste en introducirle al valor presente neto los efectos de la financiación, y que ayudará al evaluador de proyectos o al inversionista a escoger las mejores opciones de crédito cuando decide financiar parte de la inversión inicial del proyecto con créditos bancarios. Para aplicar la metodología se calcula el valor presente neto ajustado, siguiendo los siguientes pasos:

- Calculamos el VPN de cada opción de crédito asumiendo una financiación total con recursos propios, utilizando como tasa de descuento la tasa de oportunidad del deudor.
- Calculamos el valor presente de los ahorros en impuestos utilizando como tasa de descuento la tasa de interés de cada opción, asumiendo que los ahorros en impuestos tienen exactamente el mismo riesgo que los pagos de intereses que los generan (Brealey y Myers, 1993), y que se dan en el momento en que se pagan los intereses.
- El VPN ajustado para cada opción es igual a la suma del VPN del flujo del crédito más el valor presente del ahorro en impuestos.
- La mejor opción para el deudor será la de mayor VPN ajustado.

Resumiendo, la fórmula para el VPN ajustado es igual a:

$$VPNA = VPN_{\text{flujo del préstamo}} + VP_{\text{ahorro en impuestos}}$$

Ejemplo 5.2

A un inversionista que está buscando recursos para financiar un proyecto de inversión, le aprueban un crédito bancario por valor de \$1.000.000 y le plantean dos opciones:

Opción A: 20% TV, con plazo de un año y amortización con abono constante a capital.

Opción B: 19.68% MV, con plazo de un año y amortización con dos cuotas semestrales iguales.

Si el costo de oportunidad del inversionista es del 6% trimestral y la tasa de impuestos es del 30%, ¿qué opción debe aceptar?

Siguiendo la metodología de la tasa efectiva anual, se tiene:

$$20\% \text{ TV} \Leftrightarrow 21.55\% \text{ EA}$$

$$19.68\% \text{ MV} \Leftrightarrow 21.55\% \text{ EA}$$

Las dos opciones tienen la misma tasa efectiva anual, por lo tanto sería indiferente para el inversionista aceptar una u otra. Pero, observa el lector que la técnica de la tasa efectiva anual no tiene en cuenta ni el ahorro en impuestos ni la forma de pago del crédito, que, evidentemente, son determinantes en la elección de la mejor opción para el proyecto.

Antes de entrar a desarrollar la nueva metodología se asume que el lector ya domina ambos sistemas de amortización y que sabe construir una tabla de amortización, por ser temas ya analizados en profundidad en el capítulo de matemáticas financieras.

Opción A:

Calculamos el valor de las cuotas trimestrales, para lo cual nos apoyamos en la siguiente fórmula, con una tasa de interés del 5.0% trimestral, obtenida al capitalizar la tasa nominal del 20% TV.

$$C_k = \frac{P}{n} + Pi \left[1 - \frac{(K - 1)}{n} \right]$$

$$C_1 = \frac{1.000.000}{4} + 1.000.000 \times 0.05 \left[1 - \frac{(1 - 1)}{4} \right]$$

$$C_1 = \$300.000$$

Con la misma expresión se encuentran los valores de las cuotas restantes, así:

$$C_2 = \$287.500$$

$$C_3 = \$275.000$$

$$C_4 = \$262.500$$

Se calcula el valor de los intereses sobre saldos incluidos en el pago de la cuota, para conocer el valor del ahorro en impuestos.

$$Ik = Pi \left[1 - \frac{(K - 1)}{n} \right]$$

Para el cálculo del valor de los intereses trimestrales, se procede así:

$$I_1 = 1.000.000 \times 0.05 \left[1 - \frac{(1 - 1)}{4} \right]$$

$$I_1 = \$50.000$$

$$I_2 = 1.000.000 \times 0.05 \left[1 - \frac{(2 - 1)}{4} \right]$$

$$I_2 = \$37.500$$

De la misma forma se calcula el valor de los intereses del tercer y cuarto trimestre.

$$I_3 = \$25.000$$

$$I_4 = \$12.500$$

Con la información del valor de cuotas e intereses, diseñamos la siguiente tabla:

No.	Cuota	Flujo de caja	Interés	Ahorro en imptos: <i>i</i> X Impuesto
0		1.000.000		
1	300.000	(300.000)	50.000	15.000
2	287.500	(287.500)	37.500	11.250
3	275.500	(275.500)	25.000	7.500
4	262.500	(262.500)	12.500	3.750

$$VPN_{(0.06)} = 1.000.000 - \frac{300.000}{(1.06)^1} - \frac{287.500}{(1.06)^2} - \frac{275.000}{(1.06)^3} - \frac{262.500}{(1.06)^4}$$

$$VPN = \$22.287.27$$

$$VP_{(0.05)} = \frac{15.000}{(1.05)^1} + \frac{11.250}{(1.05)^2} + \frac{7.500}{(1.05)^3} + \frac{3.750}{(1.05)^4}$$

$$VP = \$34.053.71$$

El valor presente neto ajustado para la opción A es igual a:

$$VPNA_A = VPN_{\text{Flujo préstamo}} + VP_{\text{Ahorro impuesto}}$$

$$VPNA_A = \$22.287.27 + \$34.053.71$$

$$VPNA_A = \$56.340.98$$

Opción B:

El crédito se va a cancelar con dos cuotas semestrales iguales por medio del sistema de amortización gradual (anualidades). Antes de aplicar la fórmula para el cálculo de las cuotas es necesario convertir la tasa del crédito, que aparece expresada como nominal MV, a su equivalente efectiva semestral. Utilizando las fórmulas de equivalencia de tasas de interés se llega a una tasa semestral del 10.25%.

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$A = 1.000.000 \left[\frac{0.1025(1.1025)^2}{(1.1025)^2 - 1} \right]$$

$$A = \$578.124.26$$

No.	Cuota	Flujo de caja	Interés	Ahorro en imptos: I X Impuesto
0		1.000.000		
1	578.124.26	(578.124.26)	102.500	30.750.00
2	578.124.26	(578.124.26)	53.749	16.124.55

La tasa de descuento utilizada para calcular el VPN es el costo de oportunidad del inversionista, que se ha fijado en un 6.0% trimestral. Como la opción que estamos analizando supone cuotas semestrales, la tasa de descuento debe ser una tasa semestral del 12.36% ↔ 6.0% trimestral.

$$VPN_{(0.1236)} = 1.000.000 - \frac{578.124.26}{(1.1236)^1} - \frac{578.124.26}{(1.1236)^2}$$

$$VPN = \$27.542.90$$

Para el cálculo del valor presente de los ahorros en impuestos, la tasa de descuento debe ser la tasa del crédito expresada, también, como tasa efectiva semestral.

$$VP_{(0.1025)} = \frac{30.750.00}{(1.1025)^3} + \frac{16.124.55}{(1.1025)^2}$$

$$VP = \$41.156.86$$

El valor presente neto ajustado para la opción B es el siguiente:

$$VPNA_B = VPN_{\text{Flujo préstamo}} + VP_{\text{Ahorro impuesto}}$$

$$VPNA_B = \$27.542.90 + \$41.156.86$$

$$VPNA_B = \$68.699.76$$

Comparando el valor de los dos VPNA se observa que es mayor el de la opción B, por lo tanto se recomienda elegir esta opción. Es importante observar cómo favorece a una opción de crédito los ahorros en impuestos y su ubicación en el tiempo. Opciones que aparentemente tenían el mismo costo antes de impuestos, resultan tener diferentes costos después de impuestos.

Ahora, analicemos un ejercicio que plantea opciones con tasas efectivas anuales diferentes, lo que indicaría que una es más costosa que la otra si solamente evaluáramos las alternativas con base en el criterio de tasa efectiva anual. El lector observará cómo el ahorro en impuestos y la forma de amortizar cada uno de los créditos inclinan la balanza a favor de la opción aparentemente más costosa.

Ejemplo 5.3

Se tienen dos opciones para aceptar un crédito de \$1.000.000, así:

Opción A: tasa del 20% TV, con plazo de un año y pago de cuotas trimestrales iguales.

Opción B: tasa del 21% TV, con plazo de dos años y pago de 4 cuotas semestrales iguales.

Si la tasa de oportunidad del cliente es del 6.0% trimestral y la tasa de impuestos es del 40%, ¿qué opción es mejor para el inversionista?

Al hacer la conversión de tasas de interés, siguiendo el criterio de la tasa efectiva anual, se tiene:

Opción A: 20% TV ↔ 21.55% EA

Opción B: 21% TV ↔ 22.71% EA

Con estos resultados, si nos apoyamos únicamente en el criterio de la tasa efectiva anual, el inversionista debe elegir la opción A.

Las dos opciones de crédito suponen una amortización gradual. Se asume que el lector ya está en plena capacidad para realizar el cálculo de las cuotas y diseñar la tabla de amortización, por esta razón solamente se presentará para cada opción la tabla resumen en la que aparecen los valores de las cuotas e intereses.

Opción A:

No.	Cuota	Flujo de caja	Interés	Ahorro en imptos: I X Impuesto
0		1.000.000.00		
1	282.011.83	(282.011.83)	50.000.00	20.000.00
2	282.011.83	(282.011.83)	39.399.41	15.359.76
3	282.011.83	(282.011.83)	26.218.79	10.487.52
4	282.011.83	(282.011.83)	13.429.13	5.371.62

Para el cálculo del VPN del flujo del préstamo se considera una tasa de descuento igual a la tasa de oportunidad del inversionista, que es del 6.0% trimestral.

$$VPN_{(0.06)} = 1.000.000 - 282.011.83 \left[\frac{(1 + 0.06)^4 - 1}{0.06(1 + 0.06)^4} \right]$$

$$VPN = \$22.799.22$$

Calculamos el valor presente de los ahorros en impuestos a una tasa de descuento igual a la tasa del crédito.

$$VP = \frac{20.000.00}{(1.05)^1} + \frac{15.359.76}{(1.05)^2} + \frac{10.487.52}{(1.05)^3} + \frac{5.371.62}{(1.05)^4}$$

$$VP = \$46.458.13$$

El valor presente neto ajustado de la opción A, será:

$$VPNA_A = VPN_{\text{Flujo préstamo}} + VP_{\text{Ahorro impuestos}}$$

$$VPNA_A = \$22.799.22 + \$46.458.13$$

$$VPNA_A = \$69.257.35$$

Opción B:

El lector debe tener en cuenta que para esta opción las cuotas de amortización son semestrales, lo que quiere decir que para hacer los cálculos de cuotas e intereses es necesario conocer la tasa efectiva semestral equivalente. Realice el lector estos cálculos, aplicando las fórmulas de equivalencia de tasas, con la calculadora financiera y el Excel y llegará al siguiente resultado:

$$21\% \text{ TV} \Leftrightarrow 10.77\% \text{ semestral} \Leftrightarrow 22.71\% \text{ EA}$$

No.	Cuota	Flujo de caja	Interés	Ahorro en imptos: I X Impuesto
0		1.000.000.00		
1	320.744.89	(320.744.89)	107.700.00	43.080.00
2	320.744.89	(320.744.89)	84.755.06	33.902.02
3	320.744.89	(320.744.89)	59.338.96	23.735.58
4	320.744.89	(320.744.89)	31.185.54	12.474.22

Para el cálculo del VPN del flujo del préstamo, para esta opción, la tasa de descuento que se utiliza es la tasa de oportunidad del inversionista expresada como efectiva semestral equivalente.

$$6.0\% \text{ trimestral} \Leftrightarrow 12.36\% \text{ semestral}$$

$$VPN_{(0.1236)} = 1.000.000 - 320.744.89 \left[\frac{(1.1236)^4 - 1}{0.1236(1.1236)^4} \right]$$

$$VPN = \$33.126.39$$

Para el cálculo del valor presente de los ahorros en impuestos, la tasa de descuento es la tasa del crédito.

$$VP = \frac{43.080.00}{(1.1077)^1} + \frac{33.902.02}{(1.1077)^2} + \frac{23.375.58}{(1.1077)^3} + \frac{12.474.22}{(1.1077)^4}$$

$$VP = \$92.270.62$$

El valor presente neto ajustado de la opción B, será:

$$VPNA_B = VPN_{\text{Flujo préstamo}} + VP_{\text{Ahorro impuestos}}$$

$$VPNA_B = \$33.126.39 + \$92.270.62$$

$$VPNA_B = \$125.397.01$$

Según los resultados obtenidos el inversionista debe aceptar la opción B. Observa el lector que la opción B, que aparentemente era la más cara, pasa a ser la más conveniente por el efecto del ahorro en impuestos y la ubicación de éstos en el tiempo.

Algunos autores proponen como método alternativo para calcular el VPN ajustado, utilizar una tasa ajustada que incluya el ahorro en impuestos. Es decir, al calcular el VPN ajustado se tienen en cuenta los flujos sin aplicarles el ahorro en impuestos, o sin calcular el valor presente de los ahorros en impuestos, sino que la tasa de descuento que se utiliza es la tasa después de impuestos. Pero, observa el lector que con la metodología desarrollada arriba el ahorro en impuestos se ve en una forma más explícita y no a través del factor

($1 - \text{IMPTOS}$) que se aplicaría a la tasa de descuento para encontrar la tasa ajustada. De todos modos, cualquiera que sea la metodología utilizada se debe tener en cuenta no incluir el ahorro en impuestos varias veces en el cálculo del VPN. Por ejemplo, al calcular el VPN utilizando una tasa de descuento ajustada por impuestos aplicando el factor ($1 - \text{IMPTOS}$), o sea, la tasa de descuento después de impuestos, ya el beneficio tributario aparece incluido en la tasa y sería contarlos dos veces si se incluyera en el valor de los flujos de caja.

5.3. Financiamiento con leasing (Arrendamiento financiero)

Esta modalidad de financiamiento ha adquirido una gran importancia en nuestro país en los últimos años. El **leasing** es un contrato mediante el cual el dueño de un activo (el arrendador) le otorga a otra parte (el arrendatario) el derecho exclusivo de utilizarlo, normalmente por un período de tiempo convenido, a cambio del pago de un alquiler (Van Horne, 1988). Casi todos nosotros estamos familiarizados con el arrendamiento de casas, apartamentos, oficinas, bodegas, etc. En los últimos tiempos se ha observado un notable crecimiento en el arrendamiento de activos generadores de renta como es el caso de vehículos, computadores, maquinarias, etc.

Básicamente existen dos tipos de leasing: el **operativo y el financiero**. En el leasing operativo el arrendatario utiliza los servicios del activo durante el tiempo convenido, pero al final el activo es devuelto al arrendador; mientras que en el leasing financiero el arrendatario goza de una opción de compra del activo al final del plazo convenido, por un porcentaje de su costo inicial, cuyo valor generalmente es del 10%. Nuestro interés en este texto se centra en el arrendamiento financiero en contraste con el de operación.

Con el sistema de leasing se pueden adquirir toda clase de activos generadores de renta, ya sean muebles o inmuebles, por ejemplo: maquinaria para construcción, equipos de minería, oficinas y bodegas, equipos de cómputo, vehículos.

El leasing opera mediante un sencillo contrato de arrendamiento, en el que el cliente elige el activo que necesita y el proveedor del mismo. La compañía de leasing compra el activo y lo entrega al cliente en calidad de arrendamiento durante un plazo pactado; durante este plazo, el cliente paga un canon periódico de arrendamiento por el uso y goce del activo. Al final del contrato, el cliente adquiere el activo por un porcentaje de su costo inicial. Para el pago del canon periódico existen diferentes modalidades de pago, que pueden ser vencidos o anticipados: canon fijo mensual, canon variable ajustado a la DTF, cánones crecientes y decrecientes y cánones fijos con tasa variables (sólo varía el plazo o el último canon). En este capítulo sólo abordaremos la modalidad de pago constituida por el canon fijo mensual, por ser el más utilizado.

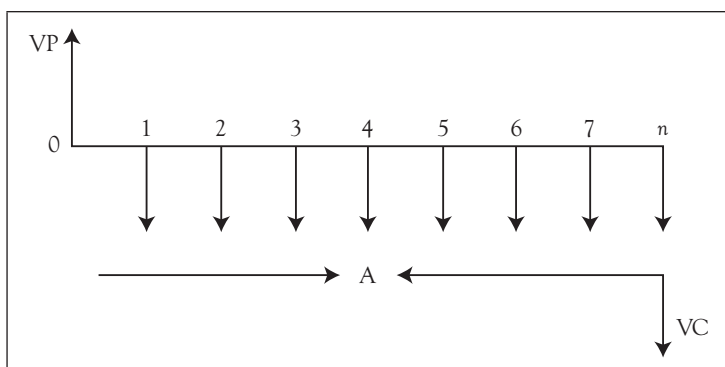
5.3.1. Algunas ventajas del leasing

- Una ventaja obvia para el arrendatario es el uso del activo tomado en arriendo sin tener que comprarlo. De esta manera se puede disponer de equipos modernos y actualizados sin inmovilizar el capital de la empresa.
- Las tasas de interés cobradas por las compañías de leasing son competitivas en el mercado financiero, y, por las ventajas tributarias, el costo real del crédito resulta ser menor que el de otros sistemas tradicionales.
- El nivel de endeudamiento del cliente no se afecta al adquirir un activo, debido a que su valor no se constituye en pasivo.
- No se afecta la liquidez de la empresa, porque el activo se adquiere sin necesidad de desembolsar ninguna cantidad inicial de dinero.
- A diferencia del crédito tradicional, que sólo contempla la deducción de los intereses como gastos financieros, el sistema de leasing permite la deducción de todo el canon de arrendamiento. La legislación colombiana actual es selectiva, dependiendo del tamaño de la empresa. Para empresas pequeñas se mantiene el esquema de deducir todo el canon como gasto del período; para las demás, sólo la parte correspondiente a los intereses²³.

5.3.2. Cálculo del canon de arrendamiento vencido

El cálculo del canon periódico corresponde a la cuota de una anualidad vencida, con cuota global (opción de compra) al final del término del contrato.

El flujo de caja siguiente muestra que el pago del canon se hace vencido el período, y que al final del contrato se cancela la opción de compra.



²³ Para las grandes empresas (patrimonio bruto igual o superior a \$8.012.300.000), solo la parte del canon correspondiente a intereses se considera gasto financiero.

$$VP = \frac{VC}{(1+i)^n} + A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

$$VP - \frac{VC}{(1+i)^n} = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

$$VP(1+i)^n - VC = A(1+i)^n \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

$$i[VP(1+i)^n - VC] = A[(1+i)^n - 1]$$

$$A = \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] \times [VP(1+i)^n - VC]$$

Siendo: A = valor del canon de arrendamiento.

VP = valor del activo.

n = número de cuotas.

VC = valor de la opción de compra.

i = tasa de interés.

Ejemplo 5.4

Una empresa decide adquirir un vehículo por medio de un leasing financiero, con las siguientes condiciones:

- Valor del vehículo: \$25.000.000
- Plazo: 36 meses
- Modalidad de pago: cuota fija mensual vencida
- Tasa de interés: 2.0% mensual
- Opción de compra: 10%

Se pide calcular el valor del canon mensual.

Antes de entrar a aplicar la fórmula que realiza el cálculo directo del canon, procedemos a exponer el procedimiento que la genera:

- Se calcula el valor presente de la opción de compra (P).

$$P = \frac{2.500.000}{(1.02)^{36}} = \$1.225.557.87$$

- Se calcula el valor base (VP) para determinar el canon mensual.

VP = valor del activo – valor presente opción de compra

$$VP = \$25.000.000 - \$1.225.557.87$$

$$VP = \$23.774.442.12$$

- Se calcula el canon de arrendamiento mensual.

$$A = VP \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$A = 23.774.442.12 \left[\frac{0.02(1.02)^{36}}{(1.02)^{36} - 1} \right]$$

$$A = \$932.739.18$$

Aplicando, ahora, la expresión diseñada para tal efecto, se tiene:

$$A = \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] \times [VP(1+i)^n - VC]$$

$$A = \left[\frac{0.02}{(1+0.02)^{36} - 1} \right] \times [25.000.000(1+0.02)^{36} - 2.500.000]$$

$$A = \$932.739.18$$

La empresa tiene que pagar durante 36 meses un canon mensual de \$932.739.18 y al final del plazo, además del canon ordinario, tiene que pagar la opción de compra por \$2.500.000.

En Excel:

= PAGO (tasa; nper; VA; VF; tipo)

= PAGO (2%; 36; 25.000.000; -2.500.000)

Comparando la financiación del vehículo por el sistema de leasing financiero con un crédito tradicional, se podría observar la diferencia en el valor de las cuotas mensuales.

En el crédito tradicional, el valor de la cuota corresponde a la cuota de una anualidad vencida.

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$A = 25.000.000 \left[\frac{0.02(1+0.02)^{36}}{(1+0.02)^{36} - 1} \right]$$

$$A = \$980.821.31$$

La cuota en un crédito tradicional resulta ser mayor debido a que en el sistema de leasing parte del valor del vehículo (opción de compra) se paga al final del contrato, mientras que en el crédito tradicional el valor total del vehículo se difiere en el pago de las cuotas.

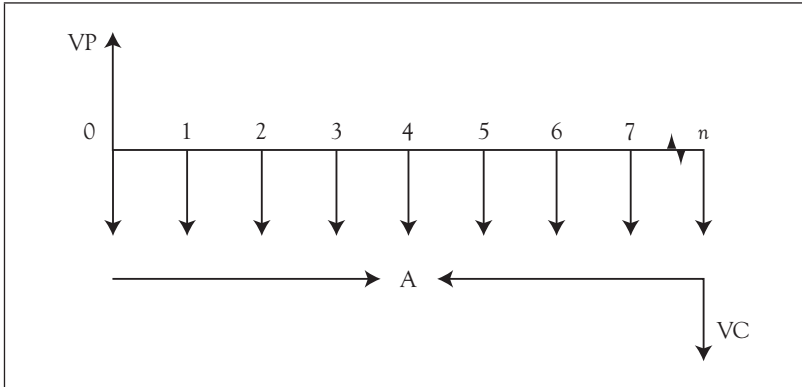
La tabla de amortización que muestra la evolución del arrendamiento se presenta de la siguiente forma, resaltando que el saldo, al final del plazo, debe ser igual al valor futuro de la opción de compra.

Mes	Canon	Intereses	Abono a capital	Saldo
0				25.000.000.00
1	932.739.18	500.000.00	432.739.18	24.567.260.82
2	932.739.18	491.345.22	441.393.96	24.125.866.86
3	932.739.18	482.517.34	450.221.84	23.675.645.02
...
36	932.739.18	2.500.000.00

Se observa cómo cada mes se paga el mismo canon, que el saldo del crédito disminuye a partir del pago del primer canon y que al final del plazo, además del canon, el cliente debe pagar el valor de la opción de compra.

5.3.3. Cálculo del canon de arrendamiento anticipado

El primer canon de arrendamiento, pagado en el momento cero, se aplica en un 100% al capital.



Se plantea en el momento cero la ecuación de valor.

$$VP = A(1+i) \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] + \frac{VC}{(1+i)^n}$$

La primera parte de la ecuación calcula el valor presente de una anualidad anticipada, y la segunda parte es el valor presente equivalente al VC ubicado n periodos después de la fecha focal.

$$VP - \frac{VC}{(1+i)^n} = A(1+i) \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

$$VP(1+i)^n - VC = A(1+i)(1+i)^n \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

$$i[VP(1+i)^n - VC] = A(1+i)[(1+i)^n - 1]$$

$$A = \frac{\left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] [VP(1+i)^n - VC]}{(1+i)}$$

Ejemplo 5.5

Con los mismos datos del ejemplo anterior, calcule el canon mensual anticipado.

Análogamente, desarrollemos, en primer lugar, el procedimiento para calcular el canon anticipado sin utilizar la fórmula.

- Se calcula el valor presente de la opción de compra (P).

$$A = \frac{2.500.000}{(1.02)^{36}} = 1.225.557.87$$

- Se calcula el valor base (VP) para determinar el canon mensual.

VP = valor del activo – valor presente opción de compra

$$VP = \$25.000.000 - \$1.225.557.87$$

$$VP = \$23.774.442.12$$

- Se calcula el canon de arrendamiento mensual. Como el primer canon se cancela en el momento cero, el problema se reduce a calcular el valor de la cuota de una anualidad anticipada, para lo cual utilizamos cualquiera de las dos expresiones diseñadas para tal efecto en la sección.

$$A = \frac{VP}{\left[1 + \left[\frac{(1+i)^{n-1} - 1}{i(1+i)^{n-1}} \right] \right]}$$

$$A = \frac{23.774.442.12}{\left[1 + \left[\frac{(1+0.02)^{36-1} - 1}{0.02(1+0.02)^{36-1}} \right] \right]}$$

$$A = \$914.450.18$$

Aplicando, ahora, la fórmula para calcular el canon, se tiene:

$$A = \frac{\left[\frac{0.02}{(1+0.02)^{36} - 1} \right] \left[25.000.000(1+0.02)^{36} - 2.500.000 \right]}{(1+0.02)}$$

$$A = \$914.450.18$$

La empresa debe cancelar 36 cuotas mensuales anticipadas de \$914.450.18 y al final del plazo pagar la opción de compra por \$2.500.000.

En Excel:

= PAGO (tasa; nper; VA; VF; tipo)

= PAGO (2%; 36; 25.000.000; -2.500.000; 1)

La tabla de amortización que muestra la evolución del arrendamiento se presenta de la siguiente forma, en la que se observa que el saldo en el momento cero resulta de descontarle al valor del activo el primer canon pagado en el momento cero, y que al final del plazo no hay pago de canon sino únicamente de la opción de compra.

Mes	Canon	Intereses	Abono a capital	Saldo
0	914.450.18	0	914.450.18	24.085.549.82
1	914.450.18	417.711.00	432.739.18	23.652.810.64
2	914.450.18	473.056.21	441.393.96	23.211.416.67
3	914.450.18	464.228.33	450.221.84	22.761.194.82
----	-----	-----	-----	-----
36	-----	-----	-----	2.500.000.00

Después de analizar por separado estas dos importantes fuentes de financiamiento (crédito bancario y leasing), conviene establecer un análisis comparativo para que el lector tenga los suficientes elementos de juicio al tomar la decisión de financiamiento de la inversión inicial del proyecto.

Diferencias entre un leasing y un crédito bancario:

Activo (vehículo)	Leasing	Crédito
Cuota inicial	Se puede financiar hasta el 100% del vehículo, incluido el IVA, El cliente no tiene que hacer ningún desembolso para disfrutar del vehículo.	Normalmente se exige una cuota inicial entre el 20% y 30% del valor del vehículo
Opción de compra	Por lo general es el 10% del valor del vehículo y se cancela al final del contrato.	No aplica.
Propiedad del activo	El vehículo, durante la vida del contrato, es de propiedad de la entidad financiera que lo entrega en arriendo. El cliente sólo adquiere la propiedad cuando ejerce la opción de compra.	El cliente es propietario del vehículo, por lo tanto, debe registrarlo en su balance, hacerle ajustes por inflación y depreciarlo.

Continuación

Activo (vehículo)	Leasing	Crédito
Estado de resultados	Si es una pequeña o mediana empresa, todo el canon de arrendamiento se contabiliza como gasto. En Cuota Inicial, corregir la parte que corresponde a Crédito: Normalmente se exige una cuota inicial entre el 20% y e 30% del valor del vehículo.	Sólo se contabiliza como gasto la parte correspondiente a los intereses. Se obtiene el beneficio de la depreciación.
Nivel de endeudamiento	Un activo adquirido por ese sistema no afecta el nivel de endeudamiento de la empresa porque el activo es de propiedad de la compañía de leasing hasta cuando se ejerce la opción de compra.	Afecta el nivel de endeudamiento de la empresa.
En el momento de vender el activo	Al final del contrato, el cliente puede ceder la opción de compra sin que genere utilidad por venta de activos.	En el momento de vender el activo, lo debe hacer por el valor comercial, generando utilidad por la venta de activos.

5.4. Costo de capital

Quizás el término más adecuado sería el de **costo de financiamiento** (Gamboa, 1.991), ya que se refiere a lo que efectivamente cuesta financiar los activos de la empresa o proyecto de inversión. Si bien al tomarse las decisiones concernientes a las inversiones se persigue lograr un mayor rendimiento, también será necesario seleccionar las fuentes de financiamiento más baratas para los proyectos.

Existen dos teorías respecto a la forma en que afecta el nivel de endeudamiento el costo de capital (García, 1998). El criterio tradicional supone que a medida que se le agregan pasivos a la estructura financiera de la empresa (parte derecha del balance general), el costo de capital habrá de disminuir debido a que se está incluyendo en la mezcla de financiamiento una mayor porción de la fuente más barata, que es la deuda. Sin embargo, a medida que aumenta el nivel de endeudamiento aumenta el riesgo financiero o de insolvencia de la empresa, debido al aumento de los cargos ciertos y fijos del servicio de la deuda. Blank y Tarquin²⁴, opinan: “El apalancamiento ofrecido por un porcentaje grande de deuda tiende a incrementar los riesgos tomados por la empresa”. En el evento

²⁴ Blank, Leland y Tarquin, Anthony. Ingeniería económica. Mc. Graw Hill. Tercera edición, 1992.

de una caída sustancial en el volumen de ventas, la empresa puede incumplir los compromisos financieros del servicio de la deuda y empezar, así, una etapa ascendente de problemas que la pueden llevar inicialmente a la iliquidez y posteriormente a la quiebra.

La otra teoría es la de *Modigliani-Miller*, que señala que indistintamente cuál sea la estructura financiera de una empresa, su costo de capital habrá de ser el mismo. Mira la empresa como un pastel cuyo valor no depende de cómo se reparta. Una de las graves limitaciones de esta teoría es que supone un mundo en el cual no existen los impuestos y como sabemos el beneficio principal de tomar deuda es el beneficio tributario, por la deducibilidad de los intereses como gastos financieros. A juicio del autor, se debe seleccionar una mezcla de pasivos y capital contable que minimice el costo de capital, pero sin comprometer la liquidez del proyecto; vale decir, antes de endeudarse es preciso verificar si con los fondos que genera la empresa se puede o no cumplir con los compromisos del crédito. **En realidad (Vélez, 1998), se debe ajustar el crédito a las disponibilidades de fondos del proyecto.** Al respecto, *Lawrence Gitman*²⁵ señala que “la principal preocupación de la empresa o proyecto de inversión al considerar una nueva estructura de capital (estructura financiera para nosotros) debe centrarse en su capacidad para generar los flujos de efectivo necesarios para cumplir con las obligaciones o adeudos”.

El **costo de capital** es el costo promedio ponderado de las fuentes que financian una empresa o un proyecto de inversión. Los recursos requeridos para financiar la inversión inicial del proyecto, cualquiera sea la fuente que los provean, tienen un costo, el cual debe ser pagado por el proyecto. Cuando la inversión inicial del proyecto se financia con recursos propios, el costo de estos recursos es la tasa de oportunidad del inversionista, también conocida como **costo de capital simple**. Al financiarse con una mezcla de pasivos y capital contable, cada una con un costo financiero diferente, el costo de la inversión es el promedio ponderado de las diferentes fuentes de financiamiento. Este promedio ponderado es el **costo de capital**, y constituye el rendimiento mínimo que se le exige al proyecto. Así, por ejemplo, si el costo de capital de una empresa es igual al 30%, mantener \$1 invertido le cuesta 30 centavos, por lo tanto, cada peso de activo debe producir como mínimo 30 centavos. La relación entre 30 centavos de utilidad operativa y el peso de activo da un valor del 30% que es la rentabilidad operativa de la empresa. Esto significa que el costo de capital es necesario calcularlo tanto para las empresas en marcha, para compararlo con la rentabilidad sobre activos y analizar así su rentabilidad, como para los nuevos proyectos como el rendimiento mínimo exigido.

²⁵ Gitman, Lawrence. *Fundamentos de administración financiera*. México. Harla, 1986.

Podemos considerar que al comprometer recursos en la inversión inicial se le está prestando al proyecto un dinero, que debe devolverlo junto con los intereses (Vélez, 1998). ¿A qué tasa de interés se le presta el dinero al proyecto? A la tasa de oportunidad del inversionista cuando la inversión inicial se financia con recursos propios; al costo del crédito cuando se financia la inversión totalmente con pasivos; al costo de capital, si la inversión inicial se financia con una mezcla de recursos provenientes de diferentes fuentes de financiamiento.

Para Alberto García²⁶, el costo de capital promedio ponderado se determina considerando dos aspectos básicos, que son los siguientes:

- **La estructura financiera y estructura de capital.**
- **El costo de cada fuente específica de financiamiento.**

Con relación al primer aspecto, existe una confusión respecto a estos términos. Muchas personas al referirse a la estructura financiera de una empresa hacen mención al activo, al pasivo y al capital contable. La estructura financiera de una empresa es la parte derecha del Balance General (pasivos y patrimonio), por lo tanto, comprende fuentes de financiamiento de corto y largo plazo. La estructura de capital sólo incluye la parte permanente de financiamiento, o sea, pasivos a largo plazo y capital contable. En los textos de finanzas avanzadas se estudia que para calcular el costo de capital se deben tener en cuenta, únicamente, las fuentes a largo plazo. En nuestro país, esto es más la excepción que la regla, debido a que nuestros proyectos se financian generalmente con pasivos de corto plazo. Por esta razón, el costo de capital es el costo de la estructura financiera y no de la estructura de capital. El costo de capital constituye la variable determinante en el cálculo de la rentabilidad de un proyecto de inversión, ya que por ser el costo de la inversión, es el rendimiento mínimo que se le exige al proyecto. Determinar en una forma equivocada el costo de capital podría llevar al inversionista, al mismo tiempo, a tomar una decisión de inversión equivocada.

El segundo aspecto hace referencia a que cada una de las fuentes de financiamiento del proyecto, tanto explícitas como implícitas, tienen un costo diferente. Por lo tanto, se hace necesario realizar, en forma individual, el cálculo después de impuestos de cada una de ellas.



²⁶ García, Alberto. *Evaluación de proyectos de inversión*. Mc Graw Hill, 1998.

En esta empresa hipotética que tiene \$100 en activos, el 40% está siendo financiado por los acreedores y el 60% por los propietarios. Esta es la información básica que podemos extraer del balance general: **cómo están financiados los activos de una empresa o proyecto de inversión, pero no cuánto cuesta financiar esos activos**. Entre los pasivos se encuentran partidas que tienen un costo implícito como son los proveedores y el patrimonio, y costos explícitos como los créditos bancarios. Para conocer si una empresa es rentable se requiere primero conocer cuánto cuesta su estructura financiera, no cómo está constituida, para poderla comparar con su rentabilidad operativa. En efecto, una empresa es rentable y se está creando valor para los socios cuando la rentabilidad operativa²⁷ es mayor que el costo de capital. En la evaluación financiera de proyectos el costo de la estructura financiera es el costo de capital, que es el mínimo rendimiento exigido al proyecto.

Ejemplo 5.5

La inversión inicial de un proyecto tiene un monto de \$100.000.000, la cual se va a financiar de la siguiente forma:

Fuente	Monto	Costo
Proveedores	\$10.000.000	5% neto 30 días
Crédito bancario	\$40.000.000	20% TV
Inversionista	\$50.000.000	30% EA

Calcular el costo de capital, asumiendo una tasa de tributación del 35%.

Análisis de las fuentes de financiamiento:

1. **Proveedor.** Esta es una fuente de financiamiento que aparentemente no tiene ningún costo. Aunque para proyectos de inversión no es relevante, es importante conocer su posible costo, ya que por lo general forma parte de su estructura financiera. Existen dos clases de proveedores: los que conceden descuentos por pronto pago y aquellos que no los conceden. Para los últimos su costo de financiamiento es cero, por lo tanto no es necesario evaluarlos. Nos interesa conocer el costo de financiarse con los proveedores que conceden descuentos por pronto pago, que es lo más frecuente, y la empresa no los aprovecha. En este caso hay un costo de oportunidad

²⁷ La rentabilidad operativa es la que resulta de relacionar la utilidad operativa (UAII) con el valor de los activos que la generan. También se conoce como rentabilidad sobre activos o rentabilidad económica.

el cual representa a su vez el costo de utilizar dicha fuente de financiamiento. Para nuestro caso en particular, si suponemos que la mercancía que suministra el proveedor cuesta \$100 a 30 días y ofrece un descuento del 5% por compra de contado, al comprarlo hoy se pagarían \$95 y de no hacerlo se pagarían \$100 al final del mes. Al no acogerse la empresa al descuento por pronto pago ofrecido por el proveedor, estaría pagando \$5 de intereses sobre \$95.



El costo del crédito viene representado por la tasa de interés, calculada así:

$$i = \frac{5}{95} = 0.0526 = 5.26\% \text{ mensual}$$

Calculamos el costo después de impuestos:

$$Kd = i(1 - \text{IMPTOS})$$

$$Kd = 0.0526(1 - 0.35)$$

$$Kd = 0.0342 = 3.42\% \text{ mensual}$$

Calculamos la tasa efectiva anual equivalente:

$$\text{TEA} = (1 + \text{TEM})^{12} - 1$$

$$\text{TEA} = (1 + 0.0342)^{12} - 1$$

$$\text{TEA} = 49.71\% \text{ EA}$$

Se observa que el costo de no acogerse al descuento que ofrece el proveedor es alto. Conviene financiarse con proveedores cuando su costo sea menor que el costo de un préstamo.

2. **Crédito bancario.** La tasa de interés cobrada por el banco aparece expresada como tasa nominal, por lo tanto, se capitaliza para conocer el costo efectivo del crédito.

$$i = \frac{0.20}{4} = 5.0\% \text{ trimestral}$$

Los intereses pagados por un crédito son considerados como gastos del período y son deducibles en un 100% como gastos financieros. Esta es la ventaja tributaria de pedir dinero prestado. Por cada peso que se paga de intereses se obtiene un ahorro en impuestos de 35 centavos, si la tasa de impuestos es del 35%.

El costo del crédito bancario después de impuestos es igual a:

$$Kd = i(1 - \text{IMPTOS})$$

$$Kd = 0.05 (1 - 0.35)$$

$$Kd = 0.0325 = 3.25\% \text{ trimestral}$$

Calculamos el costo efectivo anual después de impuestos:

$$\text{TEA} = (1 + \text{TET})^4 - 1$$

$$\text{TEA} = (1 + 0.0325)^4 - 1$$

$$\text{TEA} = 13.65\% \text{ EA}$$

Un procedimiento para calcular el costo de un crédito después de impuestos en una forma más precisa y real, consiste en calcular la TIR de un flujo de caja en el cual los ingresos corresponden al valor neto del crédito (valor del crédito menos los gastos en que incurre el cliente por comisiones, avalúo, gastos de hipoteca, etcétera) y al beneficio tributario que recibe el cliente por la deducción de los intereses como gastos del período y los egresos al pago periódico de las cuotas que amortizan el crédito.

Si para este ejercicio, el crédito de \$40.000.000 a una tasa de interés del 20% anual trimestre vencido tiene plazo de un año, los gastos de comisiones, avalúo, gastos de hipoteca, etcétera, se estiman en un 2% del valor del crédito y si el sistema de amortización es el de cuotas fijas trimestrales, el costo neto del crédito se obtiene de la siguiente forma:

Se calcula el valor de la cuota trimestral que amortiza el crédito:

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = 40.000.000 \left[\frac{0.05(1+0.05)^4}{(1+0.05)^4 - 1} \right] = \$11.280.473.30$$

En Excel: = PAGO (tasa; nper; va; vf; tipo)

= PAGO (5%; 4; - 40.000.000)

TABLA DE AMORTIZACIÓN				
No.	Cuota	Interés	Abono	Saldo
0				40.000.000.00
1	11.280.473.30	2.000.000.00	9.280.473.30	30.719.526.70
2	11.280.473.30	1.535.976.33	9.744.496.97	20.975.029.73
3	11.280.473.30	1.048.751.49	10.231.721.82	10.743.307.91
4	11.280.473.30	537.165.40	10.743.307.91	0

El ahorro en impuestos que se obtiene al contratar un crédito bancario (o cualquier crédito) se presenta por la deducibilidad de los intereses como gastos del período, el cual se calcula multiplicando el valor de los intereses por la tasa de tributación.

TABLA DE AMORTIZACIÓN					
No.	Cuota	Flujo de caja	Interés	Ahorro en impuestos	*Flujo de caja neto
0		*39.200.000.00			39.200.000.00
1	11.280.473.30	(11.280.473.30)	2.000.000.00	700.000.00	(10.580.473.30)
2	11.280.473.30	(11.280.473.30)	1.535.976.33	537.591.72	(10.742.881.58)
3	11.280.473.30	(11.280.473.30)	1.048.751.49	367.063.02	(10.913.410.28)
4	11.280.473.30	(11.280.473.30)	537.165.40	188.007.89	(11.092.465.41)

El ingreso neto de \$39.200.000, que es lo que recibe realmente el cliente, resulta de descontarle al valor del crédito el 2% por gastos de comisiones, avalúo, gastos de hipoteca, etcétera.

$$\text{Ingreso neto} = \$40.000.000 - 2\% \times \$40.000.000 = \$39.200.000$$

El flujo de caja neto (como aparece en la tabla de arriba) está conformado por el ingreso neto y el valor de las cuotas trimestrales menos el ahorro en impuestos.

La TIR del flujo de caja neto es del 4.10% trimestral, que al anualizarla arroja una tasa de interés del 17.43% efectiva anual, que corresponde al costo neto del crédito bancario.

Si calculamos la TIR tomando como ingreso el valor total del crédito (\$40.000.000), ignorando el efecto que sobre su costo tienen los gastos en que incurre el cliente antes del desembolso, el costo después de impuestos sería del 3.25% trimestral igual al obtenido con la expresión $Kd = i(1 - \text{IMPTOS})$.

3. **Patrimonio.** Se cree comúnmente que esta fuente no tiene ningún costo por ser aporte del inversionista; la verdad es que es la más costosa para el proyecto por el

riesgo que éste asume al comprometer recursos que bien podría conseguirlos en el mercado financiero y por el costo de oportunidad en que incurre al no poder invertirlos en otra alternativa.

¿Es correcto que dos socios que van a establecer una empresa con dinero propio no cobren intereses sobre sus aportes? Y si no tuvieran ese dinero, ¿cuánto tendrían que pagar? Cualquier inversión que se haga, aunque ésta sea con recursos propios, debe analizarse bajo el supuesto de que sea un préstamo y como tal debe generar intereses.

Una de las mayores dificultades de la teoría financiera ha sido calcular el costo de los fondos aportados por los inversionistas. Una forma obvia y elemental (Vélez, 1998) consiste en preguntarles qué tasa de interés esperan obtener sobre sus inversiones. Sin embargo, esto no siempre es posible, sobre todo cuando existen varios socios que tienen diferentes expectativas de rendimiento y diferentes puntos de vista sobre el riesgo, por lo tanto, es necesario determinarlo en forma indirecta. Para el cálculo del costo de los aportes del inversionista (tasa de oportunidad) existen modelos sofisticados en los textos de finanzas avanzadas, que no aplican para nuestro propósito. La forma más común de expresar esta tasa consiste en sumarle a la tasa de inflación una tasa adicional que representa el premio que se le debe pagar al inversionista por asumir el riesgo de entregarle su dinero a otra persona.

$$T.O. = \text{tasa de inflación} + \text{Premio al riesgo}$$

Debido a la percepción diferente que tiene cada persona sobre el riesgo, el premio al riesgo se vuelve algo subjetivo, de tal modo que su valor viene determinado por el nivel de aversión que tenga cada persona al riesgo, implícito en toda inversión.

Para nuestro ejemplo se definió la tasa de oportunidad del inversionista con un valor del 30% EA. Como los dividendos que recibe el inversionista no son deducibles de impuestos, como sí lo son los intereses que se pagan por un préstamo, esta tasa es igual antes y después de impuestos.

Ya con el cálculo del costo después de impuestos de cada fuente de financiamiento, podemos calcular el costo promedio ponderado o costo de capital.

Fuente	Monto	C.D.I.	% Participación	C.P.P.
Proveedores	\$ 10.000.000	49.71%	10.00%	0.0497
Crédito bancario	\$ 40.000.000	13.65%	40.00%	0.0546
Inversionista	\$ 50.000.000	30.00%	50.00%	0.1500
Total	\$100.000.000		100.00%	
Costo de capital				25.43%

El costo promedio ponderado se calcula sumando los valores parciales obtenidos al multiplicar el costo después de impuestos (CDI) por el porcentaje de participación. El costo de capital obtenido es el rendimiento mínimo exigido al proyecto. Es decir, el proyecto tiene que generar un rendimiento mínimo sobre la inversión no amortizada del 25.43% para satisfacer las expectativas de rendimiento de sus beneficiarios que son los acreedores y el inversionista, además de devolver la inversión inicial. Si la estructura financiera que estamos analizando correspondiera a una empresa en marcha, el resultado indicaría que esta es la rentabilidad sobre activos (rentabilidad operativa) mínima que tendría que generar la empresa.

Otro procedimiento para calcular el costo de capital es el siguiente:

Costo del proveedor	\$ 10.000.000 X 49.71%	\$ 4.975.000
Costo del crédito	\$ 40.000.000 X 13.65%	\$ 5.460.000
Costo del inversionista	\$ 50.000.000 X 30.00%	\$ 15.000.000
Costo total:		\$ 25.435.000

Costo de capital promedio ponderado: $25.435.000 / 100.000.000 = 25.43\%$

Tal como lo expresamos al principio del capítulo, cuando la proporción de deuda se incrementa el costo de capital disminuye debido a las ventajas tributarias de la deuda. Para una mayor ilustración, asumamos ahora la siguiente participación de las diferentes fuentes de financiamiento en la inversión inicial del proyecto que venimos analizando.

Supongamos que los aportes del inversionista son de \$30.000.000 y que el valor del crédito bancario es de \$60.000.000. Estamos aumentando el monto del crédito y reduciendo los aportes del inversionista, mientras que el aporte de los proveedores permanece constante. El costo después de impuestos de cada fuente permanece inalterable, debido a que éste es independiente del valor del aporte.

El nuevo cálculo del costo de capital aparece en la siguiente tabla:

Fuente	Monto	C.D.I.	% Participación	C.P.P.
Proveedores	\$ 10.000.000	49.71%	10.00%	0.0497
Crédito bancario	\$ 60.000.000	13.65%	60.00%	0.0819
Inversionista	\$ 30.000.000	30.00%	30.00%	0.0900
Total	\$100.000.000		100.00%	
Costo de capital				22.16%

Se observa en el resultado que el costo de capital disminuye de 25.43% a 22.16%. Bajo estas nuevas condiciones de financiamiento, el proyecto tiene que generar un rendimiento mínimo sobre la inversión no amortizada del 22.16%. La reducción en el costo de capital se produce por el efecto del apalancamiento financiero, al aumentar la proporción de la deuda que tiene un costo menor que los aportes del inversionista. Sin embargo, este hecho no significa que lo mejor sea aumentar la proporción de deuda sin que aumente el riesgo financiero para la empresa. Un alto nivel de endeudamiento puede no ser viable desde el punto de vista de la capacidad de pago, ya que es posible que los flujos de efectivo que genera el proyecto no sean suficientes para atender el servicio de la deuda. Al incrementarse el nivel de endeudamiento también aumenta el riesgo para los acreedores y para el inversionista; por lo tanto, se debe incrementar tanto el costo marginal de la deuda como el costo del patrimonio. El inversionista asume la necesidad de incluir un factor de ajuste que castigue el rendimiento esperado sobre su inversión. De esta manera, el inversionista incrementa la tasa de interés de oportunidad de acuerdo a su nivel de aversión al riesgo, que viene determinado por diversos factores tales como el conocimiento del negocio, su cultura y educación, e inclusive los valores morales que profesa. Pero aquí vale la pena destacar que si el inversionista hace ajustes muy fuertes sobre la tasa de oportunidad es muy probable que rechazará muchas alternativas de inversión, mientras que si hace ajustes leves está subvaluando el riesgo. Los acreedores, al aumentar el nivel de endeudamiento, también asumen un mayor riesgo de que no se genere el efectivo suficiente para el pago del servicio de la deuda y, por lo tanto, exigirán una mayor tasa de interés. Estas cortas reflexiones nos llevan a concluir que no siempre es tan significativa, como lo muestra el ejercicio, la disminución del costo de capital al incrementarse el nivel de endeudamiento, y que podría darse que el aumento en el nivel de endeudamiento haga aumentar el costo de capital en lugar de disminuirlo.

En la práctica el cálculo del costo de capital tiene varias limitaciones, a saber:

La dificultad para estimar el costo del patrimonio cuando existen varios inversionistas con diferentes percepciones sobre el riesgo y la rentabilidad.

La estructura financiera de una empresa no permanece constante debido a las permanentes transacciones, haciendo que cambien los porcentajes de participación de cada fuente, y, por lo tanto, se obtendría cada día un costo de capital diferente. Cada año ésta se modifica en la medida en que se vaya amortizando el capital tomado en préstamo, lo que significa que para cada período anual habrá una tasa de descuento diferente. En el largo plazo la tasa de descuento relevante será la tasa de oportunidad del inversionista. Algunos autores, por la consideración anterior, sostienen que para evaluar los proyectos cuya estructura financiera está conformada con una parte de deuda se puede tomar la tasa de oportunidad del inversionista como tasa de descuento.

⊙ Cuestionario

1. ¿Es la depreciación acumulada una fuente de financiamiento?
2. ¿Qué es el costo de capital?
3. ¿Qué diferencia existe entre estructura financiera y estructura de capital?
4. ¿Cuál es el beneficio tributario para el inversionista al adquirir activos para el proyecto por medio de un leasing?
5. ¿Desde el punto de vista tributario, cuál es la diferencia entre un crédito bancario y un leasing?
6. ¿Cuáles son las limitaciones del costo de capital?
7. ¿Considera una estructura financiera óptima aquella en que el 50% de los activos sean financiados con pasivos y el 50% financiado con recursos propios?
8. ¿Tiene costo el financiamiento con proveedores?
9. ¿Cuál es el beneficio tributario para el proyecto al financiar parte de los activos con un crédito bancario?
10. Explique algunas ventajas del leasing.
11. Mencione algunas diferencias entre un crédito bancario y un leasing.
12. Mencione algunas de las principales fuentes de financiamiento externas de un proyecto de inversión privado.

◆ Ejercicios propuestos

1. Para el financiamiento de un proyecto de inversión se estimó mantener la siguiente estructura financiera:
 - A. Proveedores. Ofrecen un crédito permanente de \$50.000.000 con un descuento por pronto pago del 3.5% a 45 días.
 - B. Crédito bancario a corto plazo. Un monto de \$200.000.000 a una tasa del 30% efectiva anual.
 - C. Crédito bancario a largo plazo. Un monto de \$100.000.000 a una tasa del 35% efectiva anual.
 - D. Aportes del inversionista. Un monto de \$400.000.000 a una tasa de oportunidad del 45% efectiva anual.

Si la tasa de impuestos vigente es del 35%, calcular el costo de la estructura financiera y de la estructura de capital.

2. Calcular el costo de capital de la siguiente estructura financiera:
- A. Un crédito bancario por \$20.000.000 a una tasa del 20% TV.
 - B. Los inversionistas aportan \$70.000.000 a una tasa de oportunidad del 30% efectiva anual.
- La tasa de tributación es del 35%.

Calcular el nuevo costo de capital si la estructura financiera cambia de la siguiente forma:

- A. Un crédito bancario por \$80.000.000 a una tasa del 30% TV.
La tasa del crédito bancario aumenta por el riesgo de los acreedores.
 - B. Los inversionistas aportan \$10.000.000 a una tasa de oportunidad del 50% efectiva anual. La tasa de oportunidad del inversionista aumenta por el alto nivel de endeudamiento.
- ¿Aumentó o disminuyó el costo de capital al incrementarse el nivel de endeudamiento? Explique.
3. Calcular el costo de capital de la siguiente estructura financiera:
- A. Crédito bancario con plazo de un año por valor de \$30.000.000 a una tasa de interés del 20% anual trimestre vencido, pagadero con cuotas trimestrales iguales. Los costos por comisiones, avalúo, constitución de hipoteca, etcétera, se estiman en un 5% del valor del crédito. La tasa de tributación es del 35%.
 - B. Los inversionistas aportan \$20.000.000 con una tasa de oportunidad del 18% efectivo anual.

Capítulo 6

Construcción de los flujos de caja del proyecto

Introducción

La Evaluación Financiera de Proyectos es el proceso mediante el cual, una vez definida la inversión inicial, los beneficios futuros y los costos durante la etapa de operación, permite determinar la rentabilidad del proyecto. La evaluación financiera de un proyecto, antes que mostrar el resultado contable de una operación en la cual puede haber una pérdida o una utilidad, tiene como propósito principal determinar la conveniencia de emprender o no un proyecto (Sapag, 1993). Se realiza un estudio de proyectos para aportarle al inversionista una mayor información para que sea él quien decida si coloca o no sus recursos en el proyecto que se evalúa.

El estudio de un proyecto de inversión privada tiene dos grandes etapas²⁸: la de formulación, que trata de determinar mediante los estudios de mercado, técnico, administrativo y financiero, el conjunto de recursos que necesita el proyecto para entrar en operación, los costos operacionales y de producción durante su vida útil, así como los beneficios que generará. La segunda etapa es la de evaluación financiera, que consiste en determinar la viabilidad del proyecto bajo el punto de vista de su rentabilidad según las exigencias del inversionista²⁹.

²⁸ Algunos tratadistas consideran que la división entre formulación y evaluación de proyectos existe únicamente para efectos académicos, ya que en la realidad cada etapa de la formulación es en sí una de evaluación.

²⁹ El término inversionista hace referencia tanto a una persona natural, a una empresa o a un conjunto de empresas que están dispuestos a sacrificar unos recursos en el presente a cambio de recibir unos beneficios en el futuro con una rentabilidad mínima.

El flujo de caja es la sistematización de la información sobre la inversión inicial, inversiones durante la etapa de operación, los ingresos y egresos operacionales y de producción, y el valor de rescate del proyecto. En efecto, el flujo de caja del proyecto no es otra cosa que el registro de los desembolsos en efectivo que se presentan antes de la puesta en marcha, y de los ingresos y egresos durante su operación.

Para la construcción del flujo de caja se tienen en cuenta los ingresos y egresos reales de efectivo y no los contables, por lo que el procedimiento se asimila más a **la contabilidad de caja que a la contabilidad de causación**. No obstante lo anterior, en el flujo de caja del proyecto deben aparecer egresos que no representan salidas reales de efectivo, tales como la depreciación y la amortización, que disminuyen el valor de los impuestos por pagar y se constituyen en un beneficio tributario para el proyecto.

La información básica para construir el flujo de caja del proyecto proviene de los estudios de mercado, estudio técnico, administrativo y financiero, teniendo en cuenta una información adicional relacionada con los efectos tributarios de la depreciación y amortización, y con el efecto del valor de rescate.

6.1. Horizonte de evaluación y vida útil del proyecto

El horizonte de evaluación es el tiempo definido para medir la bondad financiera del proyecto, mientras que la vida útil es el tiempo durante el cual se espera que el proyecto genere beneficios. El horizonte de evaluación depende de las características del proyecto y es un segmento de la vida útil del proyecto. Si el proyecto tiene una vida útil corta, se recomienda construir el flujo de caja para ese número de años. Cuando se prevé una vida útil larga, se debe definir un horizonte de evaluación de 10 años. Al definir el horizonte de evaluación del proyecto se hace un corte artificial en su vida útil que simula la duración hasta ese momento, porque el inversionista potencial considera que es el tiempo prudencial para que el proyecto refleje sus bondades financieras.

La inversión antes de la puesta en marcha del proyecto puede demorar mucho tiempo, dependiendo de sus características. Por ejemplo, el tiempo requerido para instalar una planta siderúrgica puede ser de 5 o más años, mientras que el montaje de un almacén de calzado demora poco tiempo. Para el primer caso se acostumbra hacer un calendario de inversiones, para identificarlas en el momento en que ocurren. Si el proyecto se va a implementar con recursos del inversionista, es posible determinar con mayor exactitud el importe de la inversión inicial y lograr así una mejor evaluación, si todos estos movimientos de efectivo que se hacen antes de la puesta en marcha del proyecto se capitalizaran a su tasa de oportunidad. Cuando se acude al crédito como fuente de financiamiento, lo anterior se logra considerando el pago de intereses durante la etapa de

instalación del proyecto. Es por esta razón que en algunos estudios de proyectos aparece como parte de la inversión inicial, el pago de intereses preoperativos.

La estructura de un flujo de caja se construye sobre una tabla compuesta por columnas en las cuales se registran los ingresos y egresos en efectivo. El número de columnas es igual al número de años determinado por el horizonte de evaluación más dos columnas adicionales, una colocada antes que las demás, que corresponde al año cero donde se registran las inversiones realizadas antes de la puesta en marcha del proyecto y una al final donde se registran los impuestos causados en el último año de evaluación. Así, por ejemplo, si el horizonte de evaluación del proyecto se definió en 5 años, la tabla contendrá 7 columnas, 5 columnas que corresponden al horizonte de evaluación en las cuales se registran los ingresos y egresos, la primera (período cero) para registrar la inversión inicial y una columna final donde se registra el pago de impuestos causados en el año 5.

Para proyectos de corta duración, algunas veces coincide el horizonte de evaluación con su vida útil. Esta referencia es importante para calcular el valor de rescate porque no es lo mismo suponer que el proyecto se liquida al final del período de evaluación o si seguirá operando después de este período. En el primer caso, el valor de rescate será el valor contable de los activos. En el segundo caso, aunque también aplica el método anterior, arroja mejores resultados el método del valor presente de los beneficios futuros del proyecto.

6.2. Proyecciones financieras

La mayoría de las personas piensan que la evaluación financiera de un proyecto consiste solamente en calcular el VPN o la TIR, conocidos los pronósticos de los **Flujos Netos de Efectivo**. En verdad, esta es la parte más fácil y corresponde a una operación mecánica, cuya ejecución se realiza hoy en día con las calculadoras financieras o con el computador. La parte que merece mayor atención es la de las proyecciones de ingresos y egresos, que al relacionarlos dan como resultado los **Flujos Netos de Efectivo** que son los valores que, al compararlos con la inversión inicial, permiten medir la rentabilidad del proyecto.

Se discute permanentemente si las proyecciones deben hacerse a precios corrientes o a precios constantes³⁰. Las proyecciones a precios corrientes consideran el efecto de la inflación sobre los precios. Es como si cada día las cosas valieran más y esto es así en forma nominal, es decir, cada día una misma cosa se comprará con una mayor cantidad

³⁰ Hay precios corrientes y constantes, por la existencia de la inflación.

de dinero, pero es posible que no esté aumentando realmente de valor. Al hacer las proyecciones a precios corrientes tanto los ingresos como los egresos se verán incrementados en forma geométrica creciente cada año de acuerdo a la tasa de inflación estimada. Para hacer las proyecciones a precios constantes no se tiene en cuenta el efecto inflacionario; vale decir, todos los ingresos y gastos permanecen constantes en el tiempo.

De hecho, cuando se hace un estudio de proyectos los datos de precios, gastos, etc., corresponden al momento cero, esto es, a antes de la puesta en marcha del proyecto, de tal forma que si los queremos inflar debemos proceder de la siguiente manera: si los ingresos del primer año del proyecto fueron de \$10.000.000 y la tasa de inflación anual estimada es del 10%, el valor de los ingresos del siguiente año será de $10.000.000 (1 + 0.10) = \$11.000.000$, y para el siguiente año³¹ será de $11.000.000 (1 + 0.10) = \$12.100.000$.

Lo explicado en el párrafo anterior es cierto en una economía con inflación *pura*, es decir, en una economía en la cual los precios y gastos aumentan en una misma proporción (tasa de inflación generalizada). Sin embargo, esto no es así en la realidad; los precios y costos varían a tasas diferenciales o específicas, lo que establece un conflicto entre las proyecciones a precios corrientes y a precios constantes. Antes de entrar a definir cuál de las dos metodologías se debe aplicar al hacer las proyecciones financieras para evaluar proyectos de inversión, es pertinente analizar la incidencia de la variación de los llamados *precios relativos* en las proyecciones financieras.

Precios corrientes

Llamados también precios nominales o absolutos, son los precios de los productos afectados por la inflación y son los dados por el mercado. Son los precios que observamos, por ejemplo, en los supermercados todos los días. Si hace un año compramos un producto A por \$1.000 y hoy lo compramos por \$1.200, estos son los precios corrientes del mismo producto; el precio del producto A se incrementó en un 20% por efecto de la inflación.

Precios reales o constantes

El precio real o constante de un producto es su precio expresado en unidades de poder adquisitivo del año cero. El precio real o constante hace abstracción del efecto inflacionario en el precio de un bien o servicio. En una economía inflacionaria, si se tienen \$100 al principio del año, con ese dinero se puede comprar una cantidad de bienes, identificándose así el poder adquisitivo de \$100. Al cabo de un año, si la inflación es del 10%, para

³¹ Se asume que la cantidad vendida permanece constante.

mantener el poder de compra se debe contar con \$110. Tanto los \$100 del año cero como los \$110 al final del año dan al consumidor el mismo poder de compra. El precio real o constante de los \$110 sería \$100, que lo obtendríamos al quitarle a los \$110 el efecto inflacionario. En consecuencia, el factor inflacionario $(1 + \text{inf})^n$ constituye el factor que permite comparar el poder de compra de sumas de dinero que se ubican en diferentes momentos. Si multiplicamos una cantidad de dinero por el factor $(1 + \text{inf})^n$ encontraremos una cantidad equivalente en poder adquisitivo dentro de n períodos. Asimismo, una cantidad futura expresada en términos corrientes podemos expresarla en términos de poder adquisitivo actual dividiéndola entre el factor $(1 + \text{inf})^n$, lo que se conoce como **deflactación**. Así, por ejemplo, si queremos expresar el precio del producto A en términos reales o constantes (unidades de poder adquisitivo del año base), lo deflactamos de la siguiente forma:

$$P = \frac{F}{(1 + i)^n} = \frac{1.200}{(1 + 0.20)^1} = \$1.000$$

Lo que significa que con los \$1.200 al final del año se compra la misma cantidad de bienes y servicios que se compraba al principio del año con \$1.000.

Precios relativos

Expresan la relación de precios de un par de productos (o grupos de productos). El precio relativo de un bien o servicio es su precio expresado en términos de la cantidad de otros bienes que hay necesidad de sacrificar para adquirir una unidad del bien o servicio en cuestión.

Si el precio de un producto A es de \$100 y el precio de un producto B es de \$50, el precio relativo A/B es igual a 2, lo que significa que para adquirir el producto A es necesario sacrificar dos cantidades del producto B. Si después de un año el precio del producto A es de \$200 y el precio del producto B es \$80, el nuevo precio relativo A/B es igual a 2.50, lo que significa que es necesario sacrificar 2.5 cantidades del producto B para adquirir el producto A. Al comparar los dos precios relativos podemos concluir que el producto B se abarata con respecto al producto A. En este caso hubo un cambio en los precios relativos.

Los precios relativos pueden permanecer inalterados o sufrir variaciones dependiendo de que la variación de precios (sean corrientes o constantes) se presente en una economía con **inflación pura o neutral** (los precios de todos los productos varían en una misma proporción) o que se tengan en cuenta las variaciones de precios, ingresos y egresos a tasas de incremento específicas. Si los precios de todas los productos aumentaran o disminuyeran simultáneamente en la misma proporción, sus precios relativos se mantendrían inalterados. En el caso de que estos precios varíen en una proporción diferente, los precios relativos sufren variaciones. Un ejemplo general nos ayudará a entender mejor estos conceptos.

Supongamos que estamos en una economía con inflación *pura* en la cual la variación de todos los precios es del 50%. Los precios corrientes y reales de los productos A, B y C se muestran en la siguiente tabla.

Producto	Precios corrientes			Precios reales		
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 0	Año 1	Año 2
A	\$100	\$150	\$225	\$100	\$100	\$100
B	40	60	90	40	40	40
C	20	30	45	20	20	20

En este caso se observa que los precios corrientes o nominales de los tres productos se incrementan en la misma proporción (50%) y que los precios reales o constantes son los mismos precios del año cero.

Podemos calcular los precios relativos para cada año estableciendo la relación entre los diferentes precios de los tres productos.

Precio relativo	Año 0	Año 1	Año 2
A/B	2.5	2.5	2.5
A/C	5	5	5
B/C	2	2	2

Los precios relativos calculados con base en los precios corrientes, o con base en los precios reales, se mantienen inalterados.

Vamos a considerar, ahora, que la variación de los precios no obedece a una inflación generalizada sino que el precio de cada producto se incrementa a una tasa específica. El precio del producto A se incrementa a una tasa anual del 50%, el precio del producto B se incrementa a una tasa anual del 30% y el precio del producto C a una tasa anual del 20%. Además, consideremos que la tasa de inflación generalizada es del 50% anual.

Producto	Precios corrientes			Precios reales		
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 0	Año 1	Año 2
A	\$100	\$150	\$225	\$100	\$100	\$100
B	40	52	67.6	40	34.7	30
C	20	24	28.8	20	16	12.8

Observamos que los precios corrientes de los productos B y C para los años 1 y 2 son diferentes a los proyectados asumiendo una tasa de inflación generalizada del 50% (inflación pura), y, además, que los precios reales de estos productos para estos mismos años no corresponden a los precios del año cero.

Calculemos los precios relativos con base en los nuevos precios corrientes y precios reales.

Precio Relativo	Año 0	Año 1	Año 2
A/B	2.5	2.9	3.3
A/C	5	6.25	7.8
B/C	2	2.2	2.3

Se observa en la tabla que hay una variación en los precios relativos al utilizar tasas de crecimiento específicas. El aumento en los precios relativos nos indica que los productos B y C se abaratan con respecto al producto A.

Con base en estos resultados podemos sacar algunas conclusiones importantes para efecto de hacer proyecciones de precios, ingresos y gastos necesarios para calcular los **Flujos Netos de Efectivo**, y poder realizar la evaluación financiera de proyectos.

- Los precios reales o constantes no siempre son los precios del año cero o año base. Estos precios coinciden sólo si las proyecciones de precios se realizan en una economía con inflación pura (los precios varían en una misma proporción).
- Las tasas de inflación específicas o diferenciales nos permiten proyectar precios corrientes del producto o insumo, y la tasa de inflación generalizada nos permite deflactar estos precios corrientes y expresarlos en términos de poder adquisitivo del año cero, los que se conocen como *precios reales o constantes*.
- Los precios reales o constantes respetan la variación de los precios relativos.
- La proyección en términos corrientes a tasas específicas absorbe la variación de los precios relativos.

Son muchos los enfoques que existen para hacer las proyecciones financieras necesarias para el cálculo de los **Flujos Netos de Efectivo**. Los más simplistas sostienen que los resultados de los indicadores de rentabilidad del proyecto (VPN y TIR) son idénticos al hacer proyecciones a precios corrientes y a precios constantes, si las metodologías son consistentes en cuanto a no mezclar precios corrientes con tasas constantes y viceversa, en un escenario con inflación pura. Es decir, si las proyecciones se hacen a precios corrientes la tasa de descuento debe ser una tasa corriente y si las proyecciones se realizan a precios constantes la tasa de descuento debe ser constante o real. Se ha llegado a demostrar que esto es cierto en proyectos que no están sometidos al pago de impuestos sobre la renta (en los cuales el cargo por depreciación y amortización no es relevante) y no tienen valor de salvamento, lo que no aplicaría en proyectos de inversión privada o con ánimo de lucro.

Otros enfoques reconocen la variación de los precios relativos (economía con inflación no pura) en precios reales o constantes y proponen deflactar los precios corrientes, proyectados a tasas específicas, con la tasa de inflación generalizada y hacer las proyecciones en términos constantes. Este enfoque adolece de las mismas limitaciones del anterior. En consecuencia, las proyecciones financieras para el cálculo de los **Flujos Netos de Efectivo** no se deben realizar a precios reales o constantes. En este texto proponemos adoptar la metodología de las proyecciones en términos corrientes, con algunas consideraciones propuestas por Ignacio Vélez en su libro *Decisiones de Inversión*.

- Las proyecciones financieras se deben hacer en términos corrientes teniendo en cuenta que los datos de que dispone el evaluador son los precios corrientes, tasas de interés corrientes y series históricas de los diferentes indicadores económicos.
- Los precios reales o constantes son iguales a los precios del año cero únicamente en una economía con inflación pura.
- Al hacer las proyecciones en términos corrientes, cada precio o costo se debe proyectar a tasas específicas teniendo en cuenta una inflación no pura.
- Los precios corrientes absorben las variaciones en los precios relativos.
- La tasa de descuento expresada en términos corrientes incluye en alguna medida la inflación, de tal forma que al trabajar con precios corrientes y descontarlos a la tasa corriente se está descontando el efecto inflacionario; por lo tanto, el valor del VPN ya está a precios del año cero.
- Al realizar una evaluación financiera del proyecto no basta con determinar su viabilidad económica sino que es necesario evaluar su viabilidad desde el punto de vista de su liquidez. Cuando se acude al financiamiento externo, para hacer el cálculo de las necesidades de efectivo, las proyecciones se deben hacer a precios corrientes y no a precios constantes. La liquidez del proyecto, medida a través de un presupuesto de efectivo en precios constantes, no nos dice nada sobre la disponibilidad real de efectivo.

6.3. Cálculo de los Flujos Netos de Efectivo (FNE)

En muchos textos de proyectos se toma la utilidad neta del estado de resultados (P y G), se suman la depreciación y amortización, y se cree haber obtenido así los **Flujos Netos de Efectivo** para cada año de evaluación. De esta forma se confunden los **Flujos Netos de Efectivo** con los beneficios contables y se piensa que se puede construir el flujo de caja del proyecto manipulando datos contables. Se presupone, a lo mejor, que como la evaluación se hace para períodos anuales, al final de cada año se han cancelado las cuentas por pagar y se ha recogido el valor total de la cartera. Este procedimiento equi-

vocado desconoce una serie de consideraciones importantes en el correcto cálculo de los flujos netos de efectivo para cada año de evaluación del proyecto, tales como:

- **Los ingresos por ventas.** Para la elaboración del estado de resultados se utiliza la contabilidad de causación, mediante la cual las ventas se registran cuando se realizan, independientemente que se recauden en el mismo momento. Es práctico reconocer que no todas las ventas se hacen en efectivo. Para obtener los flujos netos de efectivo se tienen en cuenta ingresos por ventas en efectivo.
- **No todos los gastos se pagan cuando se incurre en ellos.** Por la misma razón anterior, para registrar los gastos contablemente no se requiere que haya un desembolso de efectivo.
- **El pago de impuestos.** La utilidad neta resulta de restarle a la utilidad antes de impuestos (UAI) la provisión para impuestos, lo que supone que éstos se pagan en el mismo año en que se causan y bien sabemos que los impuestos se pagan al año siguiente. Los **Flujos Netos de Efectivo** constituyen la disponibilidad real de efectivo para cada año de operación del proyecto, por consiguiente, para ser coherentes con la metodología seguida en Evaluación Financiera de Proyectos, en la correcta construcción del flujo de caja los impuestos se descuentan en el momento en que se pagan. Este tema será analizado con mayor detalle más adelante en este mismo capítulo.
- **Las inversiones adicionales.** Durante la operación del proyecto se presentan inversiones que no son contempladas al hacer el cálculo de la inversión inicial, como, por ejemplo, la compra de activos para reemplazar activos depreciados u obsoletos, que no son consideradas en el estado de resultados.
- **El costo de oportunidad.** La contabilidad no reconoce este costo, por lo tanto no aparece registrado en el estado de resultados. Existe un costo inherente al uso de un activo adquirido con anterioridad por el inversionista y que puede ser utilizado o no en el proyecto. Los beneficios que se pudieran derivar por el uso del activo por fuera del proyecto deben tenerse en cuenta como gasto que afecta el valor de los **Flujos Netos de Efectivo**. Alberto García, en su libro *Evaluación de Proyectos de Inversión*, opina: “Los costos de oportunidad no se reconocen en la contabilidad financiera, pero sí son decisivos en una decisión de inversión. Si se está estudiando la conveniencia de vender un negocio o continuar operándolo, tendría como costo de oportunidad el importe del producto de la venta que se sacrifica. Obviamente no existe costo alguno en los registros contables derivados de la decisión de seguir operándolo”.

Las utilidades contables son importantes para algunos pronósticos, pero cuando se trata de evaluar proyectos de inversión, utilizando las técnicas de flujo de efectivo descontado como el VPN y la TIR, los **Flujos Netos de Efectivo** son los que verdadera-

mente importan (Weston y Brigham, 1994). La evidencia empírica nos ha demostrado que empresas con elevadas utilidades contables han fracasado al no tener efectivo disponible para pagar las cuentas que se van venciendo. No interesa que las empresas arrojen utilidades contables sino que generen efectivo para cubrir sus obligaciones de corto plazo. Lawrence Gitman³², opina: “Se utilizan los flujos de efectivo en lugar de las utilidades contables, para hacer evaluación de proyectos, ya que es el dinero en efectivo, no las utilidades en papeles o documentos, con lo que se pagan las cuentas y se permiten las inversiones adicionales”.

6.4. Tipos de flujos de caja

Existen diferentes flujos de caja dependiendo de cuál rentabilidad se desea conocer y de la forma de financiar la inversión.

- El flujo de caja del proyecto cuyo propósito es servir de base para medir la rentabilidad del proyecto en sí, teniendo en cuenta toda la inversión sin importar las fuentes de financiamiento.
- El flujo de caja del inversionista que permite medir exclusivamente la rentabilidad sobre sus aportes. Para su correcta construcción y para medir el efecto del financiamiento se incluyen en el flujo de caja del proyecto los cargos por intereses y amortización de capital.
- Además de los dos flujos de caja anteriores, cuando se acude al financiamiento con pasivos es imprescindible construir un presupuesto de efectivo para verificar la capacidad de pago del proyecto.

Cuando la inversión se financia con recursos del inversionista existe un flujo de caja único para el proyecto y el inversionista, y el costo de la inversión (Tasa de Descuento) es su tasa de oportunidad. Si la financiación de la inversión se hace con una mezcla de pasivos y recursos del inversionista, es diferente el flujo de caja del proyecto al flujo de caja del inversionista.

6.5. Componentes de un flujo de caja

El flujo de caja de un proyecto de inversión privada se compone de los siguientes elementos básicos:

1. La inversión inicial del proyecto.
2. Los ingresos y egresos reales de efectivo.

³² Gitman, Lawrence. Fundamentos de administración financiera. Harla 1986.

3. Depreciación y amortización.
4. Momentos en que ocurren los ingresos y egresos.
5. Impuestos causados y pagados.
6. Inversiones adicionales.
7. Valor de rescate del proyecto.

A continuación analizaremos en detalle cada uno de los componentes del flujo de caja del proyecto.

6.5.1. Inversión inicial

Conocida como costos de inversión o inversión antes de la puesta en marcha, está representada por **los activos fijos, los activos diferidos y el capital de trabajo**. El monto de esta inversión se obtiene al cuantificar los resultados obtenidos en los estudios de mercado, técnico y administrativos, y se expresan en el año cero del flujo de caja. Este aspecto tan importante en la evaluación financiera de proyectos ya fue analizado en detalle en el capítulo 4. Sin embargo, es relevante para el autor la apreciación que sobre el capital de trabajo, como parte de la inversión inicial del proyecto, hacen algunos autores. Opinan que el capital de trabajo no forma parte de la inversión inicial del proyecto y, en consecuencia, su monto no se debe tener en cuenta para evaluar su rentabilidad. El autor no comparte este criterio, ya que se le da al capital de trabajo una connotación contable de corto plazo. Evidentemente, el capital de trabajo pasa a ser lo que contablemente aparece en el balance general como activos circulantes y esto es así desde el punto de vista de su administración mas no de su inversión. Pero esta concepción contable del capital de trabajo no debe confundirse con la **inversión en capital de trabajo** que es un concepto de largo plazo y es la que se utiliza en evaluación financiera de proyectos. Las empresas, por lo general, jamás podrán recoger toda su cartera o realizar todos sus inventarios hasta llevarlos a cero mientras el proyecto esté en operación, vale decir, mientras el negocio esté funcionando siempre habrá inversiones en cartera e inventarios. Esto nos lleva a concluir que antes de que el proyecto entre en operación deben estar disponibles los recursos monetarios necesarios para mantener durante toda la vida útil del proyecto los niveles mínimos de efectivo, inventarios y cartera, que conforman el capital de trabajo. No es, por lo tanto, cierto que el monto de capital de trabajo se recupera en el corto plazo y mucho menos que su financiación se deba hacer con fuentes de corto plazo. La parte permanente del capital de trabajo se debe financiar con recursos del inversionista o con un crédito de largo plazo y se considera una inversión permanente. Lawrence Gitman, en su excelente libro *Fundamentos de Administración Financiera*, se refiere al tema en los siguientes términos: “Además de la inversión en activos fijos, en ocasiones es necesario mantener efectivo, cuentas por cobrar o inventarios adiona-

les. Esta inversión en capital de trabajo se considera como un flujo de salida de efectivo al momento en que ocurre. Por ejemplo, si se necesitan \$15.000 en capital de trabajo, habría un flujo de salida de efectivo por este monto en el momento cero de la inversión, adicional a los \$100.000 en activos fijos, llevando el flujo de efectivo total a \$115.000. Al final de la vida del proyecto probablemente se recupere la inversión en capital de trabajo". *Nassir y Reinaldo Sapag Chain* dicen: "El capital de trabajo, si bien no implicará un desembolso en su totalidad antes de iniciar la operación, se considerará también como un egreso en el momento cero". Por las consideraciones anteriores, en este libro consideraremos el capital de trabajo como parte de la inversión inicial del proyecto.

6.5.2. Ingresos y egresos reales de efectivo

Los ingresos hacen referencia a los beneficios del proyecto y corresponden a las entradas de dinero asociadas al mismo, como son: ingresos por venta del producto, ingresos por venta de residuos, ingresos por venta de activos durante la operación y el valor de rescate. Si la venta de bienes o servicios producidos por el proyecto se hace a crédito, aunque ello representa un ingreso contable, el valor registrado en el estado de resultados no forma parte del flujo de caja del proyecto hasta cuando se recibe el efectivo. Para la construcción del flujo de caja del proyecto se utiliza **la contabilidad de caja y no la de causación**.

Existen ingresos gravables y egresos deducibles que son aquellos que aumentan o disminuyen las utilidades contables. Ejemplo de los primeros son: ingresos por ventas de bienes o servicios, ingresos financieros procedentes de inversiones temporales, ingresos por venta de residuos y ganancia ocasional en venta de activos. Los egresos deducibles son los gastos de operación, costos de producción, gastos de mantenimiento, administración, mercadeo, ventas, la depreciación y amortización, la pérdida en venta de activos y la amortización de gastos preoperativos. Los ingresos no gravables y los egresos no deducibles son aquellos que no afectan las utilidades contables. Ingresos no gravables son el valor de venta de activos cuando éste es igual al valor en libros, el valor de rescate y la recuperación del capital de trabajo. Egresos no deducibles son la inversión inicial y las inversiones adicionales que se presenten durante la vida útil del proyecto incluyendo la inversión adicional en capital de trabajo. Al construir el flujo de caja del proyecto es importante saberlos ubicar y de esta forma minimizar las posibilidades de cometer errores que afecten los resultados de la evaluación.

Efecto tributario por venta de activos

En cuanto a los ingresos por venta de activos, y dado que el valor comercial de un activo no necesariamente es igual a su valor en libros (por lo general no coinciden), la diferencia entre estos dos valores tiene una connotación impositiva. Se pueden presentar tres casos:

- Cuando el precio de venta del activo es igual al valor en libros, el ingreso por venta del activo se considera un ingreso no gravable y, por lo tanto, debe aparecer en el flujo de caja del proyecto después del pago de impuestos.
- Si la venta del activo se realiza por un valor superior al valor en libros, el valor por encima del valor en libros se considera como ingreso gravable, y el valor correspondiente al valor en libros se considera ingreso no gravable.
- Si el activo se vende por un valor inferior al valor en libros existe una pérdida cuyo valor se considera deducible de impuestos, el cual por no ser desembolsable, es decir, por no representar salida de efectivo, primero se resta como gasto deducible para efectos de pago de impuestos y luego se suma el valor de venta, después de impuestos, como ingreso no gravable.

En resumen, la utilidad o pérdida en la venta de un activo se determina por la diferencia entre el precio de venta y el valor en libros o costo contable al momento de realizarse la venta. El valor en libros es el valor del activo que todavía no se ha depreciado y se calcula como la diferencia entre el valor de adquisición del activo y la depreciación acumulada, siendo esta última la suma de las depreciaciones anuales registradas hasta ese momento. Se mencionó anteriormente que la legislación tributaria colombiana establece una diferencia entre costo contable o valor en libros y costo fiscal. El costo fiscal de un activo es el valor declarado, que puede terminar siendo diferente al valor en libros. Pero, por lo general, el costo fiscal de un activo fijo es igual a su valor en libros. En este texto, en adelante, no entenderemos ninguna diferencia entre estos dos conceptos.

Caso 1: utilidad en la venta de un activo

Si el valor de mercado o valor comercial de un activo es superior a su valor en libros se genera una utilidad o ganancia ocasional por venta del activo, afectada por el factor impuesto. Visto de otra forma, la ganancia ocasional por la venta del activo aumenta los ingresos gravables de la empresa y, en consecuencia, el valor de los impuestos. Pero, para que se considere como ganancia ocasional la utilidad obtenida en la venta del activo, éste debe estar en manos de la empresa por lo menos durante dos años. Si es vendido antes, la ganancia ocasional se tratará como un ingreso común y corriente.

Ejemplo 6.1

Un equipo que tiene una vida útil de 10 años se compró por \$25.000.000 y por razones económicas se vende al final del año 6 por \$20.000.000. Si el equipo se deprecia en línea recta y la tasa de tributación es del 35%, calcular el efecto tributario.

Se calcula, en primer lugar, el cargo por depreciación anual:

$$\text{Depreciación} = \frac{25.000.000}{10} = \$2.500.000$$

Al final del año 6 el activo tendrá una depreciación acumulada de \$15.000.000 y, en consecuencia, su valor en libros es igual a \$10.000.000.

Si el equipo se vende por \$20.000.000 y su valor en libros es de \$10.000.000 la utilidad contable es de \$10.000.000, valor afectado por el pago de impuestos. El valor de los impuestos por la venta del equipo es de \$3.500.000 que resulta de multiplicar la ganancia ocasional de \$10.000.000 por la tasa de tributación del 35%. Como el valor en libros no representa una salida de caja, el ingreso neto por la venta del equipo es de \$16.500.000, que resulta de restarle al precio de venta el valor de los impuestos.

Un procedimiento alternativo para llegar al mismo flujo neto por venta del equipo se representa en la siguiente tabla:

Ítem	Valor
Venta equipo	\$ 20.000.000
Valor en libros	\$ 10.000.000
Utilidad	\$ 10.000.000
Impuestos (35%)	\$ 3.500.000
Utilidad neta	\$ 6.500.000
Valor en libros	\$ 10.000.000
Ingreso neto	\$ 16.500.000

Aunque el valor comercial del equipo sea de \$20.000.000, el valor que tendrá para la empresa será solo de \$16.500.000 porque si se vende, parte de los \$20.000.000 deberá destinarse a pagar los impuestos sobre la utilidad contable generada por la venta del equipo.

En este texto, en la construcción del flujo de caja del proyecto, para obtener el mismo efecto tributario por la venta de activos por un valor superior a su valor en libros, se registra la ganancia ocasional como un ingreso gravable (antes de impuestos) y el valor en libros como ingreso no gravable (después de impuestos).

Caso 2: pérdida en la venta de un activo

Si la venta del activo se hace por un valor menor a su valor en libros, la contabilización de la venta arrojará una pérdida, sin que esto signifique que no haya impuestos ya que

al no llevarse contabilidad por activo sino por toda la empresa se aprovecha esta pérdida contable para reducir eventuales utilidades que el resto de la empresa pueda obtener en el momento de la venta del equipo.

Ejemplo 6.2

Una empresa tiene, para un periodo determinado, unos ingresos de 50.000.000 y unos egresos de \$40.000.000. Si durante el mismo periodo vende un activo por \$4.000.000 y su valor en libros es de \$5.000.000, calcular el efecto tributario por la venta del activo.

En este caso específico se presenta una pérdida en la venta del activo que viene determinada por la diferencia entre el valor de venta y el valor en libros.

	Empresa	Activo	Neto empresa
Ingresos	\$ 50.000.000		\$ 50.000.000
Egresos	\$ 40.000.000		\$ -40.000.000
Venta activo		\$ 4.000.000	\$ 4.000.000
Valor en libros		\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
Utilidad antes de impuestos	\$ 10.000.000	\$ -1.000.000	\$ 9.000.000
Impuesto (35%)	\$ 3.500.000	\$ 350.000	\$ 3.150.000
Utilidad neta	\$ 6.500.000	\$ -650.000	\$ 5.850.000
Valor en libros		\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
Ingreso neto	\$ 6.500.000	\$ 4.350.000	\$ 10.850.000

Se observa que con la venta del activo a pérdida, se incrementa el flujo neto de la empresa de \$6.500.000 a \$10.850.000, que resultan de sumarle al flujo neto de la empresa sin venta de activo el valor de venta del activo por \$4.000.000 más el ahorro en impuestos de \$350.000. En consecuencia, el valor del activo para la empresa es de \$4.350.000 aunque su valor comercial sea de \$4.000.000.

En el flujo de caja del proyecto se registra la pérdida como gasto deducible y el valor de venta como ingreso no gravable.

En algunos casos no se contempla la venta de algunos activos al final del período de evaluación, con el propósito de conservarlos en la realización de nuevos proyectos. Aunque estos activos no se vendan es necesario reflejar un ahorro tangible equivalente a no tener que desembolsar dinero para comprar activos con características similares. Lo anterior significa que si no se contempla la venta de algún activo al final del período de evaluación, su valor de mercado debe registrarse como ingreso no gravable en el flujo de caja del proyecto.

Efecto tributario por compra de activos

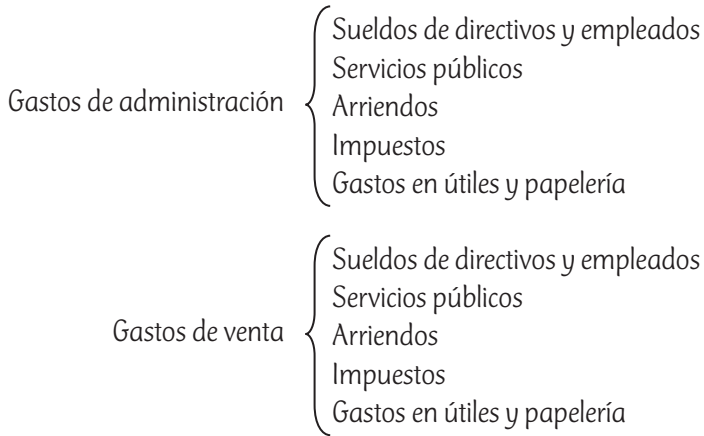
En proyectos en los cuales se prevé la compra de activos durante el horizonte de evaluación, se considera de suma importancia el análisis del efecto tributario. La sola inversión en la compra del activo no genera ni aumento ni disminución de la riqueza de la empresa, puesto que el fisco no considera una inversión como costo. El efecto contable en el aumento de los activos fijos se compensa con una disminución de los activos corrientes, si el activo se compra al contado; si el activo se compra a crédito, el aumento en activos fijos se compensa con un aumento en los pasivos de la empresa. Lo anterior nos indica que la sola compra del activo no tiene efectos tributarios directos, por lo tanto, en la construcción del flujo de caja del proyecto su valor se registra como egreso no deducible. Sin embargo, cuando el activo comienza a ser utilizado, contablemente va perdiendo valor y esta pérdida denominada Depreciación a pesar de no constituir salida de efectivo es un gasto contable que se resta de los ingresos para reducir la utilidad y, en consecuencia, el valor de los impuestos.

Aspectos contables en la construcción del flujo de caja del proyecto

La construcción del flujo de caja de un proyecto de inversión que se evalúa con el propósito de crear una empresa industrial o comercial difiere en el registro de los costos. Mientras que para una empresa comercial aparecen en el flujo de caja los gastos operacionales, en las empresas industriales, además de los anteriores, deben aparecer los costos de fabricación del producto. Aquí es donde aparece la diferencia entre la contabilidad de una empresa manufacturera y una comercial. Las empresas comerciales no fabrican, solamente compran y venden la misma mercancía sin hacerle ninguna transformación sustancial, mientras que las empresas industriales o manufactureras, por ser transformadoras de materias primas en productos terminados para la venta, requieren de un sistema de costos para poder determinar el costo del producto que fabrican. Por su importancia, vale la pena repetir que al construir el flujo de caja del proyecto lo que interesa es incorporar todos los ingresos y desembolsos en efectivo en que incurre el proyecto, sin que exista cualquier ordenamiento preestablecido. Sin embargo, es usual clasificar los costos según el objeto del gasto. Para ser coherentes con la metodología propuesta, se pueden construir presupuestos de costos operacionales y presupuestos de costos de producción.

En las empresas comerciales, además de los gastos operacionales, que son aquellos que se causan durante la operación del proyecto, se presentan los costos de compras, que son aquellos en que la empresa incurre al comprar las mercancías que se van a comercializar.

Los gastos operacionales comprenden los gastos de administración y ventas.



En las empresas de servicios, además de los gastos operacionales, se deberán calcular los costos que se causan en la acción directa de la prestación del servicio, como por ejemplo, la mano de obra y los insumos consumidos.

Las empresas industriales, en el proceso de fabricación y venta del producto, realizan tres funciones básicas: producción, administración y venta. En cada una de ellas, la empresa tiene que realizar erogaciones por pago de salarios, compra de materiales, pago de servicios públicos, etc. De las erogaciones que realiza en cada función, se derivan los costos de producción y los gastos de administración y ventas. Para efecto de la construcción del flujo de caja del proyecto para una empresa industrial, y del registro de los costos, se hace necesario conocer los elementos del costo de fabricar una unidad del producto.

Los costos de producción, en una empresa industrial o manufacturera, tienen tres componentes, a saber:

- **Materiales directos.** Son aquellos que entran en el producto que se está fabricando. La cantidad de madera y metal utilizados en la fabricación de un mueble de madera puede calcularse con cierta exactitud. Estos dos materiales son directos. Aunque también se utilizan otros materiales, como el pegante, que no obstante entrar en el producto, su costo es de difícil asignación y por tener un valor insignificante se contabilizan como material indirecto. Para realizar el cálculo del valor de los materiales directos es preciso consultar el programa de producción elaborado en el estudio técnico.
- **Mano de obra directa.** Es la que se utiliza en la transformación de los materiales directos en productos terminados. En el proceso de fabricación del mueble de madera se necesitará el trabajo directo de obreros y técnicos (si la producción es tecnificada), y se podrá calcular el número de horas de los obreros que se requieren para la fabricación del mueble. La remuneración de estos trabajadores (incluyendo las

prestaciones sociales, seguridad social, etc.) es lo que se considera como mano de obra directa. En la fabricación del mueble de madera intervienen otros trabajadores que desempeñan labores indirectas, como, por ejemplo, celadores, técnicos de mantenimiento, empleados de oficinas de producción, supervisores. La remuneración de estos trabajadores se conoce como mano de obra indirecta.

- **Gastos generales de fabricación.** Los materiales indirectos, la mano de obra indirecta, sumados a otros gastos, tales como servicios públicos, arrendamientos de plantas, lubricantes, etc., que son difíciles de asignar a la fabricación de cada unidad del producto, conforman los gastos generales de fabricación.

El problema fundamental que debe resolver la contabilidad de costos aplicada a los proyectos de inversión consiste en la obtención del costo unitario de los productos fabricados (Hargadon, 1985). Dependiendo de si la producción se realiza en lotes o si es una producción continua, existen dos sistemas de costos: el sistema por órdenes de producción y el sistema de costos por procesos. Estos elementos se deben tener en cuenta cuando se formula el proyecto de inversión para lograr, con la mayor exactitud posible, calcular el costo unitario variable y de esta forma poder conocer los costos totales de producción.

También es relevante destacar que independientemente de cuál de los sistemas de costos se utilice en la formulación del proyecto, existen dos doctrinas sobre el manejo de los costos en una empresa industrial: **El sistema de costeo total o de absorción y el sistema de costeo variable.** El primero presupone que son costos del producto todos los costos de producción, tanto fijos como variables, mientras que la segunda doctrina considera que sólo son costos del producto los variables de producción. Los costos fijos de producción se consideran gastos del período en el cual se incurren, al igual que los gastos de administración y ventas. La aplicación de uno u otro sistema afecta las utilidades gravables, llegando a la conclusión que el sistema de costeo total arroja mayores utilidades fiscales, debido a que la producción siempre será mayor que las ventas.

En resumen, si utilizamos el sistema de costeo variable³³ por órdenes de producción, que considera los costos fijos como costos del periodo, y queremos calcular el costo variable total para un volumen de producción de 500 unidades con los siguientes datos, procedemos así:

Materiales directos:	\$	60.000
Mano de obra directa:	\$	45.000
Gastos generales de fabricación:	\$	5.000
Total	\$	110.000

³³ En muchos países las normas tributarias exigen que la contabilización de los costos se realice por el sistema de costeo total.

El costo variable unitario se calcula dividiendo el costo total de producción entre la cantidad de unidades producidas:

$$\text{CUV} = \frac{\text{Costo total de producción}}{\text{Cantidad de unidades producidas}} = \frac{110.000}{500} = \$220.00$$

CUV = Costo Unitario Total

El procedimiento más sencillo, aunque con resultados aproximados, para conocer el costo total de producción consiste en suponer que cada año se inicia y termina sin inventarios, lo que nos indica que todo lo que se produce se vende en el mismo período. La aproximación de este cálculo se debe a que en la realidad la mayoría de las empresas industriales, por no decir todas, inician y terminan cada año con inventarios de materias primas, productos en proceso y productos terminados.

Podemos resumir en la siguiente tabla la información requerida para calcular el costo unitario de producción.

Producción estimada	Material directo	Mano de obra directa	Gastos generales de fabricación	Costo unitario variable
500 unidades	\$60.000	\$45.000	\$5.000	\$220

6.5.3. Depreciación y amortización

La depreciación y amortización, pese a no constituir movimiento de efectivo, se registran en el flujo de caja del proyecto como gastos deducibles para propósitos de determinar los impuestos a pagar. Estas partidas cubren el valor de la depreciación de activos fijos como las edificaciones, maquinaria y equipos, muebles y enseres, a excepción de los terrenos que no se deprecian. Se amortizan los activos diferidos, como, por ejemplo, los costos de capacitación, patentes y permisos, franquicias, estudios, etc. Conviene recordar que la depreciación y amortización son mecanismos mediante los cuales una empresa recupera los dineros invertidos en activos fijos y activos intangibles. Puesto que la inversión en estos activos se realiza en el momento de su compra, en el flujo de caja primero se restan³⁴ como gasto para disminuir la utilidad antes de impuestos y luego se suman, porque de no hacerlo así sería cargarle al proyecto una doble inversión. Existen otros gastos que no corresponden a desembolsos en efectivo, pero si son deducibles de impuestos como, por ejemplo, la amortización de gastos preoperativos y el descuento por agotamiento de recursos no renovables.

³⁴ Si viviéramos en un mundo sin impuestos, no tendría sentido restar la depreciación para disminuir la utilidad sobre la cual se liquidan los impuestos, y luego sumarla para determinar los Flujos Netos de Efectivo.

6.5.4. Momentos de ocurrencia de ingresos y egresos

Para facilitar la evaluación financiera del proyecto se ha convenido registrar en el flujo de caja los ingresos y egresos para períodos anuales y al final de cada período, aunque se sabe que en realidad éstos fluyen durante todo el período anual. Este supuesto implica que todos los movimientos de efectivo de un período se tratan como si ocurriesen en un mismo momento. El período de tiempo utilizado para registrar los ingresos y egresos en efectivo debería depender de las mismas características y naturaleza del proyecto, de tal forma que los períodos de evaluación podrían corresponder a períodos menores de un año. Esto hoy en día es factible con la disponibilidad de los computadores y la facilidad de manejo de la hoja de cálculo Excel.

6.5.5. Impuestos causados y pagados

Hemos insistido en que el flujo de caja del proyecto está constituido por ingresos y egresos reales de efectivo. De este concepto no se escapan los impuestos sobre la renta; por lo tanto, es necesario saberlos ubicar en el flujo de caja. La diferencia entre los ingresos y los gastos deducibles da como resultado la utilidad antes de impuestos (UAI)³⁵. El impuesto causado se calcula aplicando un porcentaje (33% en Colombia, que corresponde a la tasa de tributación) a esta utilidad. En el flujo de caja se deben registrar los ingresos y egresos reales de efectivo y no los causados, lo que indica que los impuestos que afectan los flujos netos de efectivo son los realmente pagados y no los causados. Según lo anterior, para el primer año de operación del proyecto existirán impuestos causados pero no pagados; los causados en este período se pagarán en el segundo año y así sucesivamente para los siguientes años. En la mayoría de los textos de proyectos los **Flujos Netos de Efectivo** se calculan descontando de la utilidad antes de impuestos (UAI) el valor de los impuestos, en el mismo período en que se causan. Este procedimiento es equivocado, porque los impuestos se causan en un año, pero se pagan al año siguiente y es en este último período donde deben registrarse y considerarse como un egreso de efectivo. Se podría pensar que al pagar los impuestos en los primeros meses del año siguiente al año en que se causan, sería más razonable asignarlos al año anterior pero para ser consistentes con la metodología seguida en evaluación de proyectos, todos los ingresos y egresos en efectivo se registran al final del período. Al respecto *Brealey y Myers*³⁶ opinan: “se debería estar seguro que los flujos netos de efectivo se computan *únicamente cuando se producen* y no cuando el trabajo se lleva a cabo o se incurre en una deuda.

³⁵ Esta utilidad hace referencia a la utilidad atribuible al proyecto

³⁶ Brealey, Richard y Myers, Stewart. *Principios de Finanzas Corporativas*. Mc. Graw Hill. Cuarta edición, 1998.

Por ejemplo, los impuestos deberían descontarse en la fecha de su pago real, no en el momento en que ese compromiso fiscal se anota en los libros contables de la empresa”.

6.5.6. Inversiones adicionales

Las inversiones adicionales son aquellas que se realizan durante la vida útil del proyecto, diferentes a las inversiones que se requieren para que el proyecto entre en operación. Las más comunes son: reemplazo de activos e incrementos del capital de trabajo, este último cuando se presenta un aumento en el volumen de ventas no por efectos inflacionarios sino por un aumento en la demanda y, por consiguiente, en la producción. Este tipo de inversiones no afectan las utilidades del proyecto, por tal razón se consideran egresos no deducibles, ya que el fisco no permite deducir los desembolsos por inversiones para efectos del cálculo de la UAI.

6.5.7. Valor de rescate

Es el valor que podría tener el proyecto durante su operación o al final de la vida útil. Este concepto pasa a ser relevante en la evaluación financiera del proyecto, ya sea para su cálculo como para su inclusión como ingreso no gravable dentro del flujo de caja del proyecto. Este tema ya fue desarrollado en el capítulo 3, por lo tanto, se recomienda al lector su estudio.

6.6. Estructura del flujo de caja del proyecto

Con base en lo expuesto anteriormente, podemos definir la estructura general de flujo de caja del proyecto de la siguiente forma:

(-) INVERSIÓN INICIAL
(+) INGRESOS GRAVABLES
(-) EGRESOS DEDUCIBLES
(-) DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS
IMPUESTOS CAUSADOS
(-) IMPUESTOS PAGADOS
(+) DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN
(-) EGRESOS NO DEDUCIBLES
(+) INGRESOS NO GRAVABLES
(+) VALOR DE RESCATE DEL PROYECTO
FLUJO NETO DE EFECTIVO

Los pasos para construir el flujo de caja del proyecto y calcular los **Flujos Netos de Efectivo**, sistematizados en la tabla anterior, los podemos resumir de la siguiente forma:

1. En el año cero (antes de la puesta en marcha del proyecto) registramos el valor de la inversión inicial.
2. Desde el año 1 hasta el año final del período de evaluación registramos los ingresos gravables que se concentran en los ingresos por ventas o prestación del servicio. Los ingresos esperados por la venta del producto se calculan multiplicando el precio de cada unidad (que irá incrementándose cada año) por la cantidad de unidades que se proyecta producir y vender cada año. También se contemplan en este rubro los ingresos financieros producidos por posibles inversiones temporales. En el caso que se prevea la venta de activos por encima de su valor en libros, la diferencia entre éste y el valor de venta es una ganancia ocasional y se considera ingreso gravable.
3. De los ingresos anteriores se restan los egresos deducibles que son los operacionales, costos de producción (en el caso de una empresa manufacturera), la depreciación y la amortización. En el caso que se prevea la venta de activos por debajo de su valor en libros, la diferencia entre éste y el valor de venta es una pérdida y se considera egreso deducible.
4. El resultado de esta operación aritmética es la UAI (utilidad antes de impuestos), sobre la cual se calculan los impuestos atribuibles al proyecto.
5. El valor de los impuestos causados es igual al producto de la UAI por la tasa de tributación vigente. Siendo consistente con la metodología seguida para hacer evaluación financiera de proyectos, los impuestos causados en el primer año se pagarán en el segundo año, y así sucesivamente. De tal forma que en el año 1 no se pagan impuestos.
6. Se suman la depreciación y la amortización. La depreciación y la amortización tienen la misma connotación, la única diferencia entre las dos está en que la depreciación se aplica a los activos fijos y la amortización a los activos diferidos. La depreciación, lo mismo que la amortización, es una figura contable y no representa gasto para el proyecto y solamente se tiene en cuenta para el cálculo de la UAI. Por esta razón, primero la consideramos como gasto deducible y luego la sumamos, después de impuestos, para no dejarla registrada como gasto. Si se registrara como gasto deducible y no se sumara después de impuestos se contabilizaría dos veces la inversión.
7. Se resta el valor de los egresos no deducibles (no disminuyen las utilidades de la empresa), como, por ejemplo, las inversiones adicionales y la inversión adicional en capital de trabajo cuando aumenta el volumen de producción y ventas.
8. Sumamos los ingresos no gravables, incluyendo la venta de activos por su valor en libros.

9. En el último año de evaluación registramos como ingreso no gravable el valor de rescate del proyecto.

6.7. Casos prácticos de evaluación financiera de proyectos

CASO PRÁCTICO 1

Un inversionista ha venido analizando la idea de montar una empresa manufacturera dedicada a la fabricación de un modelo de zapatos deportivos. El inversionista desea conocer la rentabilidad del proyecto y la conveniencia de invertir en él o no. Después de realizados los estudios de mercado, estudio técnico, organizacional y financiero, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Existe una demanda insatisfecha.
- Realizadas las proyecciones de la demanda del producto, se pudo obtener una demanda proyectada de 1.200 unidades por año, que permanecerá constante durante los 5 primeros años.
- La inversión inicial en su totalidad será provista con recursos propios.

Inversión inicial:

Terrenos:	\$ 10.000.000
Maquinarias y equipos:	\$ 25.000.000
Capital de trabajo:	\$ 8.000.000
Total Inversión Inicial:	\$ 43.000.000
Gastos Operacionales/Año:	\$ 3.000.000
Vida útil de la Maquinaria y Equipos ³⁷ :	10 años
Tasa de Impuestos:	35%
Inflación Pura Estimada: 6% anual (todos los precios y costos aumentan en esta proporción)	
Horizonte de Evaluación:	5 años
Depreciación de Activos Fijos: Línea recta	
Proyecciones en términos corrientes.	
Tasa de oportunidad del inversionista:	30% anual
Se espera vender los activos fijos depreciables por \$15.000.000 al final del año 5 y los terrenos por \$10.000.000.	
Costos Fijos:	\$ 8.000.000/año
Costo Unitario Total:	\$ 20.000
Precio de Venta Unitario:	\$ 40.000
No se prevén inversiones adicionales durante el período de evaluación.	

³⁷ No todos los activos fijos tienen una misma vida útil. Aquí hemos asumido una vida útil de 10 años para los equipos y maquinarias.

Para medir la rentabilidad del proyecto de inversión se requiere conocer la siguiente información:

- La inversión inicial requerida para que el proyecto entre en operación.
- El horizonte de evaluación del proyecto.
- El valor de rescate del proyecto.
- Los Flujos Netos de Efectivo.
- El rendimiento mínimo aceptable por el inversionista (tasa de oportunidad).

Con los datos suministrados en el planteamiento del ejercicio, conocemos la información sobre la inversión inicial, el horizonte de evaluación, el valor de ventas de activos fijos y la tasa de oportunidad del inversionista. Pasemos a realizar los cálculos que nos permitan conocer los Flujos Netos de Efectivo.

Solución

Cálculo de la depreciación de activos fijos

Como la depreciación es en línea recta, su valor anual se calcula dividiendo el valor del activo sobre la vida útil estimada.

$$\text{Depreciación} = \frac{25.000.000}{10} = \$2.500.000$$

El valor a depreciar corresponde al costo histórico de los activos, por lo tanto, cada cargo por depreciación está expresado en términos constantes.

El beneficio tributario que obtienen las empresas por el registro de la depreciación y amortización como gasto no desembolsable, no aumenta con la inflación; la depreciación es constante así las proyecciones se realicen a precios corrientes ya que la legislación tributaria vigente en Colombia permite deducir la depreciación y amortización calculadas sobre el valor histórico.

Esto significa que el cargo por depreciación de \$2.500.000 anual, permanece constante para cada uno de los 5 años de evaluación del proyecto, no obstante que las proyecciones se realicen a precios corrientes.

Análisis del valor de rescate

Cuando se utiliza el método comercial, el valor de rescate de un proyecto es igual a la suma de los valores comerciales o de mercado de los activos (incluyendo el capital de trabajo), corregidos por su efecto tributario.

Al construir el flujo de caja del proyecto se presenta la necesidad de incorporar el efecto tributario que genera la utilidad o pérdida al hacer efectiva la venta de un activo, que se calcula restando del precio de venta el valor en libros, siendo éste último el único costo que el fisco acepta como referencia para su cálculo y es igual al valor histórico menos la depreciación acumulada, debido a que en nuestra legislación tributaria no existen los ajustes por inflación.

El valor de la depreciación anual es de \$2.500.000 que resulta de dividir la inversión en maquinarias y equipos por \$25.000.000 entre 10 años de vida útil. El valor en libros de estos activos fijos al final del horizonte de evaluación de 5 años es de \$12.500.000. Al comparar el valor de venta esperado de \$15.000.000 y el valor en libros de \$12.500.000, se observa que existe una ganancia ocasional de \$2.500.000, gravada por la tasa de impuestos del 35%.

Valor de venta Activos fijos	Valor en libros	Ganancia ocasional	*Valor de los impuestos	Valor de rescate después de impuestos
\$15.000.000	\$ 12.500.000	\$ 2.500.000	\$ 875.000	\$ 14.125.000

El valor de los impuestos se calcula multiplicando el valor de la ganancia ocasional por la tasa de tributación y el valor de rescate después de impuestos (o valor de recuperación de activos fijos), se obtiene restándole al valor de venta del activo el valor de los impuestos que se deberá pagar por obtener dicha utilidad.

El valor de venta de los terrenos se ha estimado en \$10.000.000, por lo tanto, no hay ganancia ni pérdida por su venta. Este valor se registra en el flujo de caja del proyecto como ingreso no gravable.

El valor de recuperación del capital de trabajo, asumiendo que se recupera en un 100%, es igual a su valor en el período cero incrementado por efecto de la inflación. Este proyecto no contempla inversiones adicionales en capital de trabajo cada año debido a que las proyecciones del mercado estimaron que las ventas permanecerían constantes durante los 5 años.

$$\text{Valor de rescate del capital de trabajo} = \$8.000.000 (1 + 0.06)^5 = \$10.705.805$$

$$\text{Valor de rescate del proyecto después de impuestos} = \$14.125.000 + \$10.000.000 + \$10.705.805 = \$34.830.805$$

En el flujo de caja del proyecto la ganancia ocasional por venta de activos fijos (\$2.500.000) se registra como ingreso gravable (antes de impuestos) y su valor en libros (\$12.500.000) como ingreso no gravable (después de impuestos), lo mismo que el valor de rescate de los terrenos (\$10.000.000) y el valor de recuperación del capital de trabajo (\$10.705.805). Si los impuestos se pagaran el mismo año en que se causan y no al año

siguiente como sucede en la realidad, un procedimiento que arrojaría el mismo resultado consistiría en registrar en el flujo de caja del proyecto un valor de \$34.830.805 como valor de rescate o como ingreso no gravable.

Lo que importa en la construcción del flujo de caja del proyecto es el efecto tributario por la venta de los activos que se proyectan liquidar, por lo tanto, siempre que se venda un activo se deberá colocar solo su valor en libros como ingreso no gravable y nunca se deberá incorporar cuando no se produzca la venta del activo. En el caso de que algún activo no se venda al final del período de evaluación se debe registrar su valor de mercado estimado como ingreso no gravable.

Efecto del capital de trabajo

La inflación acaba con el capital de trabajo y es por esta razón que muchas empresas de nuestro medio afrontan problemas de iliquidez, aunque no estén creciendo en términos reales. Se ha discutido si, debido a lo anterior, al realizar las proyecciones en términos corrientes es necesario hacer ajustes al capital de trabajo, lo cual conllevaría al inversionista a hacer cada año inversiones adicionales para mantener los niveles mínimos de inventarios y cartera. El capital de trabajo es un concepto eminentemente operativo cuyo comportamiento está asociado en relación causa efecto con los ingresos (García, 2003). Si bien es cierto que cada año se tendrá que contar con mayores recursos para comprar el mismo volumen de inventarios y mantener el mismo nivel de cartera, cada año se aumentarán los ingresos por ventas del producto, así se mantenga el mismo nivel de ventas, al aumentar también el precio de venta unitario. En consecuencia, los incrementos en capital de trabajo deben ser financiados con el propio flujo de caja del proyecto, puesto que si no fuera así el inversionista tendría que financiar dichas inversiones, lo cual haría a las empresas entes poco atractivos. La rotación del inventario y la cartera debe producir el flujo de efectivo suficiente para cubrir estos incrementos en capital de trabajo.

El capital de trabajo sufre modificaciones, además del efecto inflacionario, por cambios en la política de inventarios, cartera o colchón de efectivo y por variación en los niveles de producción y ventas. Al trabajar en términos corrientes, si se presenta un cambio en la producción y/o ventas se requiere calcular los incrementos en el capital de trabajo. No es el caso de este ejercicio, en el cual se estima que las ventas permanecerán constantes.

Conviene recordar que la inversión en capital de trabajo es una de las más difíciles de calcular y manejar en el proceso de evaluación financiera de proyectos, y la verdad es que es una de las principales causas de los fracasos de los proyectos (Varela, 1989).

Flujo de caja del proyecto a precios corrientes

Por su importancia vale la pena repetir que en una economía con inflación pura, las proyecciones financieras necesarias para calcular los **Flujos Netos de Efectivo**, deben hacerse en términos corrientes, para lo cual se considera el efecto de la inflación generalizada sobre los ingresos, precios, gastos del proyecto y capital de trabajo. Al hacer las proyecciones en términos corrientes tanto los ingresos como los egresos se verán incrementados en forma geométrica creciente cada año de acuerdo a la tasa de inflación generalizada, teniendo en cuenta que cuando se hace un estudio de proyectos los datos obtenidos corresponden al período cero, vale decir, a antes de que el proyecto entre en operación.

Para proyectar precios en términos corrientes se utiliza la fórmula $F = P(1 + i)^n$. Al asumir una inflación anual generalizada del 6.0%, el precio de venta unitario que en el momento cero es de \$40.000, será para el primer año de \$42.400 = \$40.000 (1 + 0.06). Para el segundo año será de \$44.944 = \$40.000 (1 + 0.06)², y así sucesivamente. El procedimiento anterior equivale a aplicarle la inflación del 6.0% anual a cada valor acumulado en el año anterior. \$42.400 = \$40.000 (1+0.06); \$44.944 = \$42.400 (1 + 0.06). El valor de los ingresos anuales se calcula multiplicando la cantidad anual vendida (1.200 unidades) por el precio unitario de venta de cada año. Este mismo procedimiento se utiliza para el cálculo de los otros rubros correspondientes a los egresos.

Es práctico suponer que los precios, ingresos y gastos de un proyecto no sufren la misma variación, porque en la realidad la inflación pura no existe, de tal forma que para realizar las proyecciones en términos corrientes se debe proyectar cada rubro a tasas de crecimiento específicas. En este ejemplo asumiremos una inflación pura. Para efecto de medir la rentabilidad del proyecto una vez construido el flujo de caja, la tasa de descuento debe ser la tasa corriente o inflada.

Para ilustrar el cálculo del precio de venta unitario para cada uno de los años de evaluación, presentamos la siguiente tabla:

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	Por (1.06) ¹	Por (1.06) ²	Por (1.06) ³	Por (1.06) ⁴	Por (1.06) ⁵
\$ 40.000	\$ 42.400	\$ 44.944	\$ 47.641	\$ 50.499	\$ 53.529

Los ingresos por ventas del primer año serán iguales al precio de venta unitario (\$42.400) multiplicado por el número de unidades vendidas (1.200). Para el segundo año multiplicamos las mismas unidades vendidas (el ejercicio supone que no hay incremento en las ventas) por \$44.944 que es el precio proyectado para este año, y así sucesivamente.

El costo unitario total lo calculamos de la siguiente forma:

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	Por (1.06) ¹	Por (1.06) ²	Por (1.06) ³	Por (1.06) ⁴	Por (1.06) ⁵
\$ 20.000	\$ 21.200	\$ 22.472	\$ 23.820	\$ 25.250	\$ 26.765

Los costos de producción del primer año serán iguales al costo unitario total (\$21.200) multiplicado por el número de unidades vendidas (1.200). Para el segundo año multiplicamos las mismas unidades producidas (se asume que todas las unidades vendidas son las producidas) por \$22.472, que es el costo unitario total para este año, y así sucesivamente.

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO Precios corrientes

10	ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
11	VENTAS		50.880.000	53.932.800	57.168.768	60.598.894	64.234.828	
12	OTROS INGRESOS GRAVABLES						2.500.000	
13	GASTOS OPERACIONALES		3.180.000	3.370.800	3.573.048	3.787.431	4.014.677	
14	COSTOS DE PRODUCCION		25.440.000	26.966.400	28.584.384	30.299.447	32.117.414	
15	OTROS EGRESOS DEDUCIBLES							
16	DEPRECIACION		2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	
17	UAI		19.760.000	21.095.600	22.511.336	24.012.016	28.102.737	
18	IMPUESTOS CAUSADOS		6.916.000	7.383.460	7.878.968	8.404.206	9.835.958	
19	IMPUESTOS PAGADOS			6.916.000	7.383.460	7.878.968	8.404.206	9.835.958
20	DEPRECIACION		2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	
21	VALOR DE RESCATE							
22	OTROS INGRESOS NO GRAVABLES						33.205.805	
23	OTROS EGRESOS NO DEDUCIBLES							
24	FLUJO NETO DE EFECTIVO	-43.000.000	22.260.000	16.679.600	17.627.876	18.633.049	55.404.336	-9.835.958
25	VALOR DEL VPN	11.424.445	SE ACEPTA EL PROYECTO					
26	VALOR DE LA TIR	42,11%	SE ACEPTA EL PROYECTO					

Dadas las proyecciones de los flujos netos de efectivo para cada uno de los 5 años de evaluación del proyecto, la inversión inicial de \$43.000.000 y la tasa de descuento del 30%, se obtiene un VPN de \$11.424.445 y una TIR del 42.11% anual, por lo tanto, el proyecto es rentable. Esta rentabilidad corresponde tanto al proyecto como al inversionista.

Efecto de la tasa de descuento en la decisión aceptar/rechazar un proyecto

La tasa de descuento es el costo de la inversión requerida para que un proyecto de inversión pueda comenzar a operar (que puede ser la tasa de oportunidad del inversionista o el costo de capital, dependiendo como se financie la inversión inicial) y se constituye en una de las variables determinantes en la decisión de aceptar o rechazar un proyecto de inversión. Aun cuando todas las restantes variables que integran el flujo de caja del proyecto (por ejemplo, ingresos por ventas, gastos operacionales, costos de producción, impuestos, etcétera) se hayan proyectado en forma adecuada, la utilización de una tasa de descuento inapropiada puede inducir un resultado equivocado. Si para este proyecto, con la misma estructura del flujo de caja, se usaran diferentes tasas de descuento se obtendrían diferentes valores del VPN y, por lo tanto, cambiaría la decisión de aceptar o rechazar el proyecto. Por ejemplo, si la tasa de descuento cambia del 30% anual al 43% anual, se tendría que rechazar el proyecto dado que se obtiene un VPN de \$-677.565 menor que cero y una TIR del 42.11% menor que la tasa de oportunidad del 43%. Recuerdese que el VPN es dependiente de la tasa de descuento. Otro aspecto importante es que la tasa de descuento es del inversionista, no del proyecto. Es por ello que existen proyectos buenos para un inversionista que son malos para otros y como lo expresan, en sentido irónico, algunas personas: **los proyectos no son malos en sí, los que son malos son los inversionistas por sus expectativas de rentabilidad.**

Desde el mismo momento en que el proyecto entra en operación surgen variables del entorno, algunas de ellas fuera del control del inversionista, que afectan la rentabilidad del proyecto. Por lo tanto, hay que asumir que si se trabaja con valores esperados se obtendrán rentabilidades esperadas. Si el proyecto se ejecuta en su totalidad y al final se evalúan los resultados realmente obtenidos, los indicadores de rentabilidad (VPN y TIR) serán diferentes a los proyectados.

Cálculo del punto de equilibrio contable

Se trata de conocer cuál es el nivel de ventas que el proyecto debe tener para no perder ni ganar dinero. Como lo adelantamos en un capítulo anterior, el punto de equilibrio no puede considerarse como una técnica de evaluación financiera de proyectos, pero si se constituye en una importante herramienta de planeación y control de corto plazo, especialmente en los proyectos privados (con ánimo de lucro) en los cuales se debe producir y vender por encima de éste, de tal forma que el proyecto genere los beneficios esperados por el inversionista. Además, el punto de equilibrio ofrece información sobre el tamaño inicial y tecnología del proyecto y permite, sin que se modifiquen las estrategias de penetración en el mercado del nuevo producto, redefinir el precio del producto.

Conocidos los costos fijos anuales y el margen de contribución, que resulta de establecer la diferencia entre el precio de venta unitario y el costo variable total, podemos calcular el número de unidades del producto que se necesita vender para lograr que el proyecto ni gane ni pierda dinero.

Para el cálculo del punto de equilibrio utilizamos cualquiera de los 3 métodos explicados en el capítulo 4. Para este caso, utilizaremos el método del margen de contribución.

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos}}{(\text{PVU} - \text{CVU})}$$
$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{8.000.000}{(40.000 - 20.000)} = 400 \text{ unidades}$$

El proyecto debe vender 400 unidades para no incurrir en pérdidas, sin que esto signifique que aunque haya ganancias éstas sean suficientes para hacerlo rentable. Es decir, si el proyecto vende más de 400 unidades obtendrá utilidades operativas pero esto no significa que al alcanzar este volumen de ventas el proyecto sea rentable y se deba aceptar. En el capítulo 7, análisis de sensibilidad, se expone el análisis del punto muerto que nos determina cuál es el número mínimo de unidades que se deben vender para hacer rentable el proyecto.

En el mundo real a una empresa de nada le sirve producir y vender sin pérdidas, si el efectivo que genera no le alcanza para operar (Gutiérrez, 1988). Para nuestro caso, el proyecto en estudio debe vender 400 unidades para operar sin pérdidas, y cada unidad vendida contribuye en \$20.000 (margen de contribución) para cubrir los costos fijos. Aquí aparece la limitación más importante del punto de equilibrio, pues considera el nivel de ventas que produce un margen de contribución capaz de cubrir los costos fijos y olvida que, además de éstos, el margen de contribución debe alcanzar para cubrir los pagos de las deudas, dividendos de los socios, los impuestos, la adquisición y reposición de activos y el incremento en el capital de trabajo.

El punto de equilibrio es el punto que establece un equilibrio contable entre ingresos y egresos, pero puede que no exista equilibrio de efectivo. El punto de equilibrio no es el punto de salvación del inversionista, sino el punto de muerte pues por debajo de él no hay salvación posible (Varela, 1997). La meta gerencial no puede estar por encima del punto de equilibrio, sino estar muy por encima de él.

El punto de equilibrio es una herramienta deficiente y estática, válida para hacer cálculos rápidos. Al tratar de mejorar la técnica del punto de equilibrio agregando los egresos en efectivo mencionados anteriormente, nos acercamos a un presupuesto de efectivo para un solo período. La tendencia es, pues, a estudiar la generación de efectivo antes que las utilidades y la rentabilidad.

6.8. Flujos netos de efectivo incrementales o relevantes

Al construir el flujo de caja del proyecto lo que interesa es que en él se incorpore la totalidad de ingresos y egresos reales de efectivo. Pero, en general, podemos decir que lo correcto es incluir en el flujo de caja del proyecto aquellas entradas y desembolsos de dinero que resultan directamente de la decisión de aceptar un proyecto, es decir, que son atribuibles al proyecto. Hacemos referencia a los **Flujos Netos de Efectivo Incrementales o Relevantes**, que son aquellos que resultan al considerar los cambios en los ingresos y gastos, y que a la postre son los que se tienen en cuenta para construir el flujo de caja del proyecto. Por esta razón, hay una serie de aspectos que pasamos a analizar y que se deben tener en cuenta para construir correctamente el flujo de caja del proyecto.

- **Costos muertos o Costos hundidos.** Los costos muertos son como la leche derramada: **son desembolsos pasados e irreversibles** (*Brealey y Myers, 1993*). Un costo muerto es un desembolso realizado en el pasado y que no es determinante en la decisión de aceptar o rechazar un proyecto, es decir, son costos inevitables aunque se tome la decisión de no realizar el proyecto que se está evaluando. Según el concepto del costo muerto los gastos e inversiones del pasado no influyen en las decisiones del presente, por tal razón el pasado no existe en evaluación financiera de proyectos. Por no ser los costos muertos costos incrementales, no deben incluirse en el flujo de caja del proyecto.
- **Costos de oportunidad.** En muchas ocasiones algunos costos propios de un proyecto no son identificables en una forma clara, por no aparecer en forma explícita. Por ejemplo, la primera idea que tiene la gente es que si se posee un activo, adquirido con anterioridad, a éste no se le asigna ningún valor al hacer un estudio económico. Para tener una idea más clara sobre esto, supongamos que un inversionista posee un lote de terreno que heredó al morir su padre, avaluado en el presente por \$50.000.000. Está formulando un proyecto de inversión que consiste en el montaje de una planta trituradora para el suministro de materiales de construcción. Al realizar el estudio técnico resulta que el mejor sitio para localizar el proyecto corresponde a donde tiene ubicado su terreno. ¿Debería ignorarse el valor del terreno, por el hecho de que no hay que hacer ningún desembolso de efectivo? Esto constituiría un error al desconocer el valor que podría generar este activo en su mejor uso alternativo. El inversionista podría vender el terreno y el producto de la venta podría generarle dividendos, o arrendarlo o darle cualquier otro uso alternativo que le genere beneficios. Por lo tanto, si los \$50.000.000 pueden producir ingresos por \$10.000.000 anuales, éstos últimos deben cargarse como costos de oportunidad contra el proyecto, mientras que el valor de \$50.000.000 es un costo muerto y, por lo tanto, no debe tenerse en cuenta como inversión inicial.

Sin embargo, aquí estamos tratando de determinar el valor asociado a un activo adquirido con anterioridad cuyo valor histórico es un costo muerto pero que tiene un costo de oportunidad por los beneficios que pueda generar en su mejor uso alternativo. Ese valor histórico, si no ha sido depreciado totalmente, puede seguir generando el beneficio tributario de la depreciación, lo cual incide en el pago de impuestos del proyecto.

Ejemplos de costos muertos y costos de oportunidad

La inclusión o no de los costos muertos y los costos de oportunidad en el flujo de caja del proyecto tiene un efecto determinante en la rentabilidad del proyecto. Por esta razón, a continuación describiremos algunos casos que nos ayudarán a identificar claramente cada uno de ellos.

Ejemplo 1. Blanca Elena acaba de graduarse de especialista en finanzas y está evaluando la posibilidad de crear una empresa de consultorías financieras. Es propietaria de una oficina adquirida hace varios años por \$67.500.000, que en caso de no utilizarla como sede de la empresa podría arrendarla en \$2.000.000/mes dada su buena ubicación. ¿Debe incluir el valor actual de la oficina como costo de inversión o inversión inicial en el estudio financiero que está realizando? La respuesta es no, porque constituye un costo muerto dado que la inversión en la oficina fue realizada en el pasado y, por lo tanto, es inevitable así decida no crear la nueva empresa. Pero si decide iniciar la empresa y utilizar la oficina incurre en un costo de oportunidad representado en el valor del arriendo mensual que dejaría de recibir por utilizarla.

Ejemplo 2. Katya Elena compró una camioneta por \$60.000.000 y le hizo adecuaciones por \$10.000.000 para habilitarla y cumplir con un contrato de arrendamiento con un colegio de la ciudad, para el transporte de unos estudiantes. El negocio le produce \$2.000.000/mes después de deducir gastos de mantenimiento y combustible. Transcurrido algún tiempo recibe una propuesta para transportar gasolina desde la planta de abastecimiento hasta una estación de gasolina pagándole \$2.500.000/mes libres de gastos de mantenimiento y combustible. Si acepta la propuesta del transporte de gasolina, debe realizar arreglos a la camioneta por \$8.000.000. En el análisis económico que debe hacer Katya Elena para tomar la decisión de seguir con el negocio del transporte escolar o aceptar la nueva propuesta, la inversión por \$60.000.000 es un costo del pasado e irrelevante por ser un desembolso irrecuperable así tome la decisión de no aceptar la nueva propuesta. Este es un costo muerto. Mientras que si decide aceptar la propuesta del transporte de la gasolina, los \$2.000.000 mensuales que recibe actualmente por concepto del transporte de los estudiantes se constituye en un costo de oportunidad, que debe registrar como gasto porque al aceptar la segunda propuesta está renunciando a este beneficio.

Ejemplo 3. Unos arquitectos compraron hace varios años unos terrenos por valor de \$500.000.000 con la intención de utilizarlos en un futuro cercano, en la construcción de una urbanización. Actualmente están evaluando un proyecto que consiste en la construcción de 250 casas y tienen la duda de incorporar como parte de la inversión inicial el valor de los terrenos, actualizado éste por el efecto inflacionario. Este valor es un costo muerto por haber sido realizado en el pasado y no ser relevante en la decisión de realizar o no el proyecto y, por lo tanto, no debe incluirse como inversión inicial. Pero los terrenos tienen un costo de oportunidad inherente en la decisión de la inversión puesto que los arquitectos en lugar de utilizarlos en la construcción de las 250 casas pueden arrendarlos y este valor del arriendo es un costo de oportunidad que se debe registrar como gasto no deducible en el flujo de caja del proyecto.

Ejemplo 4. Caso similar al anterior se presenta cuando un agricultor que posee maquinarias y terrenos aptos para el cultivo de algodón, al hacer un estudio económico no le asigna ningún valor a estos activos porque fueron adquiridos con anterioridad y no representan salidas de efectivo. Si bien es cierto que el valor de estos activos es un costo muerto porque, independientemente de la decisión que se tome, la inversión en estos activos ya fue realizada, se debe considerar como gasto el costo de oportunidad inherente al uso alternativo que se les pueda dar, por ejemplo, arrendarlos en lugar de utilizarlos.

Ejemplo 5. Un inversionista tiene una oportunidad de negocio y contrata a unos expertos quienes le cobran \$20.000.000 por el estudio de pre inversión. ¿Se debe incluir este valor como inversión inicial? No, porque es un costo muerto ya que es un gasto en el cual se incurrió antes de tomar la decisión de realizar o no el proyecto y representa un valor irrecuperable si se decide no hacer la inversión. Preguntémosnos: ¿En qué parte registramos este valor en el caso que el estudio recomiende no invertir en el proyecto y así lo decida el inversionista? En definitiva y como norma general, los gastos que se deben incorporar en el flujo de caja del proyecto son los relevantes o incrementales, es decir, aquellos en los cuales se incurriría si se decide invertir en el proyecto de inversión.

Ejemplo 6. Una familia heredó un hotel en una población cercana a un proyecto minero, el cual está avaluado en \$1.200.000.000. Actualmente les genera a los propietarios unas utilidades de \$50.000.000 anuales, valor que no satisface sus expectativas. Están analizando la viabilidad financiera de transformar el hotel en una gran bodega que puede arrendarla al proyecto minero por \$60.000.000 anuales, para lo cual tienen que hacer inversiones por \$35.000.000. El valor de \$1.200.000.000 se constituye en un costo muerto, mientras que si toman la decisión de transformar el hotel en una bodega están sacrificando unos beneficios de \$50.000.000 anuales que genera el hotel (costo de oportunidad) que se considerará como gasto en el estudio del nuevo proyecto.

Incluir costos muertos y desconocer los costos de oportunidad en el flujo de caja de un proyecto de inversión alteran los **Flujos Netos de Efectivo** y, en consecuencia, la rentabilidad del proyecto. En términos generales solo se deben incluir en el flujo de caja del proyecto los costos relevantes, es decir, aquellos atribuibles al proyecto o que se generen como consecuencia de su realización, o que se puedan evitar en el caso de tomar la decisión de no realizarlo. Por ejemplo, los gastos operacionales, costos de producción, impuestos, pago de franquicia, etcétera, solo se generarán si se toma la decisión de adelantar el proyecto, por lo que se constituyen en costos relevantes. Mientras que gastos en que se incurre en los estudios de mercado, estudios de pre factibilidad, ya no se pueden evitar así se tome la decisión de no emprender el proyecto de inversión, por lo que se constituyen en costos muertos. Los costos muertos son aquellos en que se incurren antes de tomar la decisión de emprender o no un proyecto de inversión.

Una forma práctica para identificar costos muertos y costos relevantes viene dada por las respuestas a los siguientes interrogantes:

1. ¿Se genera el costo solo si se toma la decisión de emprender el proyecto de inversión?

Si la respuesta es positiva el costo es relevante y debe incluirse en el flujo de caja del proyecto como gasto no deducible. Si es negativa, es un costo muerto el cual no debe registrarse en el flujo de caja del proyecto.

2. ¿Se puede evitar el costo si se toma la decisión de no emprender el proyecto de inversión?

Ante una respuesta positiva el costo es relevante y se debe registrar en el flujo de caja como gasto no deducible. En caso contrario es un costo muerto.

6.9. Flujo de caja del proyecto con costo de oportunidad

La estructura general del flujo de caja del proyecto, en la que se incluye como gasto no deducible, después de impuestos, el costo de oportunidad, es el siguiente:

(-)	INVERSIÓN INICIAL
(+)	INGRESOS GRAVABLES
(-)	EGRESOS DEDUCIBLES
(-)	DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN
	UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS
	IMPUESTOS CAUSADOS
(-)	IMPUESTOS PAGADOS
(+)	DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN
(-)	EGRESOS NO DEDUCIBLES
(-)	COSTO DE OPORTUNIDAD
(+)	INGRESOS NO GRAVABLES
(+)	VALOR DE RESCATE DEL PROYECTO
	FLUJO NETO DE EFECTIVO

Si para el caso práctico 1, asumimos que los terrenos fueron adquiridos por el inversionista con anterioridad al estudio del proyecto y que, por lo tanto, no se requiere desembolsar ningún dinero por este concepto para que el proyecto entre en operación, debemos descontar su valor de la inversión inicial e incluir como gasto no deducible en el flujo de caja el valor de los beneficios inherentes a su uso alternativo. Si estimamos que los terrenos se podrían arrendar durante el primer año, si se tomara la decisión de no realizar el proyecto de inversión, por \$1.000.000 anuales (costo de oportunidad), este valor debe incorporarse en el flujo de caja como gasto no deducible y la inversión inicial se reduce solamente al monto de las otras inversiones. Se debe tener en cuenta que el valor del arriendo aumenta cada año por el efecto inflacionario y, además, que es un gasto no deducible por no significar desembolso de efectivo. El flujo de caja del proyecto quedaría como se muestra a continuación:

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO
Precios corrientes

8	ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
9	VENTAS		50.880.000	53.932.800	57.168.768	60.598.894	64.234.828	
10	OTROS INGRESOS GRAVABLES		-	-	-	-	2.500.000	
11	GASTOS OPERACIONALES		3.180.000	3.370.800	3.573.048	3.787.431	4.014.677	
12	COSTOS DE PRODUCCION		25.440.000	26.966.400	28.584.384	30.299.447	32.117.414	
13	OTROS EGRESOS DEDUCIBLES		-	-	-	-	-	
14	DEPRECIACION		2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	
15	UAI		19.760.000	21.095.600	22.511.336	24.012.016	28.102.737	
16	IMPUESTOS CAUSADOS		6.916.000	7.383.460	7.878.968	8.404.206	9.835.958	
17	IMPUESTOS PAGADOS			6.916.000	7.383.460	7.878.968	8.404.206	9.835.958
18	DEPRECIACION		2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	
19	COSTO DE OPORTUNIDAD		1.000.000	1.060.000	1.123.600	1.191.016	1.262.477	
20	VALOR DE RESCATE						-	
21	OTROS INGRESOS NO GRAVABLES						33.205.805	
22	OTROS EGRESOS NO DEDUCIBLES							
23	FLUJO NETO DE EFECTIVO	-33.000.000	21.260.000	15.619.600	16.504.276	17.442.033	54.141.860	-9.835.958
24	VALOR DEL VPN	18.759.541	SE ACEPTA EL PROYECTO					
25	VALOR DE LA TIR	55,03%	SE ACEPTA EL PROYECTO					

6.10. El apalancamiento financiero en la evaluación financiera de proyectos

La ciencia física nos enseña cómo una palanca, haciendo uso de un punto de apoyo, logra multiplicar la fuerza que se haga en uno de sus extremos, transmitiéndola al otro extremo en mayor proporción. El **apalancamiento financiero** consiste en apoyarse en los recursos obtenidos de los créditos para incrementar el rendimiento sobre el patrimonio del inversionista.

Algunos inversionistas miran el crédito como una varita mágica que les ayuda a resolver los problemas de liquidez y a aumentar el rendimiento de su inversión. En contraposición, existen otros que no quieren saber nada del crédito. ¿De qué depende una u otra visión? ¿No será que ambos casos carecen de una adecuada perspectiva de lo que el crédito puede hacer por las empresas que ellos representan? (Gallardo, 1998). Evidentemente, el costo del dinero se abarata como consecuencia del beneficio tributario (deducibilidad de intereses como gasto) y por la oportunidad que tiene el deudor de cancelar el dinero tomado en préstamo con pesos de menor valor, lo que se traduce en un costo real muy bajo, o negativo en algunos casos. Pero, al mismo tiempo, en la medida en que aumenta la proporción de deuda en una empresa, también aumenta el riesgo financiero. En el evento

de producirse una disminución sustancial en las ventas, por ejemplo, se podría estar en la imposibilidad de cubrir el servicio de la deuda (intereses y capital), lo que acarrearía, en consecuencia, problemas de tipo legal, disminución de la rentabilidad y quiebra de la empresa. La teoría financiera tradicional recomienda tomar deuda para mejorar la rentabilidad siempre que el dinero tomado en préstamo produzca más de lo que cuesta, pero todavía no existe consenso entre los tratadistas financieros en relación a cuál debe ser el nivel de endeudamiento óptimo de una empresa. Tampoco se puede desconocer que trabajar sin deuda implica realizar una administración menos presionada. Cuando una empresa financia sus activos con recursos propios, puede capear una situación de crisis; no así una empresa que tiene compromisos financieros ineludibles.

Todos sabemos (*Sallenave, 1994*) que la mejor manera de ganar dinero es empleando el dinero de los demás, si nos lo prestan a una tasa inferior a la tasa esperada de rendimiento. Este es el principio del apalancamiento financiero mediante el cual, por el uso de la deuda, se puede obtener una rentabilidad financiera mayor que la rentabilidad económica³⁸.

La existencia de un sinnúmero de entidades financieras, conocidas como intermediarios financieros (bancos comerciales, compañías de financiamiento comercial, corporaciones financieras, etc.), demuestra que el apalancamiento financiero es una actividad normal y cotidiana de una empresa en una economía capitalista o de mercado. Nos interesa preguntarnos: ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de apalancar un proyecto de inversión? Respondemos que el apalancamiento financiero puede hacer más rentable los recursos del inversionista, pero también los puede hacer menos rentables, dependiendo de que el costo de la deuda sea menor o mayor que el rendimiento que se obtenga sobre el dinero tomado en préstamo.

Supóngase una empresa con un nivel de activos de \$10.000.000, financiados con recursos propios, que generan una utilidad operativa³⁹ de \$5.000.000.

U.A.I.I.	\$ 5.000.000
Gastos financieros	0
U.A.I.	\$ 5.000.000

³⁸ Según Jean Paul Sallenave, la rentabilidad económica es la rentabilidad operativa o sobre activos, mientras que la rentabilidad financiera es la rentabilidad sobre el patrimonio.

³⁹ La utilidad operativa es la que genera una empresa como negocio, independientemente de que tenga o no tenga deuda. (*García, 1999*).

El indicador financiero por excelencia es la rentabilidad operativa, que relaciona la utilidad operativa con el valor comercial de los activos:

$$\text{Rentabilidad Operativa} = \frac{\text{UAII}}{\text{ACTIVOS}} = \frac{5.000.000}{\$10.000.000} = 0.50 = 50\%$$

$$\text{Rentabilidad Patrimonio} = \frac{\text{UAI}}{\text{PATRIMONIO}} = \frac{5.000.000}{\$10.000.000} = 0.50 = 50\%$$

Supongamos, ahora, que los activos se financian parte con patrimonio y parte con deuda, por ejemplo, 80% patrimonio y 20% deuda a una tasa de interés del 20%. La estructura financiera de la empresa queda:

Pasivos	\$ 2.000.000
Patrimonio	\$ 8.000.000
Total activos	\$ 10.000.000

Se observa que el costo de la deuda es menor que la rentabilidad operativa, que sigue siendo del 50%.

U.A.I.I.	\$ 5.000.000
Gastos financieros (2.000.000 X 0.20)	\$ 400.000
U.A.I.	\$ 4.600.000

$$\text{Rentabilidad Operativa} = \frac{\text{UAII}}{\text{ACTIVOS}} = \frac{5.000.000}{\$10.000.000} = 0.50 = 50\%$$

$$\text{Rentabilidad Patrimonio} = \frac{\text{UAI}}{\text{PATRIMONIO}} = \frac{\$4.600.000}{\$8.000.000} = 0.5750 = 57.50\%$$

Se observa que el rendimiento sobre el patrimonio aumentó del 50% al 57.50%.

Aumentemos el nivel de endeudamiento a un 40%. La nueva estructura financiera queda de la siguiente forma:

Pasivos	\$ 4.000.000
Patrimonio	\$ 6.000.000
Total activos	\$ 10.000.000

Calculemos la nueva rentabilidad sobre el patrimonio:

U.A.I.I.	\$ 5.000.000
Gastos financieros (4.000.000 X 0.20)	\$ 800.000
U.A.I.	\$ 4.200.000

$$\text{Rentabilidad Operativa} = \frac{\text{UAI}}{\text{ACTIVOS}} = \frac{5.000.000}{\$10.000.000} = 0.50 = 50\%$$

$$\text{Rentabilidad Patrimonio} = \frac{\text{UAI}}{\text{PATRIMONIO}} = \frac{\$4.200.000}{\$6.000.000} = 0.70 = 70\%$$

En la medida en que el nivel de deuda aumenta, así mismo aumenta la rentabilidad sobre el patrimonio, mientras que la rentabilidad operativa permanece constante. Este hecho crea mucha confusión porque se supone que al aumentar el nivel de deuda, hay un mayor pago de intereses. La explicación está en que al contratar un crédito a un costo menor que el del patrimonio, queda una diferencia favorable que se reparte en una cantidad menor de patrimonio.

Con los resultados obtenidos por el efecto de la palanca financiera, surge, entonces, la siguiente pregunta: **¿se deben financiar los proyectos de inversión con 100% de pasivos?** Inicialmente digamos que un alto nivel de deuda puede no ser viable desde el punto de vista de la capacidad de pago del proyecto. Vale la pena repetir que la estructura financiera adecuada para un proyecto de inversión corresponde a aquella que minimiza el costo de capital, pero sin comprometer su liquidez. Como se demostrará más adelante, al financiar la inversión con 100% de deuda, bajo la condición de que el costo de la deuda sea menor que la tasa de oportunidad del inversionista, la rentabilidad de este último será indeterminada o infinita. Lo anterior no significa que la mejor manera sea financiar proyectos totalmente con deuda sin antes determinar si el servicio de la deuda pueda ser atendido por los flujos que genera el proyecto, además de que a medida que aumenta la deuda también aumenta el riesgo financiero⁴⁰ o de insolvencia del proyecto. En conclusión, no existe una respuesta definitiva para la pregunta planteada al principio del párrafo, ya que además de los motivos expuestos, la decisión de endeudamiento de un proyecto está afectada, también, por el nivel de aversión al riesgo del inversionista. Todas las consideraciones anteriores nos llevan a preguntarnos: **¿Cuánta deuda tomar? La que el proyecto pueda pagar (García, 1999)**, lo que significa

⁴⁰ El riesgo financiero o de insolvencia consiste en una eventual incapacidad de una empresa o proyecto para cubrir los costos financieros (Gitman, 1986).

que antes de endeudarse es necesario verificar por medio de un presupuesto de efectivo la liquidez necesaria para cumplir con el servicio de la deuda, ya que rentabilidad sin liquidez no sirve. Todos sabemos que una empresa produce utilidades mirando su estado de resultados, que es rentable calculando la TIR, pero un negocio que sea rentable y que genere utilidades no implica que sea bueno, pues su liquidez puede fallar y sin ella no se puede operar (Gutiérrez, 1986).

Existe una historia apócrifa de cómo un millonario que se encontró sin dinero en efectivo y sin tarjetas de crédito en un lugar donde nadie lo conocía, casi, se muere de inanición a la intemperie por no tener los medios para pagar la comida, bebida y habitación. Lo mismo les sucede a las empresas que son rentables a largo plazo pero que si se quedan sin efectivo o sin crédito a corto plazo, pueden sufrir serios problemas y hasta fracasar.

Aplicación del presupuesto de efectivo en evaluación financiera de proyectos

Un buen ejemplo de la importancia del presupuesto de efectivo en el control de la liquidez de una empresa y en la toma de las decisiones de inversión lo constituye el caso de un empleado que tiene unos ingresos mensuales fijos, por ejemplo \$2.500.000, y desea comprar un vehículo utilizando un crédito. Antes de tomar la decisión de compra debe consultar su presupuesto de efectivo, que para él viene a ser la relación de su sueldo mensual con los gastos fijos y ciertos en efectivo en que incurre durante ese período y verificar si la carga fija mensual determinada por el pago de la cuota de financiamiento del vehículo no afecta la estabilidad financiera de su hogar. Si asumimos que la cuota mensual del vehículo es de \$650.000, podríamos crear dos escenarios, así:

Sin crédito		Con crédito	
Ingresos		\$2.500.000	\$2.500.000
Egresos			
	Vivienda	\$ 700.000	\$ 700.000
	Alimentacion	\$ 800.000	\$ 800.000
	Educación	\$ 400.000	\$ 400.000
	Otros	\$ 500.000	\$ 500.000
	Cuota Vehículo	0	\$ 650.000
	FNE	\$100.000	\$ (550.000)

¿Puede el empleado comprar el vehículo? Lógicamente que no sin afectar las finanzas de su hogar. Para cumplir con el compromiso fijo y cierto de la cuota del vehículo, deberá reducir los otros gastos y/o incumplir con algunos de ellos. El segundo escenario

(con deuda) constituye el presupuesto de efectivo del hogar del empleado, que muestra la incapacidad para pagar un crédito para la compra de un vehículo. Muchas veces sucede lo mismo con proyectos de inversión, que desde el punto de vista de su rentabilidad son recomendables pero que no se pueden implementar por no contar con la disponibilidad de los recursos necesarios para pagar sus compromisos de corto plazo. De una manera similar a la anterior se debe manejar esta herramienta de planeación y control financiera al interior de las empresas y en el diseño de la estructura financiera del proyecto en estudio.

6.11. Distinción entre decisiones de inversión y decisiones de financiamiento

Una vez que el inversionista ha tomado la decisión de invertir en el proyecto al obtener un resultado favorable en la evaluación financiera medido por un VPN mayor que cero y una TIR mayor que la tasa de descuento, el siguiente paso consiste en identificar las formas más factibles de financiar la inversión, ajustadas a la capacidad de generación de efectivo del proyecto. Como se mencionó en el capítulo 4, al analizar la tasa de descuento, existen tres formas de financiar un proyecto de inversión: con recursos propios, totalmente con pasivos y con una mezcla de las dos anteriores. En consecuencia, surgen dos decisiones financieras diferentes: **decisión de la inversión y decisión de financiamiento**, cuya combinación establece, a su vez, una diferencia entre el rendimiento del proyecto y el rendimiento del inversionista, lo que a menudo crea confusión en el manejo de los dos términos y dudas al momento de construir los flujos de caja, que originan interrogantes tales como: ¿Se deben incluir los cargos por intereses y capital en el flujo de caja del proyecto, provenientes de la decisión de financiamiento? ¿Si dentro de un mismo flujo de caja combinamos los ingresos y egresos propios del proyecto y los correspondientes al servicio de la deuda, qué información obtenemos? Todas las inquietudes anteriores son variantes propias de la decisión, que requieren de un análisis claro por parte del evaluador, si desea someter la propuesta en su real dimensión al juicio del inversionista y acreedores (Gamboa, 1996).

En la evaluación de proyectos, la decisión de la inversión hace referencia al monto de la inversión, representada a su vez por los activos fijos, activos diferidos y el capital de trabajo que se utilizarán para mantener una operación eficiente y rentable. La decisión de la inversión nos permite determinar la TIR del proyecto, independientemente del esquema de financiación, confrontando la inversión inicial con los beneficios que se espera genere el proyecto en el futuro. La rentabilidad del proyecto, *per se*, no se ve afectada por la forma de financiar la inversión.

La decisión de financiamiento hace referencia a todo lo que tenga que ver con la consecución de recursos para financiar el proyecto y nos permite determinar el costo de la deuda después de impuestos. Según Óscar León García⁴¹, la principal decisión de financiación es la determinación de la estructura financiera del proyecto, que se define como la proporción entre pasivos y patrimonio que el inversionista utiliza para financiar la inversión. En el caso de contar con todos los recursos y decidir invertirlos en el proyecto, la estructura financiera quedará constituida solamente por patrimonio. Cuando toda la inversión se financia con pasivos, la estructura financiera la constituye su monto (este caso no es muy común en la financiación de los proyectos de inversión privada). El caso más frecuente lo constituye la financiación del proyecto utilizando patrimonio y pasivos. La importancia de definir la estructura financiera del proyecto radica, para hacer la evaluación financiera, en que su costo pasa a constituirse en la tasa de descuento.

Para evaluar proyectos de inversión se deben separar las decisiones de inversión de las decisiones de financiamiento, con el fin de evaluar los méritos financieros de cada propuesta con base en indicadores como la TIR y el VPN, y después combinarlas para observar el efecto del apalancamiento financiero producido por la deuda, que si es favorable⁴² nos da como resultado un incremento en la rentabilidad del inversionista, no así, en la rentabilidad del proyecto.

Para una mayor ilustración⁴³, supóngase que la inversión inicial de un proyecto es de \$500 y se espera recibir después de un año \$575. La tasa de impuestos es del 30%. Para establecer la diferencia entre la decisión de la inversión y la decisión de financiamiento, asumamos tres escenarios de financiamiento del proyecto:

1. La inversión se hace totalmente con recursos propios, con una tasa de oportunidad del 18% anual.
2. La inversión se cubre totalmente con un crédito bancario con una tasa del 10% anual.
3. La inversión se financia con un 50% de deuda y 50% con recursos propios.

Primer escenario: Financiamiento del proyecto con recursos propios.

⁴¹ García, Oscar León. *Administración Financiera*. S. Ed. Tercera edición, 1999.

⁴² Hay apalancamiento favorable cuando sobre los recursos provenientes de un crédito se obtiene un rendimiento mayor que su costo. En caso contrario, hay apalancamiento desfavorable. Sobre este concepto, algunos autores opinan que es diferente estar endeudado que estar apalancado. Una empresa está endeudada cuando después de obtener un crédito se vuelve menos rentable. Está apalancada cuando después de obtener un crédito se vuelve más rentable.

⁴³ Un análisis similar realiza Ramiro Gamboa en la revista *Universidad Eafit*. 1986.

Decisión de la inversión

Considera la inversión total y los beneficios del proyecto, sin importar la procedencia de los recursos.



La TIR de este proyecto es igual a:

$$\text{TIR} = \frac{F}{P} - 1 = \frac{575}{500} - 1 = 15\% \text{ anual}$$

$$\text{TIR del proyecto} = 15\% \text{ anual}$$

Costo de la inversión = Costo de oportunidad del inversionista = 18% anual

En Excel:

	A	B
1	-500	575

En la celda donde deseamos que aparezca el resultado de la TIR, escribimos:

$$= \text{TIR} (\text{rango}; \text{estimar})$$

$$= \text{TIR} (\text{A1:B1}) = 15\% \text{ anual}$$

La TIR obtenida es menor que la tasa de oportunidad del inversionista; por lo tanto, el proyecto se debe rechazar. La decisión de inversión nos permitió calcular la TIR del proyecto y la decisión de financiamiento nos definió el costo de la inversión, que corresponde a la tasa de oportunidad del inversionista. En este caso, la rentabilidad del proyecto es igual a la rentabilidad del inversionista, ya que al no existir deuda los flujos de caja son iguales.

Segundo escenario: financiamiento del proyecto con pasivo. Para esta situación tenemos que separar la decisión de la inversión de la decisión de financiamiento.



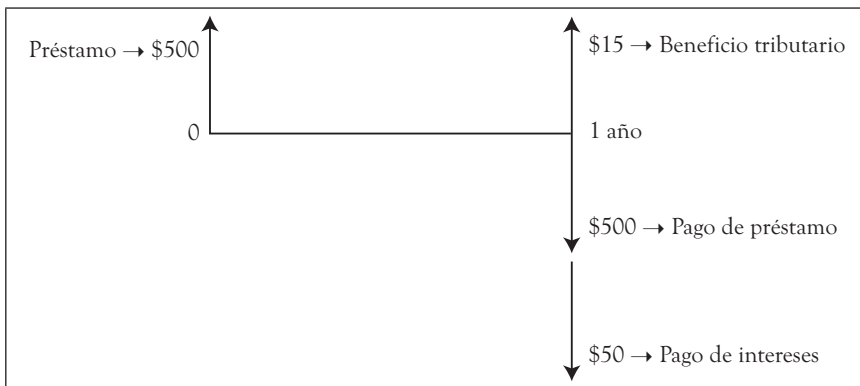
Decisión de la inversión



TIR del proyecto = 15% anual

Decisión de la financiación

La decisión de la financiación determina el costo de financiar la inversión, que a su vez viene expresado por la TIR del flujo del préstamo. En este flujo se registran como ingresos el valor del préstamo en el momento cero y el beneficio tributario al final del año y como egresos, al final del año, el pago del préstamo y de los intereses.



El flujo neto de caja de la financiación queda de la siguiente forma:



$$TIR = \frac{F}{P} - 1 = \frac{535}{500} - 1 = 7.0\% \text{ mensual}$$

La TIR del flujo de caja de la financiación también la podemos encontrar directamente al calcular el costo del crédito después de impuestos, con la siguiente fórmula:

$$Kd = i(1 - \text{IMPTOS})$$

$$Kd = 10\%(1 - \text{IMPTOS})$$

$$Kd = 10\%(1 - 0.30) = 7.0\% \text{ anual}$$

$$\text{TIR del proyecto} = 15\% \text{ anual}$$

Costo de la inversión = Costo del préstamo después de impuestos = 7.0% anual

El proyecto se debe aceptar porque la TIR del proyecto es mayor que el costo de financiar la inversión.

En Excel:

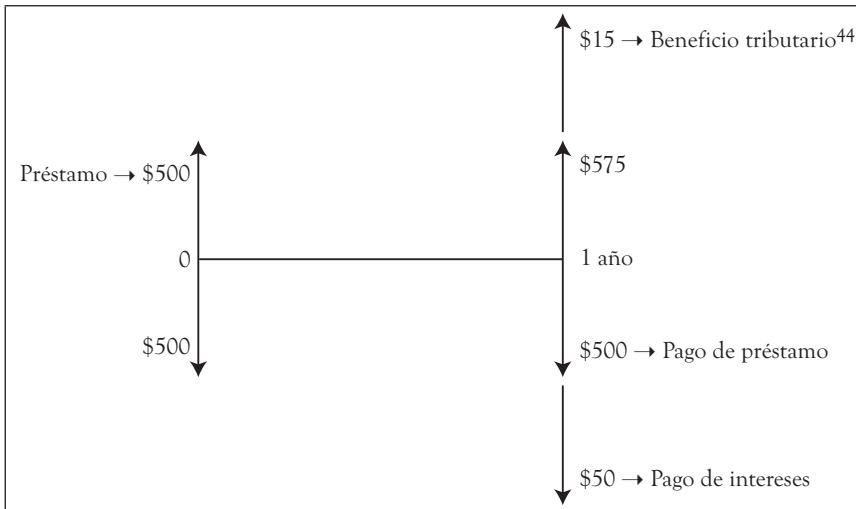
	A	B
1	500	-535

En la celda donde deseamos que aparezca el resultado de la TIR, escribimos:

$$= \text{TIR} (\text{rango}; \text{estimar})$$

$$= \text{TIR} (A1:B1) = 7.0\% \text{ anual}$$

Al combinar la decisión de inversión con la decisión de financiamiento, para observar el efecto de la palanca financiera por el uso del préstamo, obtenemos el flujo de caja del inversionista.



⁴⁴ El beneficio tributario, tal como se explicó en el capítulo de matemáticas financieras, se obtiene por la deducibilidad de los intereses como gastos del período. Su valor es igual al valor de los intereses multiplicado por la tasa de tributación.

El flujo neto quedaría de la siguiente forma:



$$TIR = \frac{F}{P} - 1 = \frac{40}{0} - 1 = \infty$$

En Excel:

	A	B
1	0	40

En la celda donde deseamos que aparezca el resultado de la TIR, escribimos:

= TIR (rango; estimar)

= TIR (A1:B1) = ERROR

La TIR obtenida corresponde a la TIR del inversionista y su valor es infinito, ya que sin invertir un solo peso financia la totalidad de la inversión con un préstamo y el proyecto le genera el efectivo suficiente para cancelarlo al final del año más los intereses causados, quedándole todavía un excedente de \$40. Al respecto, Ignacio Vélez⁴⁵, opina: “si se confunde la rentabilidad del proyecto con la de los fondos del inversionista, se puede llegar al caso absurdo de asignarle al proyecto una rentabilidad infinita, lo cual se presentaría cuando el proyecto fuera financiado en su totalidad, ya que así los fondos aportados por el inversionista serían cero”. También opina Ignacio Vélez: “El hecho de que el inversionista se apalanque y resulte aceptando para si una inversión mala, indica lo peligroso que es confundir el flujo de caja del proyecto con el del inversionista”.

Tercer escenario: financiamiento del proyecto con 50% de deuda y 50% con recursos propios.

⁴⁵ Vélez, Ignacio. *Decisiones de inversión*. CEJA, 1998.

Decisión de la inversión



$$TIR = \frac{F}{P} - 1 = \frac{575}{500} - 1 = 15\% \text{ anual}$$

La TIR del proyecto sigue siendo la misma. El proyecto es **ciego** ante las fuentes de financiamiento de la inversión, lo que equivale a decir que no es de su incumbencia conocer la procedencia de los recursos necesarios para entrar en operación.

Como en este caso concurren dos fuentes de financiamiento con costos diferentes, es necesario calcular el costo de capital para conocer el costo de financiar la inversión.

Fuente	Monto	C.D.I.	% Participación	C.P.P.
Inversionista	\$ 250.00	18.00%	50.00%	0.090
Crédito bancario	\$ 250.00	7.00%	50.00%	0.035
Total	\$ 500.00		100.00%	
Costo de capital				12.50%

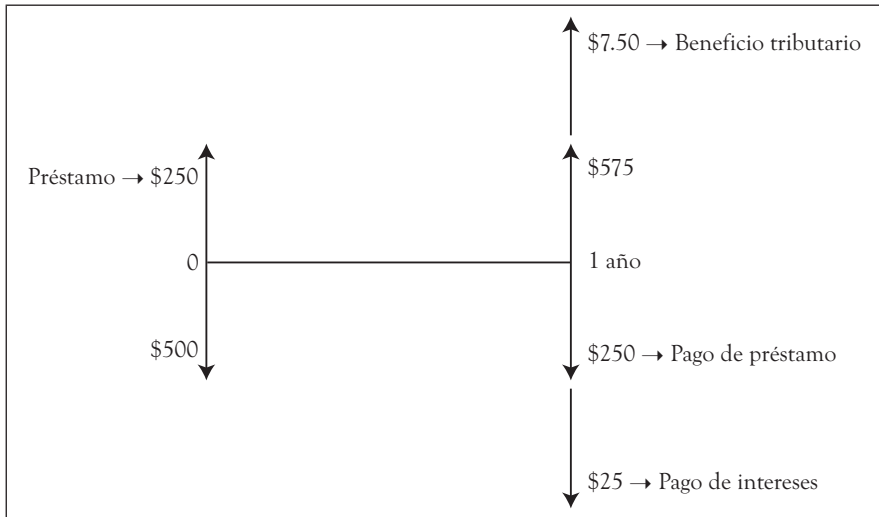
TIR del proyecto = 15% anual

Costo de la inversión = Costo de capital = 12.50% anual

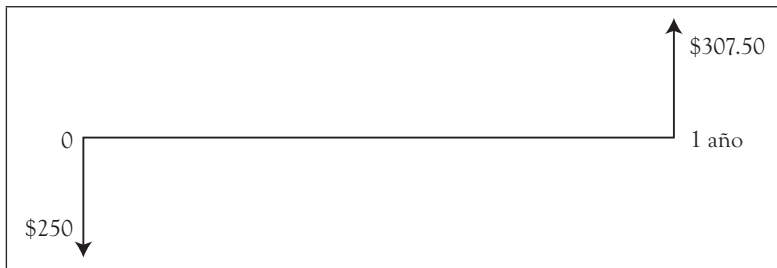
El proyecto debe aceptarse porque la TIR del proyecto es mayor que el costo de capital, lo que indica que la rentabilidad sobre la inversión⁴⁶ es mayor que el costo de financiarla.

Al combinar la decisión de inversión con la decisión de financiamiento, obtenemos el flujo de caja del inversionista, mediante el cual podemos calcular la rentabilidad sobre sus aportes.

⁴⁶ La TIR mide el rendimiento de toda la inversión para un solo período de inversión. Cuando se tienen varios períodos, mide el rendimiento sobre saldos no recuperados.



El flujo neto, quedaría de la siguiente forma:



$$TIR = \frac{F}{P} - 1 = \frac{307.50}{250} - 1 = 23\% \text{ anual}$$

En Excel:

	A	B
1	-250	307.50

En la celda donde deseamos que aparezca el resultado de la TIR, escribimos:

= TIR (rango; estimar)

= TIR (A1:B1) = 23%

Como conclusiones relevantes de este análisis, podemos declarar las siguientes:

- Un proyecto malo en sí mismo puede ser bueno para el inversionista. Sin embargo, esto no quiere decir que deba ser aceptado (Velez, 1998). Esto último puede ocurrir

por el apalancamiento financiero, lo cual hace que los fondos del inversionista se apalanquen con los del prestamista, cuando la financiación cuesta menos que la tasa de descuento. Este es el caso del presente ejemplo. Observamos que cuando la inversión se financia con recursos propios, el proyecto se debe rechazar porque la TIR es menor que la tasa de oportunidad del inversionista, mientras que éste, al apalancarse, termina aceptando para sí una inversión mala.

- El costo de la inversión cambia dependiendo de la forma de financiarla. Cuando la inversión se financia con recursos del inversionista, el costo de la inversión es su tasa de oportunidad. Si la inversión se financia toda con deuda, el costo de la inversión es el costo del préstamo después de impuestos. Cuando la inversión se financia con aportes del inversionista y con deuda, el costo de la inversión es el costo de capital. El costo de la inversión para cada uno de los tres casos es la tasa de descuento que se utiliza para calcular el VPN. Si utilizamos la TIR para evaluar el proyecto, la tasa de descuento sirve únicamente como tasa de comparación. Cuando la TIR es mayor que la tasa de descuento el proyecto se acepta; en caso contrario, el proyecto se rechaza.
- Los proyectos de inversión se deben aceptar atendiendo a su mérito financiero medido por indicadores como la TIR y el VPN, el cual se determina separando las decisiones de inversión de las decisiones de financiamiento (*Gamboá, 1996*). En otras palabras, se debe evaluar el proyecto sin tener en cuenta el efecto de la financiación, o sea, bajo la premisa de que se cuenta con los recursos propios suficientes, así no se tengan, y si es rentable se considerará la financiación adecuada. La combinación dentro de un mismo flujo de caja de estas dos decisiones proporciona información para evaluar la rentabilidad del aporte del inversionista. En este caso, si la TIR es mayor que la tasa de oportunidad del inversionista se puede concluir que el proyecto, para el inversionista, es aceptable. Sin embargo, conviene separar las dos decisiones (inversión y financiamiento), para tener mayores elementos de juicio acerca de la bondad del proyecto.
- En muchos casos el inversionista deberá emprender un proyecto malo (TIR menor que su tasa de oportunidad y VPN menor que cero), obligado por razones no financieras, tales como las de orden ético, razones estratégicas, razones políticas, etc. En caso de ser necesaria esta decisión, se debe buscar en el mercado financiero créditos en las mejores condiciones, para que por efecto del apalancamiento financiero se logre mejorar el proyecto, sin dejar de lado su capacidad de pago.

6.12. Flujo de caja del inversionista

Asumiendo el riesgo de parecer necios, vale la pena repetir que cuando la inversión inicial del proyecto se financia con recursos del inversionista existe un flujo de caja único

tanto para el proyecto como para el inversionista, puesto que no se genera pago de intereses ni amortización al capital. En forma contraria, al financiarse parte de la inversión inicial con recursos provenientes de créditos se presentan dos flujos de caja diferentes: el del proyecto, que permite medir la rentabilidad de toda la inversión, y el flujo de caja del inversionista que permite medir la rentabilidad de los recursos propios. Para el segundo caso se deberá agregar al flujo de caja del proyecto el efecto del financiamiento, ya que es el inversionista el que asume la responsabilidad del servicio de la deuda y no el proyecto, y en el momento cero debe aparecer como inversión inicial únicamente el valor de los aportes del inversionista. Se deben concretar las condiciones del crédito en lo que se refiere a su costo que viene determinado por la tasa de interés, el plazo y el sistema de amortización. Por la condición de la deducibilidad de los intereses como gastos del período es necesario conocer la composición de cada cuota de pago, para lo cual se diseña la tabla de amortización del crédito que nos permita conocer qué parte de la cuota es interés y qué es amortización al capital. En el flujo de caja del inversionista, los intereses se consideran gastos deducibles; por lo tanto, se incluyen antes de la UAI (Utilidad Antes de Impuestos), mientras que la amortización al capital es un gasto no deducible que se incluye después de haber calculado el valor de los impuestos, lo que significa que el inversionista obtiene un *beneficio tributario* que resulta de multiplicar el valor de los intereses por la tasa de impuestos, y constituye un ahorro en el pago de impuestos.

La estructura general del flujo de caja del inversionista, queda de la siguiente forma:

(-)	INVERSIÓN INICIAL ⁴⁷
(+)	INGRESOS GRAVABLES
(-)	EGRESOS DEDUCIBLES
(-)	INTERESES DEL PRÉSTAMO
(-)	DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN
	UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS
	IMPUESTOS CAUSADOS
(-)	IMPUESTOS PAGADOS
(+)	DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN
(-)	EGRESOS NO DEDUCIBLES
(+)	INGRESOS NO GRAVABLES
(-)	ABONO A CAPITAL
(+)	VALOR DE RESCATE DEL PROYECTO
	FLUJO NETO DE EFECTIVO

⁴⁷ En este caso, como se trata de medir la rentabilidad que obtiene el inversionista, el valor de la inversión inicial que debe aparecer en el flujo de caja se reduce a sus aportes.

CASO PRÁCTICO 2

Con la misma información del caso práctico 1, construir el flujo de caja para el inversionista y determinar la rentabilidad de sus aportes:

Inversión inicial:

Terrenos:	\$ 10.000.000
Maquinarias y equipos:	\$ 25.000.000
Capital de trabajo:	\$ 8.000.000
Total Inversión Inicial:	\$ 43.000.000
Gastos Operacionales/Año:	\$ 3.000.000
Vida útil de la Maquinaria y Equipos:	10 años
Tasa de Impuestos:	35%
Inflación Pura Estimada:	6% anual
Horizonte de Evaluación:	5 años
Depreciación de Activos Fijos:	Línea recta
Proyecciones Financieras: en términos corrientes.	
Tasa de oportunidad del inversionista:	30% anual

Se espera vender los activos fijos depreciables por \$15.000.000 al final del año 5 y los terrenos por \$10.000.000.

Las maquinarias y equipos serán comprados con dineros provenientes de un crédito bancario a una tasa de interés del 21.55% EA con un plazo de 3 años, con el pago de cuotas anuales iguales⁴⁸.

Solución

La estructura financiera inicial del proyecto queda de la siguiente forma:

Pasivos	\$ 25.000.000
Inversionista	\$ 18.000.000
Total inversión inicial	\$ 43.000.000

Análisis del crédito bancario

El valor del crédito es de \$25.000.000 a una tasa del 21.55% EA con un plazo de 3 años, pagadero con cuotas anuales iguales.

⁴⁸ Este es el sistema de amortización gradual que hace referencia a una anualidad vencida. Aunque este es el sistema más utilizado universalmente existen otros sistemas de amortización de créditos, como, por ejemplo, el de abono constante a capital, que es el que generalmente utilizan los bancos comerciales en Colombia.

Se calcula el valor de las cuotas anuales.

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$A = 25.000.000 \left[\frac{0.2155(1 + 0.2155)^3}{(1 + 0.2155)^3 - 1} \right]$$

$$A = \$12.157.290$$

En Excel:

= Pago (tasa; nper; VA; VF; tipo)

= Pago (21.55%; 3; 2.5000.000; 0)

Al contratar un crédito se obtiene el beneficio tributario por la condición de la deducibilidad de los intereses como gastos del período. Es necesario conocer, entonces, la composición de cada cuota de pago, para lo cual diseñamos la tabla de amortización⁴⁹ del crédito que nos permita conocer qué porción de cada cuota es interés y qué es abono al capital.

No.	Cuota	Interés	Amortización	Saldo
0				25.000.000.00
1	12.157.290	5.387.500	6.769.674	18.230.326.00
2	12.157.290	3.928.635	8.228.538	10.001.788.00
3	12.157.290	2.155.385	10.001.788	0

⁴⁹ No es imprescindible diseñar la tabla de amortización del crédito para conocer la composición de cada cuota. Existe un procedimiento matemático que consiste en calcular el saldo del período anterior, y aplicarle a éste la tasa de interés del crédito, obteniéndose así el valor de los intereses. Al restarle al valor de la cuota los intereses calculados, obtenemos el abono a capital. Para mayor ilustración sobre este tema se recomienda la lectura del capítulo 7 del libro *Matemáticas Financieras Aplicadas*, de este mismo autor.

FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA
Precios corrientes

22	ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
23	VENTAS		50.880.000	53.932.800	57.168.768	60.598.894	64.234.828	
24	OTROS INGRESOS GRAVABLES		-	-	-	-	2.500.000	
25	GASTOS OPERACIONALES		3.180.000	3.370.800	3.573.048	3.787.431	4.014.677	
26	COSTOS DE PRODUCCION		25.440.000	26.966.400	28.584.384	30.299.447	32.117.414	
27	OTROS EGRESOS DEDUCIBLES		-	-	-	-	-	
28	DEPRECIACION		2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	
29	INTERESES		5.387.500	3.928.635	2.155.385	-	-	
30	UAI		14.372.500	17.166.965	20.355.951	24.012.016	28.102.737	
31	IMPUESTOS CAUSADOS		5.030.375	6.008.438	7.124.583	8.404.206	9.835.958	
32	IMPUESTOS PAGADOS			5.030.375	6.008.438	7.124.583	8.404.206	9.835.958
33	ABONO A CAPITAL		6.769.674	8.228.538	10.001.788	-	-	
34	DEPRECIACION		2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	
35	VALOR DE RESCATE						-	
36	OTROS INGRESOS NO GRAVABLES						33.205.805	
37	OTROS EGRESOS NO DEDUCIBLES							
38	FLUJO NETO DE EFECTIVO	-18.000.000	10.102.826	6.408.051	6.845.725	19.387.433	55.404.336	-9.835.958
39	VALOR DEL VPN	\$ 16.351.395	SE ACEPTA EL PROYECTO					
40	VALOR DE LA TIR	60,46%	SE ACEPTA EL PROYECTO					

Si comparamos estos **Flujos Netos de Efectivo** con los obtenidos en el flujo de caja del proyecto, observamos que son menores, lo que a primera vista nos podría indicar que el financiamiento reduce los beneficios del inversionista. Nos preguntamos, entonces: ¿dónde está el efecto del apalancamiento financiero? En la relación de la inversión inicial con los Flujos Netos de Efectivo. Así, por ejemplo, para el proyecto sin financiamiento el FNE del primer año es de \$22.260.000 para una inversión inicial de \$43.000.000, mientras que con financiamiento es de \$10.102.826, pero apenas con una inversión de \$18.000.000, que son los fondos aportados por el inversionista.

Si comparamos este valor del VPN (\$16.351.395) con el obtenido al evaluar el proyecto puro (\$11.424.445), observamos el aumento que se produce por el efecto del apalancamiento financiero, pero es pertinente recordar que este VPN es del inversionista, no del proyecto. Lo mismo sucede con el valor de la TIR; la del proyecto sigue siendo del 42.11% mientras que la del inversionista es del 60.46%. Si seguimos aumentando el valor del préstamo, la TIR del proyecto seguirá siendo la misma pero la TIR del inversionista seguirá aumentando. Esto, porque la tasa de oportunidad del inversionista es mayor que la tasa del préstamo.

Errores al construir el flujo de caja del inversionista

Cuando se acude al financiamiento del proyecto con pasivos, se acostumbra cometer errores en la construcción del flujo de caja del inversionista. Entre los más comunes, tenemos:

- No incluir en el flujo de caja, después de los impuestos, la amortización al capital. La cuota que se paga por un crédito tiene dos componentes: interés y abono al capital. El valor de los intereses se incluye en el flujo de caja antes de la UAI, para efectos tributarios, como gasto deducible, y la amortización al capital se incluye después de los impuestos como un gasto no deducible.
- Incluir en el momento cero toda la inversión inicial, cuando únicamente debe aparecer el valor de los aportes del inversionista, puesto que se trata de medir la rentabilidad de sus aportes.
- Incluir intereses sobre los aportes del inversionista. El rendimiento sobre sus aportes se obtiene en el momento en que se actualizan los flujos netos de efectivo, al calcular el VPN. Recordemos que obtener un VPN positivo nos indica que el inversionista recupera su inversión, obtiene el rendimiento exigido al proyecto y se gana un remanente. Los dividendos obtenidos por el inversionista (intereses) no son deducibles de impuestos como gastos del período en contraposición a los intereses que éste paga por el uso de un crédito.

6.13. Evaluación financiera del proyecto con financiamiento

La estructura del flujo de caja del proyecto con financiamiento es igual a la estructura sin financiamiento⁵⁰. Se presenta una diferencia en el tratamiento que se le da a cada uno de ellos, al hacer el cálculo del VPN para medir la rentabilidad del proyecto, debido a que el costo de los recursos necesarios para cubrir la inversión inicial es diferente. Cuando la inversión inicial se financia con recursos propios, la tasa de descuento es la tasa de oportunidad del inversionista, mientras que si es financiada con una mezcla de pasivos y capital contable, la tasa de descuento es el costo de capital promedio ponderado de todas las fuentes de financiación. Lo anterior trae como consecuencia un valor del VPN diferente para cada situación, porque su valor depende fundamentalmente de la tasa de descuento. La TIR del proyecto es la misma, ya que su valor es independiente de la

⁵⁰ Existe una diferencia entre estos dos flujos de caja cuando se considera el pago de intereses durante la etapa de instalación del proyecto, que genera el crédito contratado para cubrir parte de la inversión inicial. En este libro asumiremos que el servicio de la deuda se comienza a pagar al final del primer año, si no existe período de gracia.

tasa de descuento, por ser una característica propia del proyecto. Al utilizar el método de la TIR, para evaluar el proyecto con financiamiento, la decisión de aceptar o rechazar el proyecto se tomará al comparar la TIR con el costo de capital.

La estructura financiera inicial del proyecto queda constituida de la siguiente forma:

	Monto	Costo
Pasivos	\$ 25.000.000	21.55% EA
Inversionista	\$ 18.000.000	30% EA
Total inversión inicial	\$ 43.000.000	

Calculamos el costo de capital, para lo cual calculamos en primer lugar el costo de las fuentes de financiamiento después de impuestos:

$$\begin{aligned} \text{Crédito bancario: } K_d &= i(1 - \text{IMPTOS}) \\ K_d &= 0.2155(1 - 0.35) \\ K_d &= 14.01\% \text{ EA} \end{aligned}$$

Cálculo del costo de capital

Fuente	Monto	C.D.I.	% Participación	C.P.P.
Inversionista	\$18.000.000	30.00%	41.86%	0.1256
Crédito bancario	\$25.000.000	14.01%	58.14%	0.0815
Total	\$43.000.000		100.00%	
Costo de capital				20.71%

Calculamos el VPN para el proyecto con financiamiento con una tasa de descuento del 20.71% anual, que corresponde al costo de capital.

La estructura financiera inicial del proyecto no permanece constante, debido a las permanentes transacciones haciendo que cambien los porcentajes de participación de cada fuente y, por lo tanto, se obtendría cada día un costo de capital diferente. En la medida en que se amortiza el crédito, cambia la tasa de descuento. En el largo plazo la tasa de descuento relevante será la tasa de oportunidad del inversionista. Por estas razones, para evaluar el proyecto con financiamiento, según algunos autores, se puede tomar como tasa de descuento la tasa de oportunidad del inversionista.

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO CON FINANCIAMIENTO
Precios corrientes

21	ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
22	VENTAS		50.880.000	53.932.800	57.168.768	60.598.894	64.234.828	
23	OTROS INGRESOS GRAVABLES		-	-	-	-	2.500.000	
24	GASTOS OPERACIONALES		3.180.000	3.370.800	3.573.048	3.787.431	4.014.677	
25	COSTOS DE PRODUCCION		25.440.000	26.966.400	28.584.384	30.299.447	32.117.414	
26	OTROS EGRESOS DEDUCIBLES		-	-	-	-	-	
27	DEPRECIACION		2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	
28	UAI		19.760.000	21.095.600	22.511.336	24.012.016	28.102.737	
29	IMPUESTOS CAUSADOS		6.916.000	7.383.460	7.878.968	8.404.206	9.835.958	
30	IMPUESTOS PAGADOS			6.916.000	7.383.460	7.878.968	8.404.206	9.835.958
31	DEPRECIACION		2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	
32	VALOR DE RESCATE						-	
33	OTROS INGRESOS NO GRAVABLES						33.205.805	
34	OTROS EGRESOS NO DEDUCIBLES							
35	FLUJO NETO DE EFECTIVO	-43.000.000	22.260.000	16.679.600	17.627.876	18.633.049	55.404.336	-9.835.958
36	VALOR DEL VPN	24.128.865	SE ACEPTA EL PROYECTO					
37	VALOR DE LA TIR	42,11%	SE ACEPTA EL PROYECTO					

Comparando los resultados de la evaluación sin financiamiento y con financiamiento, observamos que los valores del VPN cambian de \$11.424.445 a \$24.128.865, mientras que la TIR permanece constante en 42.11%. La razón de lo anterior es que el VPN es un valor dependiente de la tasa de descuento, mientras que la TIR es una característica propia del proyecto. En la medida en que la tasa de descuento disminuya el VPN se hace mayor, no así el valor de la TIR que mide la rentabilidad del proyecto y ésta no depende de la forma como se financie la inversión.

Aumentemos la proporción de deuda con respecto a los aportes del inversionista, para observar el comportamiento del VPN. Supongamos que la nueva estructura financiera del proyecto es la siguiente:

	Monto	Costo
Pasivos	\$ 35.000.000	21.55% EA
Inversionista	\$ 8.000.000	30% EA
Total inversión inicial	\$ 43.000.000	

Bajo la condición de que el costo del crédito sea menor que el costo de los aportes del inversionista, en la medida en que se aumenta el nivel de endeudamiento del proyecto se reduce el costo de capital y, por consiguiente, el VPN aumenta al exigirle un menor rendimiento al proyecto. Además de esta explicación financiera, si analizamos el procedimiento matemático para calcular el VPN, notamos que su valor es inversamente

proporcional a la tasa de descuento, porque ésta última forma parte del denominador de la fracción que actualiza el valor futuro de cada uno de los flujos netos de efectivo y, por lo tanto, al disminuir el denominador aumenta su valor presente.

Cálculo del costo de capital

Fuente	Monto	C.D.I.	% Participación	C.P.P.
Inversionista	\$ 8.000.000	30.00%	18.60%	0.0558
Crédito bancario	\$ 35.000.000	14.01%	81.40%	0.0815
Total	\$ 43.000.000		100.00%	
Costo de capital				13.73%

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO CON FINANCIAMIENTO Precios corrientes

21	ITEM	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6
22	VENTAS		50.880.000	53.932.800	57.168.768	60.598.894	64.234.828	
23	OTROS INGRESOS GRAVABLES		-	-	-	-	2.500.000	
24	GASTOS OPERACIONALES		3.180.000	3.370.800	3.573.048	3.787.431	4.014.677	
25	COSTOS DE PRODUCCION		25.440.000	26.966.400	28.584.384	30.299.447	32.117.414	
26	OTROS EGRESOS DEDUCIBLES		-	-	-	-	-	
27	DEPRECIACION		2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	
28	UAI		19.760.000	21.095.600	22.511.336	24.012.016	28.102.737	
29	IMPUESTOS CAUSADOS		6.916.000	7.383.460	7.878.968	8.404.206	9.835.958	
30	IMPUESTOS PAGADOS			6.916.000	7.383.460	7.878.968	8.404.206	9.835.958
31	DEPRECIACION		2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	
32	VALOR DE RESCATE						-	
33	OTROS INGRESOS NO GRAVABLES						33.205.805	
34	OTROS EGRESOS NO DEDUCIBLES							
35	FLUJO NETO DE EFECTIVO	-43.000.000	22.260.000	16.679.600	17.627.876	18.633.049	55.404.336	-9.835.958
36	VALOR DEL VPN	37.158.884	SE ACEPTA EL PROYECTO					
37	VALOR DE LA TIR	42,11%	SE ACEPTA EL PROYECTO					

El valor del VPN aumentó de \$24.128.865 a \$37.158.884 por considerar una tasa de descuento menor, pero la TIR permanece constante en 42.11%. Es relevante recordar lo analizado en el capítulo 5. “La reducción en el costo de capital se produce por el efecto del apalancamiento financiero, al aumentar la proporción de la deuda que tiene un costo

menor que los aportes del inversionista. Sin embargo, este hecho no significa que lo mejor sea aumentar la proporción de deuda sin que aumente el riesgo financiero para la empresa. Un alto nivel de endeudamiento puede no ser viable desde el punto de vista de la capacidad de pago, ya que es posible que los flujos de efectivo que genera el proyecto no sean suficientes para atender el servicio de la deuda. Al incrementarse el nivel de endeudamiento también aumenta el riesgo para los acreedores y para el inversionista, por lo tanto, se debe incrementar tanto el costo marginal de la deuda como el costo del patrimonio. El inversionista asume la necesidad de incluir un factor de ajuste que *castigue* el rendimiento esperado sobre su inversión. De esta manera, el inversionista incrementa la tasa de interés de oportunidad de acuerdo a su nivel de aversión al riesgo, que viene determinado por diversos factores tales como el conocimiento del negocio, su cultura y educación, e inclusive los valores morales que profesa. Pero aquí vale la pena destacar, que si el inversionista hace ajustes muy fuertes sobre la tasa de oportunidad es muy probable que rechazará muchas alternativas de inversión, mientras que si hace ajustes leves está subvaluando el riesgo. Los acreedores, al aumentar el nivel de endeudamiento, también asumen un mayor riesgo de que no se genere el efectivo suficiente para el pago del servicio de la deuda y, por lo tanto, exigirán una mayor tasa de interés. Estas cortas reflexiones nos llevan a concluir que no siempre es tan significativa, como lo muestra el ejercicio, la disminución del costo de capital al incrementarse el nivel de endeudamiento, y que podría darse que el aumento en el nivel de endeudamiento haga aumentar el costo de capital en lugar de disminuirlo”.

Un proyecto puede ser rentable y al mismo tiempo ser inviable financieramente por no tener capacidad de pago. La evidencia empírica nos indica que las empresas, por lo general, no se quiebran por ser malos negocios sino por problemas de iliquidez. Lo que se requiere es que simultáneamente el proyecto sea rentable y genere el efectivo suficiente para cumplir con los compromisos que se vayan venciendo, entre ellos, el servicio de la deuda cuando se acude al financiamiento externo. Se expresó en capítulos anteriores que el valor de rescate, que no constituye ingreso en efectivo durante la vida útil del proyecto y que no es un recurso disponible para ser utilizado para cancelar obligaciones, puede ser de tal magnitud que llega a ser determinante en la alta rentabilidad de un proyecto de inversión.

Al construir el flujo de caja del proyecto se registran todos los beneficios, entre los cuales están los que no representan entradas en efectivo como el valor de rescate y la recuperación del capital de trabajo que solo se convierten en efectivo al momento de liquidar el proyecto, y egresos que no representan salidas de efectivo como la depreciación y amortización de activos. Para medir la capacidad de pago del proyecto a través de un presupuesto de efectivo se deben excluir los ingresos y egresos anteriores y registrar solamente los que representen entradas y salidas reales de efectivo.

Es poco real que una entidad financiera conceda un crédito para financiar un proyecto de inversión que solo muestra ser rentable al considerar todos los beneficios (incluyendo la recuperación del capital de trabajo y el valor de rescate) y que muestra no serlo cuando no se tiene en cuenta el valor de rescate, porque sería aceptar que el mayor volumen de recursos con que se contaría para pagar los compromisos, como el servicio de la deuda, provendría de la venta del negocio.

Con los valores del VPN y la TIR obtenidos en las diferentes evaluaciones se llega a la decisión de aceptar el proyecto, porque el VPN es positivo y la TIR es mayor que la tasa de descuento. Ahora nos corresponde complementar el análisis determinando la factibilidad del crédito bancario que solicita el inversionista, teniendo en cuenta la capacidad de generación de efectivo del proyecto. Cuando el proyecto se evalúa desde la perspectiva de la entidad financiera que es la que tiene que decidir si concede o no el préstamo solicitado por el inversionista para financiar una parte de la inversión inicial del proyecto, a ésta no tanto le interesa la rentabilidad que éste pueda obtener sino la capacidad del proyecto de generar el suficiente efectivo para pagar el servicio de la deuda. Por esta razón, la entidad financiera antes de exigir flujos de caja del proyecto y del inversionista, exige la formulación de un flujo de efectivo (o presupuesto de efectivo) en el cual se incorporen los montos por intereses y capital y en el que se demuestre la capacidad del proyecto de pagar estos importes.

Para ejemplificar lo anterior pasemos, en una forma sencilla, a diseñar el presupuesto de efectivo que le exigiría la entidad financiera al inversionista para decidir si le concede o no el préstamo solicitado.

En el ejemplo que hemos venido analizando el inversionista solicita un crédito de \$25.000.000 a una tasa del 21.55% EA, con un plazo de 3 años, pagadero con cuotas anuales iguales de \$12.157.174. Para construir el presupuesto de efectivo se tendrán en cuenta únicamente los ingresos por ventas en efectivo y los egresos de efectivo para cada año, sin incluir la depreciación por no constituir desembolso en efectivo, la recuperación del capital de trabajo, ni mucho menos el valor de rescate, porque estos últimos, a pesar de ser un patrimonio del inversionista sólo quedan disponibles cuando se liquida el proyecto y no se pueden retirar antes de ésta fecha para pagar compromisos financieros.

7	DETALLE	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
8	ENTRADA DE EFECTIVO					
9	Ingresos por ventas	50.880.000	53.932.800	57.168.768	60.598.894	64.234.828
10	Otros ingresos en efectivo	-	-	-	-	35.705.805
11	TOTAL ENTRADA DE EFECTIVO	50.880.000	53.932.800	57.168.768	60.598.894	99.940.633
12						
13	SALIDAS DE EFECTIVO					
14	Gastos operacionales	3.180.000	3.370.800	3.573.048	3.787.431	4.014.677
15	Costos de producción	25.440.000	26.966.400	28.584.384	30.299.447	32.117.414
16	Pago de impuestos	0	5.030.375	6.008.438	7.124.583	8.404.206
17	Pago de intereses y capital	12.157.174	12.157.174	12.157.174	-	-
18	Otros egresos en efectivo	-	-	-	-	-
19	TOTAL SALIDA EFECTIVO	40.777.174	47.524.749	50.323.043	41.211.461	44.536.296
20	FLUJO NETO EFECTIVO	10.102.826	6.408.051	6.845.725	19.387.433	55.404.336
21	(+) EFECTIVO INICIAL	0	2.602.826	9.010.878	15.856.603	35.244.036
22	(-) EFECTIVO MINIMO	7.500.000				
23	EFECTIVO DISPONIBLE	2.602.826	9.010.878	15.856.603	35.244.036	90.648.373

Los valores positivos obtenidos en el renglón EFECTIVO DISPONIBLE indican que el proyecto además de ser rentable genera el suficiente efectivo para cumplir con los compromisos financieros que se causan al tomar el crédito bancario por un monto de \$25.000.000. Si el servicio de la deuda no es atendido oportunamente surgirán los problemas de insolvencia y posibilidades de quiebra. En estas condiciones, la entidad financiera al evaluar la solicitud de crédito además de analizar la rentabilidad del proyecto le concederá el préstamo al inversionista.

Los evaluadores de proyectos, lo mismo que los inversionistas, no sólo se preocupan por los resultados esperados sino que también querrán saber que ocurriría si las cosas salen mal. Por ejemplo, antes de solicitar un crédito a una entidad financiera para financiar una parte de la inversión inicial del proyecto, o alguna inversión adicional durante su operación, llevan a cabo un análisis de punto muerto (ver análisis de sensibilidad en el capítulo 7). Dicho en otras palabras, analizan cuánto pueden descender las ventas o los beneficios sin poner en peligro la capacidad del proyecto para atender el servicio del préstamo; o analizan hasta cuánto puede ascender el nivel de endeudamiento sin que se afecte la liquidez del proyecto.

Aumentemos el valor del crédito y hagamos un análisis similar para mirar el comportamiento de la TIR del inversionista y la capacidad de pago del proyecto. Asumamos, ahora, un crédito por \$35.000.000:

Tabla de amortización del crédito bancario				
No.	Cuota	Interés	Amortización	Saldo
0				35.000.000
1	17.020.043	7.542.500	9.477.543	25.522.457
2	17.020.043	5.500.089	11.519.954	14.002.503
3	17.020.043	3.017.540	14.002.503	0

El nuevo flujo de caja del inversionista queda de la siguiente forma:

FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA
Precios corrientes

22	ITEM	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6
23	VENTAS		50.880.000	53.932.800	57.168.768	60.598.894	64.234.828	
24	OTROS INGRESOS GRAVABLES		-	-	-	-	2.500.000	
25	GASTOS OPERACIONALES		3.180.000	3.370.800	3.573.048	3.787.431	4.014.677	
26	COSTOS DE PRODUCCION		25.440.000	26.966.400	28.584.384	30.299.447	32.117.414	
27	OTROS EGRESOS DEDUCIBLES		-	-	-	-	-	
28	DEPRECIACION		2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	
29	INTERESES		7.542.500	5.500.089	3.017.540	-	-	
30	UAI		12.217.500	15.595.511	19.493.796	24.012.016	28.102.737	
31	IMPUESTOS CAUSADOS		4.276.125	5.458.429	6.822.829	8.404.206	9.835.958	
32	IMPUESTOS PAGADOS			4.276.125	5.458.429	6.822.829	8.404.206	9.835.958
33	ABONO A CAPITAL		9.477.543	11.519.954	14.002.503	-	-	
34	DEPRECIACION		2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	
35	VALOR DE RESCATE						-	
36	OTROS INGRESOS NO GRAVABLES						33.205.805	
37	OTROS EGRESOS NO DEDUCIBLES							
38	FLUJO NETO DE EFECTIVO	-8.000.000	5.239.957	2.299.432	2.532.864	19.689.187	55.404.336	-9.835.958
39	VALOR DEL VPN	\$ 18.322.175	SE ACEPTA EL PROYECTO					
40	VALOR DE LA TIR	84,19%	SE ACEPTA EL PROYECTO					

Observamos que la TIR del inversionista aumenta de 60.46% a 84.19% por el efecto de la palanca financiera, pero esto no indica que el proyecto sea viable desde el punto de la capacidad de pago. Construyamos un nuevo presupuesto de efectivo:

PRESUPUESTO DE EFECTIVO

7	DETALLE	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
8	ENTRADA DE EFECTIVO					
9	Ingresos por ventas	50.880.000	53.932.800	57.168.768	60.598.894	64.234.828
10	Otros ingresos en efectivo	-	-	-	-	35.705.805
11	TOTAL ENTRADA DE EFECTIVO	50.880.000	53.932.800	57.168.768	60.598.894	99.940.633
12						
13	SALIDAS DE EFECTIVO					
14	Gastos operacionales	3.180.000	3.370.800	3.573.048	3.787.431	4.014.677
15	Costos de producción	25.440.000	26.966.400	28.584.384	30.299.447	32.117.414
16	Pago de impuestos	0	4.276.125	5.458.429	6.822.829	8.404.206
17	Pago de intereses y capital	17.020.043	17.020.043	17.020.043	-	-
18	Otros egresos en efectivo	-	-	-	-	-
19	TOTAL SALIDA EFECTIVO	45.640.043	51.633.368	54.635.904	40.909.707	44.536.296
20	FLUJO NETO EFECTIVO	5.239.957	2.299.432	2.532.864	19.689.187	55.404.336
21	(+) EFECTIVO INICIAL	0	-2.260.043	39.389	2.572.253	22.261.441
22	(-) EFECTIVO MINIMO	7.500.000				
23	EFECTIVO DISPONIBLE	-2.260.043	39.389	2.572.253	22.261.441	77.665.777

El valor negativo del Efectivo Disponible nos indica que el proyecto no genera el efectivo suficiente para cumplir con el servicio de la deuda; por lo tanto, en estas condiciones la entidad financiera no le concederá el préstamo al inversionista.

Con **Buscar objetivo** se encuentra que con los flujos de efectivo que genera el proyecto se está en la capacidad de pagar una cuota anual de \$14.760.000 que determina un monto máximo del crédito bancario de \$30.000.000.

La estructura financiera adecuada para el proyecto quedaría de la siguiente forma:

	Monto	Costo
Pasivos	\$ 30.000.000	21.55% EA
Inversionista	\$ 13.000.000	30% EA
Total inversión inicial	\$ 43.000.000	

Si el inversionista no cuenta con \$13.000.000 no puede emprender el proyecto de inversión, no obstante ser rentable. No es necesario calcular el VPN y la TIR con esta nueva estructura financiera, debido a que si el proyecto es rentable sin acudir al crédito bancario, que tiene un costo menor que su tasa de oportunidad, mucho más lo será, por el efecto de la palanca financiera, al incluir la fuente del crédito. También es importante destacar cómo la estructura financiera del proyecto viene determinada por su capacidad de pago, lo que define el presupuesto de efectivo como la herramienta fundamental para el manejo de una empresa.

El estudio de un proyecto es recomendable hacerlo cuando no existen restricciones presupuestarias, lo que supone que el inversionista cuenta con todos los recursos para financiar la inversión. La deuda se toma para aumentar la rentabilidad sobre los aportes del inversionista, mas no la rentabilidad del proyecto *per se*, bajo la expectativa de que el costo de la deuda siempre sea menor que el costo de los recursos propios. Sin embargo, no siempre se tiene tal disponibilidad de recursos. Al no tenerse la certidumbre de cuál es el monto que el inversionista estaría dispuesto a invertir, lo recomendable es hacer el estudio a diferentes escalas de producción, sin que esto signifique que haya que hacer varios estudios, pues hay muchos de ellos que son comunes para cualquier capacidad de producción, tales como el estudio de mercado, estudio administrativo, etc.

6.14. Aplicación del sistema leasing en evaluación financiera de proyectos

El **leasing** es una fuente de financiamiento que ha tomado mucha importancia en los últimos años como alternativa para el financiamiento de activos generadores de renta.

En nuestro país, como en la mayoría de los países, este sistema de financiamiento se vuelve atractivo, entre otras razones, debido a que el canon⁵¹ de arrendamiento, que incluye capital e intereses, es deducible en su totalidad como gasto del período, mientras que en el caso de los créditos solamente son deducibles como gastos del período los intereses. En lo que hace referencia a la depreciación, cuando la financiación de activos se hace por leasing, ésta se ve reducida a aquellos activos financiados con una fuente diferente. Esto tiene una simple explicación: los activos que se obtienen por leasing no son de propiedad del proyecto ni del inversionista, sino de la entidad financiera que los entrega en arrendamiento, de tal forma que para efectos contables, el valor de la depreciación aparece en los estados financieros de la entidad financiera y no del proyecto. Si después de vencido el plazo del arrendamiento, se ejerce la opción de compra del activo (leasing financiero), el valor de esta opción debe aparecer registrado en los libros contables del proyecto como gasto no deducible y a partir de este momento se empieza a recuperar esta inversión por medio del mecanismo de la depreciación.

CASO PRÁCTICO 3

Con las condiciones de los casos prácticos anteriores, asumamos ahora que los activos fijos se van a financiar con un Leasing Financiero, con un plazo de 3 años y una opción de compra del 10% al finalizar el contrato de arrendamiento, a una tasa del 21.55% EA. Construir el flujo de caja del inversionista y evalúese el rendimiento de sus aportes.

Análisis de leasing financiero

El contrato de arrendamiento financiero es por un valor de \$25.000.000, con un plazo de 3 años con una opción de compra del 10% y una tasa de interés del 21.55% EA equivalente al 1.64% mensual.

Cálculo del canon mensual de arrendamiento

$$A = \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] \times [VP(1+i)^n - VC]$$

$$A = \left[\frac{0.0164}{(1+0.0164)^{36} - 1} \right] \times [25.000.000(1+0.0164)^{36} - 2.500.000]$$

$$A = \$873.516.55$$

⁵¹ Para las pequeñas empresas (patrimonio bruto inferior a \$8.012.300.000) todo el canon de arrendamiento se considera como gasto financiero, mientras que para las grandes empresas (patrimonio bruto igual o superior a \$8.012.300.000), sólo se considera la parte del canon correspondiente a los intereses.

En Excel:

$$= \text{PAGO} (\text{tasa}; \text{nper}; \text{VA}; \text{VF}; \text{tipo})$$

$$= \text{PAGO} (1,64\%; 36; 25.000.000; -2.500.000)$$

Como la evaluación financiera se hace para períodos anuales, es necesario calcular el valor del canon de arrendamiento anual equivalente a los 12 cánones mensuales de \$873.516.55.

$$F = 873.516.55 \left[\frac{(1 + 0.0164)^{12} - 1}{0.0164} \right] = \$11.480.206$$

En Excel:

$$= \text{VF} (\text{tasa}; \text{nper}; \text{pago}; \text{VA}; \text{tipo})$$

$$= \text{VF} (1,64\%; 12; -873.516.55; 0)$$

Al ejercerse la opción de compra de los activos usados en arrendamiento, este valor debe aparecer en el flujo de caja como un gasto no deducible y a partir de este momento se recupera mediante el mecanismo de la depreciación. La opción de compra es por \$2.500.000, que corresponde al 10% de \$25.000.000, que es el valor del contrato de leasing. Asumamos una vida útil de 3 años para depreciar los activos adquiridos con la opción de compra.

$$\text{Depreciación} = \frac{2.500.000}{3} = \$833.333$$

La estructura general del flujo de caja financiado con un Leasing no difiere sustancialmente del flujo de caja financiado con un crédito bancario, debido a que la rentabilidad del proyecto medida por la TIR es independiente de la forma como se financie la inversión inicial; vale decir, al proyecto no le interesa la procedencia de los recursos necesarios para entrar en operación. Mientras que en el flujo de caja del proyecto financiado con un crédito bancario se incorpora la depreciación de los activos fijos, en el flujo de caja financiado con leasing se ignora porque los activos fijos no son de propiedad del inversionista, y sólo se recuperan mediante este mecanismo los activos adquiridos con la opción de compra.

Construcción del flujo de caja del inversionista

Para la construcción del flujo de caja del inversionista se incorpora en el flujo de caja del proyecto financiado con un leasing, como gasto deducible, todo el canon de arrendamiento. Como se apreciará posteriormente, al analizar los resultados del VPN y la TIR, la principal ventaja de utilizar el sistema de leasing en lugar de un crédito bancario, para adquirir activos para el proyecto, está en que todo el canon de arrendamiento (interés + capital)

pagado por un leasing es considerado como gasto deducible, mientras que en el caso del crédito bancario solamente se considera como gasto deducible el valor de los intereses.

Análisis del Proyecto con Financiamiento con Leasing	
Cálculo del canon anual de arrendamiento	\$ 11.480.206
Depreciación	\$ 833.333
Opción de compra	\$ 2.500.000

FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA
Precios corrientes

14	ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
15	VENTAS		50.880.000	53.932.800	57.168.768	60.598.894	64.234.828	
16	OTROS INGRESOS GRAVABLES		-	-	-	-	2.500.000	
17	GASTOS OPERACIONALES		3.180.000	3.370.800	3.573.048	3.787.431	4.014.677	
18	COSTOS DE PRODUCCION		25.440.000	26.966.400	28.584.384	30.299.447	32.117.414	
19	OTROS EGRESOS DEDUCIBLES		-	-	-	-	-	
20	DEPRECIACION		-	-	-	833.333	833.333	
21	CANON DE ARRENDAMIENTO		11.480.206	11.480.206	11.480.206			
22	UAI		10.779.794	12.115.394	13.531.130	25.678.683	29.769.404	
23	IMPUESTOS CAUSADOS		3.772.928	4.240.388	4.735.895	8.987.539	10.419.291	
24	IMPUESTOS PAGADOS			3.772.928	4.240.388	4.735.895	8.987.539	10.419.291
25	DEPRECIACION		-	-	-	833.333	833.333	
26	OPCION DE COMPRA				2.500.000			
27	VALOR DE RESCATE							-
28	OTROS INGRESOS NO GRAVABLES						33.205.805	
29	OTROS EGRESOS NO DEDUCIBLES							
30	FLUJO NETO DE EFECTIVO	-18.000.000	10.779.794	8.342.466	6.790.742	21.776.121	54.821.003	-10.419.291
31	VALOR DEL VPN	\$ 18.550.121	SE ACEPTA EL PROYECTO					
32	VALOR DE LA TIR	65,05%	SE ACEPTA EL PROYECTO					

Como se puede observar, existe una sustancial diferencia entre los flujos de caja del inversionista, con crédito bancario y con leasing. Cuando se acude al crédito bancario se registran los intereses como gastos deducibles y la amortización al capital se registra como gasto no deducible y el inversionista obtiene también el beneficio de la depreciación, cuyo tratamiento en el flujo de caja ya ha sido explicado con anterioridad. En conclusión, cuando se acude al crédito bancario como fuente de financiamiento, el inversionista obtiene dos beneficios tributarios⁵²: la deducción de los intereses como

⁵² Los beneficios tributarios por depreciación y pago de intereses se obtienen porque existen los impuestos. Al incluir estas partidas como gastos, antes de la UAI (utilidad antes de impuestos) en el estado de resultados, se reduce la utilidad sobre la cual se liquidan los impuestos.

gastos financieros y el de la depreciación. En el caso del financiamiento con leasing, para las pequeñas y medianas empresas, se considera como gasto deducible todo el canon de arrendamiento que incluye intereses y capital, pero no se obtiene el beneficio de la depreciación; sólo se debe registrar en el flujo de caja la depreciación de aquellos activos financiados por fuera del leasing.

Muchas personas afirman que el crédito bancario es más costoso que el leasing. Quienes así opinan, lo hacen teniendo en cuenta la consideración de que para el crédito bancario sólo es deducible el valor de los intereses como gastos del período, mientras que para el leasing todos los pagos (interés y capital) son deducibles como gastos del período.

A continuación presentamos un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo del VPN y la TIR, utilizando el crédito bancario y el leasing:

	Crédito bancario	Leasing
(Términos corrientes)		
VPN del inversionista	\$16.351.395	\$ 18.550.121
TIR del inversionista	60.46% anual	65.05% anual

Se observa en los resultados que tanto el VPN y la TIR del inversionista, utilizando el leasing, aumentan con relación al financiamiento con el crédito bancario. Según estos resultados podemos afirmar que para el inversionista es más conveniente financiar los activos fijos mediante un contrato de leasing.

Ahora nos corresponde verificar, a través de un presupuesto de efectivo, si se genera el efectivo suficiente para pagar los cánones de arrendamiento sin afectar la liquidez del proyecto.

PRESUPUESTO DE EFECTIVO

7	DETALLE	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
8	ENTRADA DE EFECTIVO					
9	INGRESOS POR VENTAS	50.880.000	53.932.800	57.168.768	60.598.894	64.234.828
10	OTROS INGRESOS EN EFECTIVO	-	-	-	-	35.705.805
11	TOTAL ENTRADA DE EFECTIVO	50.880.000	53.932.800	57.168.768	60.598.894	99.940.633
12						
13	SALIDAS DE EFECTIVO					
14	GASTOS OPERACIONALES	3.180.000	3.370.800	3.573.048	3.787.431	4.014.677
15	COSTOS DE PRODUCCIÓN	25.440.000	26.966.400	28.584.384	30.299.447	32.117.414
16	PAGO DE IMPUESTOS	-	3.772.928	4.240.388	4.735.895	8.987.539
17	CANON DE ARRENDAMIENTO	11.480.206	11.480.206	11.480.206		
18	OPCION DE COMPRA			2.500.000		
19	OTROS EGRESOS EN EFECTIVO	-	-	-	-	-
20	TOTAL SALIDA EFECTIVO	40.100.206	45.590.334	50.378.026	38.822.773	45.119.630
21						
22	FLUJO NETO EFECTIVO	10.779.794	8.342.466	6.790.742	21.776.121	54.821.003
23	(+) EFECTIVO INICIAL	0	3.279.794	11.622.260	18.413.002	40.189.122
24	(-) EFECTIVO MINIMO	7.500.000				
25	EFECTIVO DISPONIBLE	3.279.794	11.622.260	18.413.002	40.189.122	95.010.126

Con un canon de arrendamiento anual de \$11.480.206, el proyecto es viable desde el punto de vista de la capacidad de pago. Para poder tomar una decisión sobre la mejor opción de financiamiento de activos fijos, asumamos, ahora, un valor del leasing de \$32.000.000 y calculemos el valor del canon de arrendamiento.

$$A = \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] \times [VP(1+i)^n - VC]$$

$$A = \left[\frac{0.0164}{(1+0.0164)^{36} - 1} \right] \times [32.000.000(1+0.0164)^{36} - 3.200.000]$$

$$A = \$1.118.101$$

En Excel:

= PAGO (tasa; nper; VA; VF, tipo)

= PAGO (1,64%; 36; 32.000.000; -3.200.000)

Como la evaluación financiera se hace para períodos anuales, es necesario calcular el valor del canon de arrendamiento anual equivalente a los 12 cánones mensuales de \$1.118.101.

$$F = 1.118.101 \left[\frac{(1 + 0.0164)^{12} - 1}{0.0164} \right] = \$14.694.664$$

En Excel:

= VF (tasa, nper; pago; VA; tipo)

= VF (1,64%; 12; -1.118.101; 0)

PRESUPUESTO DE EFECTIVO

7	DETALLE	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
8	ENTRADA DE EFECTIVO					
9	INGRESOS POR VENTAS	50.880.000	53.932.800	57.168.768	60.598.894	64.234.828
10	OTROS INGRESOS EN EFECTIVO	-	-	-	-	35.705.805
11	TOTAL ENTRADA DE EFECTIVO	50.880.000	53.932.800	57.168.768	60.598.894	99.940.633
12						
13	SALIDAS DE EFECTIVO					
14	GASTOS OPERACIONALES	3.180.000	3.370.800	3.573.048	3.787.431	4.014.677
15	COSTOS DE PRODUCCIÓN	25.440.000	26.966.400	28.584.384	30.299.447	32.117.414
16	PAGO DE IMPUESTOS	-	2.647.868	3.115.328	3.610.835	8.905.872
17	CANON DE ARRENDAMIENTO	14.694.664	14.694.664	14.694.664		
18	OPCION DE COMPRA			3.200.000		
19	OTROS EGRESOS EN EFECTIVO	-	-	-	-	-
20	TOTAL SALIDA EFECTIVO	43.314.664	47.679.732	53.167.424	37.697.713	45.037.963
21						
22	FLUJO NETO EFECTIVO	7.565.336	6.253.068	4.001.344	22.901.181	54.902.670
23	(+) EFECTIVO INICIAL	0	65.336	6.318.404	10.319.749	33.220.930
24	(-) EFECTIVO MINIMO	7.500.000				
25	EFECTIVO DISPONIBLE	65.336	6.318.404	10.319.749	33.220.930	88.123.600

Todavía con un canon de arrendamiento de \$14.694.664 el proyecto es viable desde el punto de vista de su capacidad de pago. Al analizar los resultados obtenidos en las evaluaciones, utilizando las fuentes de financiamiento de activos fijos más importantes en nuestro medio, como son el crédito bancario y el leasing, se logra apreciar aspectos relevantes en el proceso de la evaluación financiera de proyectos. En primer lugar, el efecto positivo sobre la rentabilidad que el inversionista obtiene sobre sus recursos al agregarle a la estructura financiera del proyecto una porción de fuente barata como es el crédito bancario y el leasing, lo que se conoce como **apalancamiento financiero**. Sin que lo anterior signifique que lo mejor sea financiar toda la inversión de un proyecto con pasivos, por el riesgo financiero que se asume ante la eventual imposibilidad del proyecto de generar los

suficientes flujos de efectivo para cubrir el servicio de la deuda⁵³, es incuestionable la ventaja, desde el punto de vista financiero, de diseñar para el proyecto una estructura financiera que contemple una mezcla de capital contable y pasivos. De otra parte, observamos que los valores del VPN y la TIR del inversionista aumentan cuando contrata el arrendamiento financiero (Leasing) en lugar del crédito bancario, además que el nivel de endeudamiento es mayor con leasing que con un crédito bancario.

6.15. Financiación de la vivienda en Colombia

De las decisiones de inversión que toma cualquier persona, una de las más importantes es la que corresponde a la adquisición de vivienda. En nuestro país hemos vivido tres ciclos en la financiación de la vivienda: antes, durante y después del sistema UPAC. Antes de que se implementara el sistema UPAC en el año 1972, los créditos de vivienda eran escasos y costosos y se hacían a través del Instituto de Crédito Territorial (ICT). A partir del año de 1972 se creó en Colombia el sistema de vivienda UPAC que tuvo vigencia hasta el año de 1999, bajo la concepción de que la persona que tuviera para pagar un arriendo tuviera para comprar su propia vivienda y su filosofía financiera fue la de la capitalización de intereses; el sistema UPAC tuvo vigencia de 27 años hasta cuando la Corte Constitucional lo declaró inexecutable a finales de 1999. El actual sistema, creado por la Ley 546 de 1999 y conocido popularmente como sistema UVR, comenzó a aplicarse en enero de 2000, teniendo como referente la Unidad de Valor Real (UVR) que es una unidad contable que refleja el poder adquisitivo de la moneda y se calcula con base exclusivamente en el IPC que suministra el DANE, por medio de una metodología definida por la Junta Directiva del Banco de la República.

El actual sistema de financiación de vivienda contempla 5 sistemas de amortización de créditos: dos de ellos en pesos y los tres restantes en unidades UVR.

1. Sistema de cuota fija en pesos
2. Sistema de cuota fija en UVR
3. Sistema de abono constante a capital en pesos
4. Sistema de abono constante a capital en UVR
5. Sistema de cuota fija anual en UVR, decreciente mensualmente en UVR, cíclica por año

⁵³ Los impuestos pagados, para construir el presupuesto de efectivo, se toman del flujo de caja del inversionista en términos corrientes, porque son los impuestos realmente pagados.

Créditos en pesos: Los dos sistemas de amortización en pesos tienen las siguientes características:

- El crédito se otorga en pesos y las cuotas mensuales se liquidan y pagan en pesos
- La tasa de interés permanece constante durante todo el plazo del crédito, que puede ir hasta los 30 años.
- No se contempla la capitalización de intereses lo que indica que las cuotas siempre serán de mayor valor al costo financiero, por lo tanto, desde el pago de la primera cuota habrá abono al capital.
- El valor del crédito se ajusta a la capacidad de pago del cliente. Mediante el decreto 145 de 2.000 la primera cuota del crédito no podrá representar más del treinta por ciento (30%) de los ingresos familiares

Créditos en UVR: Las principales características de los tres sistemas de amortización en UVR son:

- El crédito se otorga en una unidad contable denominada UVR (unidad de valor real), la cual se calcula con base en la inflación para cada día de un período mensual comprendido entre el día 16, inclusive, de un mes y el día 15, inclusive, del mes siguiente, mediante una metodología fijada por la junta directiva del Banco de la República.
- No se contempla la capitalización de intereses en UVR.
- El valor de las cuotas mensuales y del abono a capital se calculan en UVR.
- La tasa de interés sobre el valor del crédito en UVR permanece constante.
- El valor de la cuota en pesos resulta de multiplicar la cuota mensual en UVR por el valor de la UVR el día del pago de la cuota.

Con el propósito de que el lector se familiarice con los diferentes sistemas de amortización de créditos utilizados para financiar la vivienda en Colombia y tenga elementos de juicio en el momento de seleccionar una opción de crédito en pesos o en UVR, a continuación presentamos varios casos.

CASO 1: Un crédito de vivienda por \$100.000.000 a la UVR +12% con un plazo de 10 años para amortizarlo con cuotas mensuales fijas en UVR. El valor de la UVR el día del desembolso del crédito es de \$203.4324. Calcular el valor de las cuotas en UVR.

$$\text{Calculamos el valor del crédito en UVR: } P = \frac{100.000.000}{203.4324} = 491.563.78 \text{ UVR}$$

El valor del crédito es de 491.563.78 UVR a una tasa de interés del 12% efectiva anual (equivalente al 0.95% mensual) con un plazo de 120 meses.

Asumiendo una tasa de inflación del 3.0% anual podemos calcular el costo efectivo anual del crédito equivalente a una tasa de la UVR + 12% efectiva anual. Al expresarse la tasa del crédito en UVR mas una tasa remuneratoria, el efecto se traduce en aplicarle al valor del crédito en pesos la tasa de inflación y a éste valor reajustado por la inflación la tasa remuneratoria, dando como resultado la expresión:

$$TE = (1 + INFLACION) (1 + i) - 1$$

Siendo: i = Tasa remuneratoria TE = Costo efectivo del crédito

$$TEA = (1 + 0.03) (1 + 0.12) - 1 = 15.36\% \text{ efectiva anual}$$

Como el pago de las cuotas se hace con una periodicidad mensual, la tasa de interés aplicada para el cálculo de la cuota mensual debe estar expresada como efectiva mensual.

$$TEA = (1 + TEM)^{12} - 1 \quad TEM = (1 + TEA)^{1/12} - 1 \quad TEM = (1 + 0.1536)^{1/12} - 1 = 1.20\% \text{ mensual}$$

Se calcula la cuota mensual en pesos:

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = 100.000.000 \left[\frac{0.012(1+0.012)^{120}}{(1+0.012)^{120} - 1} \right] = \$1.576.804.81$$

Cada mes, durante 120 meses, el cliente pagará una cuota de \$1.576.804.81

Solución con la hoja de cálculo Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	100.000.000,00	1,20%						
2	NO	CUOTA	INTERES	ABONO	SALDO			
3	0				100.000.000,00			
4	1	100,00	1.200.000,00	- 1.199.900,00	101.199.900,00			
5	2	100,00	1.214.398,80	- 1.214.298,80	102.414.198,80			
6	3	100,00	1.228.970,39	- 1.228.870,39	103.643.069,19			
7	4	100,00	1.243.716,83	- 1.243.616,83	104.886.686,02			
8	5	100,00	1.258.640,23	- 1.258.540,23	106.145.226,25			
9	6	100,00	1.273.742,71	- 1.273.642,71	107.418.868,96			
10	7	100,00	1.289.026,43	- 1.288.926,43	108.707.795,39			
11	8	100,00	1.304.493,54	- 1.304.393,54	110.012.188,94			
12	9	100,00	1.320.146,27	- 1.320.046,27	111.332.235,20			
13	10	100,00	1.335.986,82	- 1.335.886,82	112.668.122,02			
14	11	100,00	1.352.017,46	- 1.351.917,46	114.020.039,49			
15	12	100,00	1.368.240,47	- 1.368.140,47	115.388.179,96			
16	13	100,00	1.384.658,16	- 1.384.558,16	116.772.738,12			

Buscar objetivo [?] [X]

Definir la celda: [F5]

Con el valor:

Para cambiar la celda: [F5]

Aceptar Cancelar

CASO 3: Un crédito de vivienda por \$100.000.000 a la UVR +12% con un plazo de 10 años para amortizarlo con cuotas mensuales en UVR, utilizando el sistema de abono

constante a capital. El valor de la UVR el día del desembolso del crédito es de \$203.4324. Calcular el valor de las cuotas en UVR.

$$\text{Calculamos el valor del crédito en UVR: } P = \frac{100.000.000}{203.4324} = 491.563,78 \text{ UVR}$$

El valor del crédito es de 491.563.78 UVR a una tasa de interés del 12% efectiva anual (equivalente al 0.95% mensual) con un plazo de 120 meses.

Este sistema tiene la característica que las cuotas son decrecientes mensualmente en UVR:

$$C_k = \frac{P}{n} + Pi \left[1 - \frac{(K - 1)}{n} \right]$$

$$C_1 = \frac{491.563,78}{120} + 491.563,78 \times 0,0095 \left[1 - \frac{(1 - 1)}{120} \right] = 8.766,22 \text{ UVR}$$

$$C_2 = \frac{491.563,78}{120} + 491.563,78 \times 0,0095 \left[1 - \frac{(2 - 1)}{120} \right] = 8.727,31 \text{ UVR}$$

Solución con la hoja de cálculo Excel

El abono a capital es constante cada mes y se calcula dividiendo el saldo de 491.563.78 UVR entre 120 cuotas. El interés del primer período es igual al saldo de 491.563.78 por la tasa de interés del 0.95% mensual y el valor de la cuota es igual al valor de los intereses más el abono a capital. El saldo al final de cada período es igual al saldo anterior menos el abono a capital.

	A	B	C	D	E
1	491.563,78	0,95%			
2	NO	CUOTA	INTERES	ABONO	SALDO
3	0				491.563,78
4	1	8.766,22	4.669,86	4.096,36	487.467,42
5	2	8.727,31	4.630,94	4.096,36	483.371,05
6	3	8.688,39	4.592,02	4.096,36	479.274,69
7	4	8.649,47	4.553,11	4.096,36	475.178,32
8	5	8.610,56	4.514,19	4.096,36	471.081,96
9	6	8.571,64	4.475,28	4.096,36	466.985,59
10	7	8.532,73	4.436,36	4.096,36	462.889,23
11	8	8.493,81	4.397,45	4.096,36	458.792,86
12	9	8.454,90	4.358,53	4.096,36	454.696,50
13	10	8.415,98	4.319,62	4.096,36	450.600,13
14	11	8.377,07	4.280,70	4.096,36	446.503,77
15	12	8.338,15	4.241,79	4.096,36	442.407,40
16	13	8.299,24	4.202,87	4.096,36	438.311,04

Continuación

	B108		f	=C108+D108	
	A	B	C	D	E
108	105	4.719,01	622,65	4.096,36	61.445,47
109	106	4.680,10	583,73	4.096,36	57.349,11
110	107	4.641,18	544,82	4.096,36	53.252,74
111	108	4.602,27	505,90	4.096,36	49.156,38
112	109	4.563,35	466,99	4.096,36	45.060,01
113	110	4.524,43	428,07	4.096,36	40.963,65
114	111	4.485,52	389,15	4.096,36	36.867,28
115	112	4.446,60	350,24	4.096,36	32.770,92
116	113	4.407,69	311,32	4.096,36	28.674,55
117	114	4.368,77	272,41	4.096,36	24.578,19
118	115	4.329,86	233,49	4.096,36	20.481,82
119	116	4.290,94	194,58	4.096,36	16.385,46
120	117	4.252,03	155,66	4.096,36	12.289,09
121	118	4.213,11	116,75	4.096,36	8.192,73
122	119	4.174,20	77,83	4.096,36	4.096,36
123	120	4.135,28	38,92	4.096,36	0,00

Al analizar la tabla de amortización, se observa que las cuotas son decrecientes en 38.91 UVR cada mes.

CASO 4: Un crédito de vivienda por \$100.000.000 a una tasa de interés del 15.36% efectiva anual, con un plazo de 10 años para amortizarlo con cuotas mensuales en pesos, utilizando el sistema de abono constante a capital. Calcular el valor de las cuotas.

Como el pago de las cuotas se hace con una periodicidad mensual, la tasa de interés aplicada para el cálculo de la cuota mensual debe estar expresada como efectiva mensual.

$$TEA = (1+TEM)^{12}-1 \quad TEM = (1+TEA)^{1/12}-1 \quad TEM = (1+0.1536)^{1/12}-1 = 1.20\% \text{ mensual}$$

Este sistema tiene la característica que las cuotas son decrecientes mensualmente en pesos.

$$C_k = \frac{P}{n} + Pj \left[1 - \frac{(K-1)}{n} \right]$$

$$C_1 = \frac{100.000.000}{120} + 100.000.000 \times 0.0120 \left[1 - \frac{(1-1)}{120} \right] = \$2.033.333.33$$

$$C_2 = \frac{100.000.000}{120} + 100.000.000 \times 0.0120 \left[1 - \frac{(2-1)}{120} \right] = \$2.023.333.33$$

Solución con la hoja de cálculo Excel

El abono a capital es constante, igual al valor del crédito de \$100.000.000 entre 120 cuotas. El interés es igual al saldo de \$100.000.000 multiplicado por la tasa de interés del 1.20% mensual y el valor de la cuota es igual al valor de los intereses más el abono a capital. El saldo al final de cada período es igual al saldo anterior menos el abono a capital.

B4		fx		=C4+D4	
	A	B	C	D	E
1	100.000.000,00	1,20%			
2	NO	CUOTA	INTERES	ABONO	SALDO
3	0				100.000.000,00
4	1	2.033.333,33	1.200.000,00	833.333,33	99.166.666,67
5	2	2.023.333,33	1.190.000,00	833.333,33	98.333.333,33
6	3	2.013.333,33	1.180.000,00	833.333,33	97.500.000,00
7	4	2.003.333,33	1.170.000,00	833.333,33	96.666.666,67
8	5	1.993.333,33	1.160.000,00	833.333,33	95.833.333,33
9	6	1.983.333,33	1.150.000,00	833.333,33	95.000.000,00
10	7	1.973.333,33	1.140.000,00	833.333,33	94.166.666,67
11	8	1.963.333,33	1.130.000,00	833.333,33	93.333.333,33
12	9	1.953.333,33	1.120.000,00	833.333,33	92.500.000,00
13	10	1.943.333,33	1.110.000,00	833.333,33	91.666.666,67
14	11	1.933.333,33	1.100.000,00	833.333,33	90.833.333,33
15	12	1.923.333,33	1.090.000,00	833.333,33	90.000.000,00
16	13	1.913.333,33	1.080.000,00	833.333,33	89.166.666,67

B4		fx		=C4+D4	
	A	B	C	D	E
108	105	993.333,33	160.000,00	833.333,33	12.500.000,00
109	106	983.333,33	150.000,00	833.333,33	11.666.666,67
110	107	973.333,33	140.000,00	833.333,33	10.833.333,33
111	108	963.333,33	130.000,00	833.333,33	10.000.000,00
112	109	953.333,33	120.000,00	833.333,33	9.166.666,67
113	110	943.333,33	110.000,00	833.333,33	8.333.333,33
114	111	933.333,33	100.000,00	833.333,33	7.500.000,00
115	112	923.333,33	90.000,00	833.333,33	6.666.666,67
116	113	913.333,33	80.000,00	833.333,33	5.833.333,33
117	114	903.333,33	70.000,00	833.333,33	5.000.000,00
118	115	893.333,33	60.000,00	833.333,33	4.166.666,67
119	116	883.333,33	50.000,00	833.333,33	3.333.333,33
120	117	873.333,33	40.000,00	833.333,33	2.500.000,00
121	118	863.333,33	30.000,00	833.333,33	1.666.666,67
122	119	853.333,33	20.000,00	833.333,33	833.333,33
123	120	843.333,33	10.000,00	833.333,33	0,00

Al analizar la tabla de amortización del crédito, se observa que las cuotas decrecen mensualmente en \$10.000.

Comparación entre los sistemas de amortización

Asumiendo un valor de la UVR de \$203.4324, que fue el valor tomado para hacer el cálculo de la cuota en UVR del caso 1, podemos hacer el siguiente resumen:

CASO 1: CUOTA FIJA EN UVR: Primera cuota = $6.883.07 \text{ UVR} \times \$203.4324 = \$1.390.067.82$

CASO 2: CUOTA FIJA EN PESOS: Primera cuota = \$1.576.804.81

CASO 3: CUOTA DECRECIENTE EN UVR: Primera cuota = $8.766.22 \text{ UVR} \times \$203.4324 = \$1.783.333.17$

CASO 4: CUOTA DECRECIENTE EN PESOS: Primera cuota en pesos = \$2.033.333.33

Al hacer el análisis con base en el valor de la primera cuota aparentemente los 4 sistemas de amortización tienen costos diferentes, sí tenemos en cuenta que el valor de la cuota es directamente proporcional a la tasa de interés. El costo de un crédito lo define la tasa de interés y no la forma como se amortice el capital prestado, si se utiliza la misma unidad de pago (pesos o UVR). Al inicio del crédito, los 4 sistemas de amortización son equivalentes por serlo sus tasas de interés. Se ha tomado una tasa de la UVR + 12% para los créditos en UVR y una tasa equivalente del 15.36% efectiva anual para los créditos en pesos, con una inflación del 3.0% anual.

Para elegir una opción de crédito en pesos o en UVR se debe tener en cuenta diferentes aspectos, entre otros, la capacidad de pago y el nivel de aversión al riesgo. En los créditos en UVR las cuotas en pesos tienen un comportamiento variable, debido a que el valor de la UVR está ligado a la inflación mensual y ésta no es constante. En los créditos en pesos el usuario conoce el valor de la cuota mensual durante todo el plazo del crédito.

6.16. Otros casos prácticos de evaluación financiera de proyectos

CASO PRÁCTICO 4

A un inversionista, que acostumbra realizar inversiones siempre que obtenga una rentabilidad mínima del 20% anual, le ofrecen en venta un negocio que se encuentra en funcionamiento dedicado a la fabricación de sillas para ejecutivos. Un estudio de valoración del negocio contratado por el actual propietario, definió su valor en \$70.000.000. El inversionista decide realizar una evaluación financiera con base en la información histórica aportada por el propietario, para tomar la decisión de comprar o no el negocio.

DATOS HISTÓRICOS SOBRE VENTAS

Año	Cantidad	Año	Cantidad
2004	180	2008	205
2005	192	2009	215
2006	197	2010	210
2007	200	2011	216

Los costos actuales de producción por unidad, utilizando el sistema de costeo variable, están discriminados así:

Producción estimada	Material directo	Mano de obra directa	Gastos de fabricación	CUV
200 unidades	\$18.000.000	\$8.000.000	\$4.000.000	\$150.000

Por cada unidad vendida se obtiene una utilidad del 80% sobre el costo unitario total (cuando se utiliza el sistema de costeo variable, el costo unitario total es igual al costo unitario variable). Los equipos de producción se compraron por un valor de \$50.000.000 con una vida útil de 10 años, se deprecian en línea recta y ya han sido depreciados en \$15.000.000. Los equipos de oficina ya están depreciados y, por lo tanto, su valor en libros es cero y no se espera venderlos por ningún valor. Los gastos operacionales son de \$1.800.000 anuales. Se espera un incremento del 3.0% en todos los gastos y costos, que corresponde a la inflación anual promedio estimada para los próximos 5 años. El valor de rescate es igual al valor en libros de los activos fijos al final del horizonte de evaluación que se define en 5 años, sin tener en cuenta la recuperación del capital de trabajo. ¿Si la tasa de impuestos es del 35%, qué decisión debe tomar el inversionista?

Solución

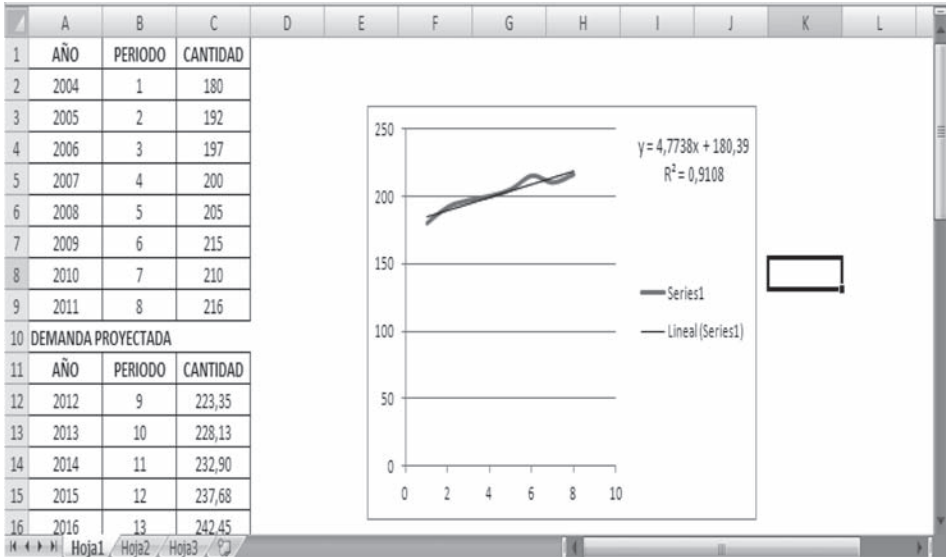
En primer lugar se requiere hacer las proyecciones de las ventas para los próximos 5 años, que corresponde al horizonte de evaluación del proyecto. La forma más simple de hacerlas consiste en apoyarse en la hoja de cálculo Excel y aplicando el método de la línea de ajuste a un gráfico de dispersión desarrollado en el capítulo 3, ejemplo 3.2, se diseña la ecuación de la línea de ajuste.

Se construye en la hoja de cálculo Excel la estructura de la tabla 1:

	A	B	C
1	Año	Período	Cantidad
2	2004	1	180
3	2005	2	192
4	2006	3	197
5	2007	4	200
6	2008	5	205
7	2009	6	215
8	2010	7	210
9	2011	8	216

Tabla 1

1. Marcamos el rango B2:C9
2. Hacemos clic en Insertar
3. Hacemos clic en Dispersión
4. Hacemos doble clic en el tipo de gráfico 3 y Excel dibuja el gráfico de dispersión
5. Hacemos clic en cualquier punto del gráfico y con el botón derecho hacemos nuevamente clic en agregar línea de tendencia
6. En opciones de líneas de tendencia hacemos clic en Lineal, clic en presentar ecuación en el gráfico y en presentar el valor de R^2 en el gráfico y oprimimos aceptar
7. Excel diseña la ecuación lineal de ajuste, que para este caso es: $Y = 4,7738X + 180,39$, siendo Y = ventas y X = el número de períodos. Excel también calcula R^2 que corresponde al coeficiente de variación. Para conocer que tan bien están correlacionadas las variables calculamos el coeficiente de correlación (R), conocido R^2 y obtenemos un valor de 0.9544, mayor que 0.95, por lo tanto, la ecuación de ajuste es válida para hacer las proyecciones. En caso de encontrar un valor de R menor a 0.95 es necesario buscar otras curvas de tendencias.



Para hacer las proyecciones de ventas desde el año 2012 hasta el año 2016 aplicamos la ecuación $Y = 4.7738X + 180.39$, en la que Y corresponde al número de sillas que se espera vender cada año y X corresponde al número de períodos. Las ventas proyectadas para cada año (formateada la celda para que aparezca sin decimales, porque el número de sillas no puede tener fracción) multiplicadas por el precio de venta unitario (PVU) y por el costo unitario total (CUT), nos dará como resultado el valor de los ingresos y de los costos de producción respectivamente para cada año de evaluación.

Año	Período	Ventas proyectadas	Costo unitario total	Precio venta unitario	Costos de producción	Ingresos por ventas
2012	9	223	\$150.000	\$270.000	\$33.450.000	\$60.210.000
2013	10	228	\$154.500	\$278.100	\$35.226.000	\$63.406.800
2014	11	233	\$159.135	\$286.443	\$37.078.456	\$66.741.219
2015	12	238	\$163.909	\$295.036	\$39.010.354	\$70.218.568
2016	13	242	\$168.826	\$303.887	\$40.855.970	\$73.540.654

*En la tabla se trabajó con valores redondeados.

Cálculo de la inversión inicial

La inversión inicial para el potencial comprador del negocio es de \$70.000.000.

Cálculo de la depreciación

Al depreciarse los equipos de producción por el método de la línea recta, el cargo por depreciación anual es de \$5.000.000 que resulta de dividir \$50.000.000 (valor histórico de los equipos) entre 10 años de vida útil. La depreciación acumulada de \$15.000.000 significa que de los \$50.000.000 ya han sido depreciados \$15.000.000 y que ya los equipos han prestado servicios durante 3 años. Los equipos de oficina por estar totalmente depreciados no tienen valor en libros, por lo que su valor contable es cero.

No obstante realizar las proyecciones de ingresos y gastos a precios corrientes, de esta consideración se escapa el cargo por depreciación anual porque en nuestra legislación tributaria no existen los ajustes por inflación y el fisco solo acepta deducir como gasto contable el valor de la depreciación calculado sobre el valor histórico.

Cálculo del valor de rescate

El valor de rescate del proyecto es de \$10.000.000 correspondiente al valor en libros de los activos fijos. Al momento de ofrecer en venta el negocio ya los equipos de producción estaban depreciados en \$15.000.000 que sumados a los \$25.000.000 por cargo de depreciación durante los 5 años del período de evaluación darían como resultado un valor de \$40.000.000, correspondientes a 8 años de depreciación. Dada una vida útil de 10 años quedarían pendientes 2 años para que los equipos se deprecien totalmente.

$$VR = \text{Valor histórico} - \text{Depreciación acumulada}$$

$$VR = \$50.000.000 - \$40.000.000 = \$10.000.000$$

Cuando se utiliza el método contable (o método de activos) para calcular el valor de rescate de un proyecto, se debe considerar el capital de trabajo como cualquier otro activo que se recupera al final del horizonte de evaluación del proyecto. En la formulación de este ejercicio hemos supuesto que no hay recuperación del capital de trabajo, por lo tanto, no tendremos en cuenta este ingreso.

Cálculo de los gastos operacionales

Los gastos operacionales actuales son de \$1.800.000 y como se estima un incremento anual equivalente a la inflación proyectada del 3.0% para los próximos 5 años, se le aplica el efecto inflacionario para cada año.

*Se trabaja con valores redondeados, máxime que se trata de valores proyectados:

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Gastos operacionales	\$1.800.000	\$1.854.000	\$1.909.620	\$1.966.909	\$2.025.916

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO
Precios corrientes

10	ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
11	VENTAS		60.209.999	63.406.799	66.741.218	70.218.636	73.540.745	
12	OTROS INGRESOS GRAVABLES							
13	GASTOS OPERACIONALES		1.800.000	1.854.000	1.909.620	1.966.909	2.025.916	
14	COSTOS DE PRODUCCION		33.450.000	35.226.000	37.078.456	39.010.354	40.855.970	
15	OTROS EGRESOS DEDUCIBLES							
16	DEPRECIACION		5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000	
17	UAI		19.959.999	21.326.799	22.753.143	24.241.373	25.658.859	
18	IMPUESTOS CAUSADOS		6.986.000	7.464.380	7.963.600	8.484.481	8.980.601	
19	IMPUESTOS PAGADOS			6.986.000	7.464.380	7.963.600	8.484.481	8.980.601
20	DEPRECIACION		5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000	
21	VALOR DE RESCATE						10.000.000	
22	OTROS INGRESOS NO GRAVABLES							
23	OTROS EGRESOS NO DEDUCIBLES							
24	FLUJO NETO DE EFECTIVO	-70.000.000	24.959.999	19.340.799	20.288.763	21.277.773	32.174.378	-8.980.601
25	VALOR DEL VPN	-3.843.860	SE RECHAZA EL PROYECTO					
26	VALOR DE LA TIR	17,42%	SE RECHAZA EL PROYECTO					

Con una tasa de descuento del 20% anual (tasa de oportunidad del inversionista) se obtiene un VPN de \$-3.843.860 y una TIR del 17.42%, menor que la tasa de oportunidad del inversionista, por lo tanto, la inversión debe ser rechazada porque no satisface las expectativas de rentabilidad del inversionista.

CASO PRÁCTICO 5

Al inversionista del caso práctico 4, por razones estratégicas, le interesa comprar el negocio y sabe que un factor determinante en la decisión de aceptar o rechazar un proyecto es el costo de la inversión. No está dispuesto a reducir sus expectativas de rendimiento sobre sus aportes, pero tiene la posibilidad de conseguir un crédito bancario por un valor de \$35.000.000 con un plazo de 5 años a una tasa de interés del 12% efectiva anual, pagadero con 5 cuotas anuales iguales. Calcular:

- a) Rentabilidad del negocio
- b) Rentabilidad del inversionista

FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA
Precios Corrientes

22	ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
23	VENTAS		60.209.999	63.406.799	66.741.218	70.218.636	73.540.745	
24	OTROS INGRESOS GRAVABLES		-	-	-	-	-	
25	GASTOS OPERACIONALES		1.800.000	1.854.000	1.909.620	1.966.909	2.025.916	
26	COSTOS DE PRODUCCION		33.450.000	35.226.000	37.078.456	39.010.354	40.855.970	
27	OTROS EGRESOS DEDUCIBLES		-	-	-	-	-	
28	DEPRECIACION		5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000	
29	INTERESES		4.200.000	3.538.879	2.798.424	1.969.114	1.040.286	
30	UAI		15.759.999	17.787.920	19.954.719	22.272.260	24.618.572	
31	IMPUESTOS CAUSADOS		5.516.000	6.225.772	6.984.152	7.795.291	8.616.500	
32	IMPUESTOS PAGADOS			5.516.000	6.225.772	6.984.152	7.795.291	8.616.500
33	ABONO A CAPITAL		5.509.341	6.170.461	6.910.917	7.740.227	8.669.054	
34	DEPRECIACION		5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000	
35	VALOR DE RESCATE						10.000.000	
36	OTROS INGRESOS NO GRAVABLES							
37	OTROS EGRESOS NO DEDUCIBLES							
38	FLUJO NETO DE EFECTIVO	-35.000.000	15.250.658	11.101.459	11.818.030	12.547.881	23.154.227	-8.616.500
39	VALOR DEL VPN	\$ 4.728.137	SE ACEPTA EL PROYECTO					
40	VALOR DE LA TIR	26,17%	SE ACEPTA EL PROYECTO					

Aparentemente la TIR del proyecto aumentó del 17.42% anual (ver caso práctico 4) al 26.17% anual por el efecto del apalancamiento financiero, pero resulta peligroso confundir la rentabilidad del proyecto que es del 17.42% anual con la rentabilidad del inversionista que es del 26.17% anual. La evaluación financiera de este negocio (ver caso práctico 4) arroja como resultado que la rentabilidad del proyecto no es atractiva (TIR del proyecto del 17.42% anual menor que la tasa de oportunidad del inversionista del 20% anual), pero la rentabilidad de los recursos propios si lo es (TIR del inversionista del 26.17% mayor que la tasa de oportunidad del inversionista del 20% anual).

- c) Para analizar la rentabilidad del proyecto con financiamiento, es necesario calcular el costo de capital, debido a que la inversión inicial va a ser financiada con dos fuentes de financiamiento con costos diferentes.

El costo del crédito después de impuestos es:

$$K_d = i(1 - \text{IMPUESTOS}) = 0.12(1 - 0.35) = 7.80\% \text{ EA}$$

COSTO DE CAPITAL

Fuente	Monto	CDI	% Participación	C.P.P
Inversionista	\$35.000.000	20.00%	50%	0.1000
Crédito	\$35.000.000	7.80%	50%	0.0390
Costo de capital				13.90%

El costo de capital es del 13.90% anual, que representa el costo de la inversión (tasa de descuento) y se constituye en la rentabilidad mínima exigida al proyecto de inversión.

La estructura del flujo de caja sin financiamiento (o proyecto puro) y con financiamiento es igual. Se presenta una diferencia en el tratamiento que se le da a cada uno de ellos al calcular el VPN debido a que el costo de la inversión (tasa de descuento) es diferente y el VPN es dependiente de esta tasa. Cuando la inversión se cubre con recursos propios la tasa de descuento es la tasa de oportunidad del inversionista, mientras que si es financiada con diferentes fuentes con costos diferentes, como en el caso que nos ocupa, la tasa de descuento es el costo promedio ponderado o costo de capital.

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO CON FINANCIAMIENTO

Precios corrientes

21	ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
22	VENTAS		60.209.999	63.406.799	66.741.218	70.218.636	73.540.745	
23	OTROS INGRESOS GRAVABLES		-	-	-	-	-	
24	GASTOS OPERACIONALES		1.800.000	1.854.000	1.909.620	1.966.909	2.025.916	
25	COSTOS DE PRODUCCION		33.450.000	35.226.000	37.078.456	39.010.354	40.855.970	
26	OTROS EGRESOS DEDUCIBLES		-	-	-	-	-	
27	DEPRECIACION		5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000	
28	UAI		19.959.999	21.326.799	22.753.143	24.241.373	25.658.859	
29	IMPUESTOS CAUSADOS		6.986.000	7.464.380	7.963.600	8.484.481	8.980.601	
30	IMPUESTOS PAGADOS			6.986.000	7.464.380	7.963.600	8.484.481	8.980.601
31	DEPRECIACION		5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000	
32	VALOR DE RESCATE						10.000.000	
33	OTROS INGRESOS NO GRAVABLES							
34	OTROS EGRESOS NO DEDUCIBLES							
35	FLUJO NETO DE EFECTIVO	-70.000.000	24.959.999	19.340.799	20.288.763	21.277.773	32.174.378	-8.980.601
36	VALOR DEL VPN	5.865.916	SE ACEPTA EL PROYECTO					
37	VALOR DE LA TIR	17,42%	SE ACEPTA EL PROYECTO					

Con una tasa de descuento del 13.90% anual (costo de capital) se obtiene un VPN de \$5.865.916. La TIR sigue siendo del 17.42% anual, debido a que por ser una característica propia del proyecto, su valor no cambia por el efecto del apalancamiento financiero, es decir, la rentabilidad total del proyecto, medida por la TIR, es indiferente de la forma como se financie la inversión inicial. Lo que si cambia es la decisión de aceptar o rechazar un proyecto cuando cambia el costo de la inversión. En este caso como la TIR del 17.42% anual es mayor que el costo de la inversión (costo de capital) del 13.90% anual, el proyecto se debe aceptar. El VPN es igual a \$5.865.916, mayor que cero, por lo tanto el proyecto se debe aceptar.

La financiación (Serrano, 2010) puede hacer atractiva la inversión en proyectos que por sí solos no lo son, o lo que es lo mismo, una buena financiación puede mejorar una inversión mala. Este proyecto no es rentable *per se*, pero el inversionista lo vuelve rentable para sí por medio del apalancamiento financiero.

En general, no se deben utilizar fuentes de financiamiento baratas, para justificar e implementar proyectos que no tienen por sí solos la rentabilidad adecuada

d) Con los cálculos realizados hasta aquí hemos podido llegar a dos conclusiones importantes:

1. El proyecto en sí no es rentable
2. La financiación externa, por el efecto del apalancamiento financiero, hace rentable para el inversionista un proyecto malo en sí, es decir, **una buena financiación puede mejorar una mala inversión**. Esto lo observamos a analizar los resultados de la evaluación financiera del proyecto con financiamiento, que nos arrojó un valor del VPN de \$5.865.916 y sin financiamiento un VPN de \$-3.843.860, lo que indica que este proyecto sin financiamiento no es rentable y con financiamiento sí lo es.

Ahora corresponde construir un presupuesto de efectivo para verificar la capacidad de pago del proyecto. Este aspecto es importante por cuanto un proyecto puede ser rentable y no tener capacidad de pago y lo que se requiere, sobre todo cuando se acude al financiamiento externo a través de créditos bancarios, es que el proyecto genere efectivo para cumplir con los compromisos ciertos y fijos de los pagos periódicos que amortizan el crédito.

PRESUPUESTO DE EFECTIVO

7	DETALLE	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
8	ENTRADA DE EFECTIVO					
9	Ingresos por ventas	60.209.999	63.406.799	66.741.218	70.218.636	73.540.745
10	Otros ingresos en efectivo	-	-	-	-	-
11	TOTAL ENTRADA DE EFECTIVO	60.209.999	63.406.799	66.741.218	70.218.636	73.540.745
12						
13	SALIDAS DE EFECTIVO					
14	Gastos operacionales	1.800.000	1.854.000	1.909.620	1.966.909	2.025.916
15	Costos de producción	33.450.000	35.226.000	37.078.456	39.010.354	40.855.970
16	Pago de impuestos	0	5.516.000	6.225.772	6.984.152	7.795.291
17	Pago de intereses y capital	9.709.341	9.709.341	9.709.341	9.709.341	9.709.341
18	Otros egresos en efectivo	-	-	-	-	-
19	TOTAL SALIDA EFECTIVO	44.959.341	52.305.341	54.923.188	57.670.755	60.386.518
20	FLUJO NETO EFECTIVO	15.250.658	11.101.459	11.818.030	12.547.881	13.154.227
21	(+) EFECTIVO INICIAL	0	13.250.658	24.352.117	36.170.147	48.718.028
22	(-) EFECTIVO MINIMO	2.000.000				
23	EFECTIVO DISPONIBLE	13.250.658	24.352.117	36.170.147	48.718.028	61.872.256

*El efectivo mínimo (ver fila 22) es un valor asumido en forma arbitraria y corresponde a lo que las empresas deben tener en caja permanentemente para efectos operacionales, colchón de seguridad y efectos especulativos.

Según los resultados obtenidos en la fila **efectivo disponible** (ver fila 23) observamos que el proyecto genera el efectivo suficiente para cumplir con el compromiso de la deuda. Por el efecto del apalancamiento financiero este proyecto malo en sí ahora muestra ser rentable y viable desde su capacidad de pago.

CASO PRÁCTICO 6

Un inversionista está estudiando la conveniencia de construir una planta para la fabricación de pañales desechables con una inversión inicial de \$80.000.000, de los cuales \$20.000.000 corresponden al valor del terreno, \$40.000.000 al valor de la planta, \$8.000.000 al capital de trabajo y \$12.000.000 a gastos preoperativos (licencias, permisos, gastos de constitución, comisiones y, en general, todos los gastos en que se incurre antes de que el proyecto entre en operación). La planta tiene una vida útil de 10 años y se deprecia en línea recta. Según el estudio de mercado, por el cual el inversionista pagó \$15.000.000, se estima que el volumen de ventas será de 100.000 unidades durante el primer año con un incremento del 4% anual. El incremento en ventas no requiere de una ampliación de la planta. El precio de venta unitario es de \$890 y el costo unitario total es de \$650, valores que sufren cada año un incremento igual a la inflación que se estima en el 4% anual para los próximos 5 años. Se prevé que la planta puede venderse al final del año 5 en \$22.000.000, que el capital de trabajo inicial se recupera en un 100% y que las

inversiones adicionales en capital de trabajo no se recuperan. Los gastos operacionales se estiman en \$3.000.000 con un incremento del 3% anual y la tasa de tributación es del 35%. Con un horizonte de evaluación de 5 años, calcular:

- Rentabilidad del proyecto en sí con una tasa de oportunidad del inversionista del 15% efectiva anual.
- Rentabilidad del proyecto si los terrenos son de propiedad del inversionista, los cuales podrían arrendarse durante 5 años con un pago único en el primer año por \$10.000.000.
- Rentabilidad del inversionista si el capital de trabajo se financia con un crédito a 3 años a una tasa del 18% efectivo anual con el pago de cuotas anuales iguales.

Solución

- Para calcular la rentabilidad del proyecto en sí, es decir, considerando que toda la inversión inicial se cubre con recursos del inversionista, se requiere calcular los flujos netos de efectivo que al confrontarlos con la inversión inicial arrojan como resultado los valores del VPN y la TIR, utilizando como tasa de descuento la tasa de oportunidad del inversionista.

Cálculo de la inversión inicial

(+) Terrenos	\$20.000.000 (activo fijo no depreciable)
(+) Planta	\$40.000.000 (activo fijo)
(+) Gastos preoperativos	\$12.000.000 (activo diferido)
(+) Capital de trabajo	\$8.000.000
(-) Estudio de mercado	\$15.000.000 (Costo muerto)
Total Inversión inicial	\$80.000.000

Se presenta una controversia en el sentido de considerar los gastos preoperativos como un costo muerto para el proyecto y, en consecuencia, no se deberían considerar como inversión inicial. Según nuestro criterio y si por definición un costo muerto es un costo realizado en el pasado, irrecuperable así se decida no invertir en el proyecto de inversión, se incurre en gastos preoperativos solamente si se toma la decisión de invertir en el proyecto y, por lo tanto, son gastos relevantes que si deben considerarse como inversión inicial y se recuperan mediante el mecanismo fiscal de la amortización.

Cálculo de la depreciación de activos fijos y amortización de activos diferidos

La planta se deprecia en línea recta con una vida útil de 10 años.

$$\text{Depreciación anual} = \frac{40.000.000}{10} = \$4.000.000$$

Los gastos preoperativos se amortizan en línea recta en un periodo de 10 años.

$$\text{Amortización anual} = \frac{12.000.000}{10} = \$1.200.000$$

La depreciación y la amortización tienen la misma connotación financiera, tanto es así que en el Estado de Resultados aparecen en el mismo renglón. La inversión en activos fijos se recupera mediante la depreciación y la que se hace en activos diferidos se recupera mediante la amortización.

El costo del estudio de mercado es un costo muerto o irrelevante, por lo tanto, no se registra como inversión inicial pero si debe considerarse en el flujo de caja del proyecto la cuota anual de amortización, ya que el beneficio tributario solo se recibe si el proyecto se lleva a cabo.

$$\text{Amortización estudio de mercado} = \frac{15.000.000}{10} = \$1.500.000$$

Total cargo anual por depreciación y amortización = \$6.700.000

Ingresos por venta del producto y costos de producción

Año	0	1	2	3	4	5
Ventas		100.000	104.000	108.160	112.486	116.986
PUV	\$890.00	\$ 925.60	\$962.62	\$ 1.001.13	\$ 1.041.17	\$ 1.082.82
CUV	\$650.00	\$ 676.00	\$703.04	\$ 731.16	\$ 760.41	\$ 790.82
Ingresos		\$92.560.000	\$100.112.896	\$108.282.108	\$117.117.928	\$26.674.780
Costos prod.		\$ 67.600.000	\$73.116.160	\$79.082.439	\$ 85.535.566	\$ 92.515.268

Se trabaja con valores redondeados, máxime que se trata de valores proyectados

Inversión en capital de trabajo

El incremento dado en el capital de trabajo por el efecto inflacionario debe ser financiado con el propio flujo de efectivo que genera el proyecto. Solamente hay que realizar inver-

siones adicionales en este rubro cuando se produce un aumento real en las ventas y/o producción, como en este caso en el cual se estima que las ventas se incrementarán en un 4% anual.

INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO

Año	C.T.	INV. C.T.
0	8.000.000	8.000.000
1	8.320.000	320.000
2	8.652.800	332.800
3	8.998.912	346.112
4	9.358.868	359.956
5	9.733.223	374.355

La inversión en capital de trabajo para cada año de evaluación corresponde al incremento del 4% sobre la inversión del año anterior y se registra en el flujo de caja como un egreso no deducible.

Cálculo del valor de rescate. El valor de rescate es el valor en libros de los activos fijos y activos diferidos más la recuperación en capital de trabajo.

Valor en libros planta = Costo histórico – depreciación acumulada

Valor en libros planta = \$40.000.000 – \$20.000.000 = \$20.000.000

Valor en libros gastos preoperativos = Costo histórico – depreciación acumulada

Valor en libros gastos preoperativos = \$12.000.000 – \$6.000.000

Valor en libros gastos preoperativos = \$6.000.000

Se prevé vender la planta al final del año 5 en \$22.000.000, valor superior a su valor en libros, por lo tanto, hay una ganancia ocasional de \$2.000.000 que genera un pago de impuestos.

Valor de rescate	Valor en libros	Ganancia ocasional	*Valor de los impuestos	Valor de rescate después de impuestos
\$22.000.000	\$20.000.000	\$2.000.000	\$700.000	\$21.300.000

Por lo expresado en el acápite anterior, el valor de recuperación del capital de trabajo se ve afectado por el efecto inflacionario en forma nominal, no en forma real, si no hay incremento real en las ventas al hacer proyecciones a precios corrientes. Supóngase que la inversión inicial en capital de trabajo en el periodo cero es de \$1.0 y que no existe aumento real en las ventas. Debido al aumento de precios, por el efecto inflacionario, para mantener la misma inversión en capital de trabajo se requiere de mayores recursos cada período, de tal forma que si la inflación es del 1.0% anual los precios aumentan en este porcentaje y el capital de trabajo al final del año 5 es igual a \$1.05.

$$\text{Capital de trabajo} = \$1.0(1 + 0.01)^5 = \$1.05$$

Esto indica que si el capital de trabajo invertido en el periodo cero es de \$1 y si al final del año 5 se recupera en un 100%, se recibirá \$1.05. Este incremento nominal en el capital de trabajo es cubierto en su totalidad por los flujos de caja que libera el proyecto, porque si bien es cierto que cada día es necesario sacar más dinero para mantener el mismo capital de trabajo, también cada día se recibe un mayor ingreso por ventas del bien o servicio.

En el flujo de caja del proyecto se registra como ingreso no gravable el valor en libros de la planta, el valor en libros de los gastos preoperativos y el capital de trabajo (afectado por la inflación). El enunciado del ejercicio establece que las inversiones adicionales que se hacen cada año en capital de trabajo no se recuperan, por lo tanto, no se tienen en cuenta en este cálculo. La ganancia ocasional se registra como ingreso gravable.

$$\text{Recuperación del capital de trabajo} = \$8.000.000(1 + 0.04)^5 = \$9.733.223$$

Valor total ingresos no gravables = Valor en libros planta + Valor en libros gastos preoperativos + Recuperación del capital de trabajo

$$\text{Valor total ingresos no gravables} = \$20.000.000 + \$6.000.000 + \$9.733.223$$

$$\text{Valor total ingresos no gravables} = \$35.733.223$$

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO Precios corrientes

10	ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
11	VENTAS		92.560.000	100.112.896	108.282.108	117.117.928	126.674.751	
12	OTROS INGRESOS GRAVABLES						2.000.000	
13	GASTOS OPERACIONALES		3.090.000	3.182.700	3.278.181	3.376.526	3.477.822	
14	COSTOS DE PRODUCCION		67.600.000	73.116.160	79.082.439	85.535.566	92.515.268	
15	OTROS EGRESOS DEDUCIBLES							
16	DEPRECIACION		6.700.000	6.700.000	6.700.000	6.700.000	6.700.000	
17	UAI		15.170.000	17.114.036	19.221.489	21.505.836	25.981.661	
18	IMPUESTOS CAUSADOS		5.309.500	5.989.913	6.727.521	7.527.043	9.093.581	
19	IMPUESTOS PAGADOS			5.309.500	5.989.913	6.727.521	7.527.043	9.093.581
20	DEPRECIACION		6.700.000	6.700.000	6.700.000	6.700.000	6.700.000	
21	VALOR DE RESCATE						35.733.223	
22	OTROS INGRESOS NO GRAVABLES							
23	OTROS EGRESOS NO DEDUCIBLES		320.000	332.800	346.112	359.956	374.355	
24	FLUJO NETO DE EFECTIVO	-80.000.000	21.550.000	18.171.736	19.585.464	21.118.359	60.513.487	-9.093.581
25	VALOR DEL VPN	3,586.316	SE ACEPTA EL PROYECTO					
26	VALOR DE LA TIR	16,64%	SE ACEPTA EL PROYECTO					

Con una tasa de descuento del 15% anual el VPN es igual a \$3.586.316, mayor que cero, y la TIR es del 16.64% anual mayor que la tasa de descuento, por lo tanto, el proyecto se debe aceptar.

- b) Para calcular la rentabilidad del proyecto asumiendo que los terrenos son de propiedad del inversionista, en el flujo de caja del proyecto, en el periodo cero, se descuenta el valor de los terrenos quedando una inversión inicial de \$60.000.000 y se registra el valor del arriendo único por \$10.000.000 en el año 1 como costo de oportunidad.

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO
Precios corrientes

8	ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
9	VENTAS		92.560.000	100.112.896	108.282.108	117.117.928	126.674.751	
10	OTROS INGRESOS GRAVABLES		-	-	-	-	2.000.000	
11	GASTOS OPERACIONALES		3.090.000	3.182.700	3.278.181	3.376.526	3.477.822	
12	COSTOS DE PRODUCCION		67.600.000	73.116.160	79.082.439	85.535.566	92.515.268	
13	OTROS EGRESOS DEDUCIBLES		-	-	-	-	-	
14	DEPRECIACION		6.700.000	6.700.000	6.700.000	6.700.000	6.700.000	
15	UAI		15.170.000	17.114.036	19.221.489	21.505.836	25.981.661	
16	IMPUESTOS CAUSADOS		5.309.500	5.989.913	6.727.521	7.527.043	9.093.581	
17	IMPUESTOS PAGADOS			5.309.500	5.989.913	6.727.521	7.527.043	9.093.581
18	DEPRECIACION		6.700.000	6.700.000	6.700.000	6.700.000	6.700.000	
19	COSTO DE OPORTUNIDAD		10.000.000					
20	VALOR DE RESCATE						35.733.223	
21	OTROS INGRESOS NO GRAVABLES							
22	OTROS EGRESOS NO DEDUCIBLES		320.000	332.800	346.112	359.956	374.355	
23	FLUJO NETO DE EFECTIVO	-60.000.000	11.550.000	18.171.736	19.585.464	21.118.359	60.513.487	-9.093.581
24	VALOR DEL VPN	14.890.664	SE ACEPTA EL PROYECTO					
25	VALOR DE LA TIR	23,01%	SE ACEPTA EL PROYECTO					

El VPN aumentó a \$14.890.664 y la TIR a 23.01% anual, por lo que el proyecto sigue siendo rentable.

- c) Se requiere, antes de construir el flujo de caja del inversionista, analizar el comportamiento del crédito bancario.

TABLA DE AMORTIZACIÓN DEL CRÉDITO

No	Cuota	Interés	Abono	Saldo
0				8.000.000
1	3.679.391	1.440.000	2.239.391	5.760.609
2	3.679.391	1.036.910	2.642.481	3.118.128
3	3.679.391	561.263	3.118.128	0

FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA

Precios corrientes

22	ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
23	VENTAS		92.560.000	100.112.896	108.282.108	117.117.928	126.674.751	
24	OTROS INGRESOS GRAVABLES		-	-	-	-	2.000.000	
25	GASTOS OPERACIONALES		3.090.000	3.182.700	3.278.181	3.376.526	3.477.822	
26	COSTOS DE PRODUCCION		67.600.000	73.116.160	79.082.439	85.535.566	92.515.268	
27	OTROS EGRESOS DEDUCIBLES		-	-	-	-	-	
28	DEPRECIACION		6.700.000	6.700.000	6.700.000	6.700.000	6.700.000	
29	INTERESES		1.440.000	1.036.910	561.263	-	-	
30	UAI		13.730.000	16.077.126	18.660.226	21.505.836	25.981.661	
31	IMPUESTOS CAUSADOS		4.805.500	5.626.994	6.531.079	7.527.043	9.093.581	
32	IMPUESTOS PAGADOS			4.805.500	5.626.994	6.531.079	7.527.043	9.093.581
33	ABONO A CAPITAL		2.239.391	2.642.481	3.118.128	-	-	
34	DEPRECIACION		6.700.000	6.700.000	6.700.000	6.700.000	6.700.000	
35	VALOR DE RESCATE						35.733.223	
36	OTROS INGRESOS NO GRAVABLES		-	-	-	-	-	
37	OTROS EGRESOS NO DEDUCIBLES		320.000	332.800	346.112	359.956	374.355	
38	FLUJO NETO DE EFECTIVO	-72.000.000	17.870.609	14.996.345	16.268.992	21.314.801	60.513.487	-9.093.581
39	VALOR DEL VPN	\$ 3.917.476	SE ACEPTA EL PROYECTO					
40	VALOR DE LA TIR	16,91%	SE ACEPTA EL PROYECTO					

Para el inversionista el proyecto es rentable porque la rentabilidad sobre sus aportes del 16.91% anual es mayor que su tasa de oportunidad del 15% anual. En resumen, este proyecto es rentable sin financiamiento y con financiamiento.

CASO PRÁCTICO 7

Un agricultor está analizando la posibilidad de realizar un cultivo de algodón en 100 hectáreas de tierras de su propiedad, evaluadas actualmente en \$500 millones de pesos, las cuales podría arrendar por \$20.000 Hectárea/mes si decide no cultivarlas. La inversión en maquinarias y equipos que se necesitan para desarrollar el proceso de labranza, mantenimiento y recolección asciende a \$150.000.000 con una vida útil de 10 años, depreciables en línea recta. El cultivo del algodón tiene una duración de 5 meses contados desde el momento en que se inicia el labrado de la tierra, hasta cuando termina el proceso de recolección y se vende el producto. Se prevén los gastos que a continuación se detallan:

1. Gastos en combustible, lubricantes y mano de obra en el proceso de preparación de tierra, siembra, mantenimiento y recolección por \$18.000/hectárea/mes
2. Compra de semilla para la siembra a razón de 25 Kgs/hectárea, a \$1.500/Kgs
3. Se requieren dos fumigaciones aéreas durante todo el ciclo del proyecto, una en el mes 2 y la otra en el mes 4, cada una por valor de \$2.500.000
4. Los gastos de transporte que se presentarán durante el último mes, desde el sitio de cultivo hasta la planta se estima en \$18.000/tonelada
5. Se espera una producción de 2 toneladas por hectárea a \$950.0000/tonelada
6. Los ingresos por venta del producto se reciben al final del año 5
7. Se estima que las maquinarias y equipos se pueden vender al finalizar la cosecha por un valor equivalente al 90% del precio de compra
8. La tasa de tributación es del 35%

Calcular:

- a) Rentabilidad del cultivo con una tasa de oportunidad del agricultor del 16% efectiva anual.
- b) ¿Cuál debe ser el nivel mínimo de producción, en toneladas/hectárea, para que el cultivo sea rentable para el agricultor?
- c) ¿Cómo cambia la rentabilidad del proyecto si el agricultor no contempla vender la maquinaria sino que decide conservarla en la realización de nuevos cultivos?

Solución

Tradicionalmente, por practicidad y simplicidad, para evaluar proyectos de inversión se construye el flujo de caja del proyecto para periodos anuales y los ingresos y egresos se registran al final de cada periodo anual cuando bien sabemos que en la realidad éstos

fluyen durante todo el año. En términos generales el periodo para registrar ingresos y egresos depende de las características de cada proyecto. Por lo anterior y dadas las características de este proyecto, tomaremos periodos mensuales para construir el flujo de caja del proyecto y los gastos e ingresos mensuales se registrarán al final del horizonte de evaluación del proyecto.

Cálculo del capital de trabajo

La inversión en capital de trabajo está representada por los recursos requeridos para cubrir los gastos en combustibles, lubricantes, mano de obra, compra de semilla, gastos en fumigaciones y gastos de transporte.

a) El gasto mensual en combustible, lubricantes y mano de obra es:

$$\$18.000 \text{ hectárea/mes} \times 100 \text{ hectáreas} = \$1.800.000/\text{mes}$$

b) La inversión en compra de semilla es de \$3.750.000

c) El valor de las dos fumigaciones es de \$5.000.000

d) Los gastos de transporte al final del mes 5 es de \$3.600.000

$$\begin{aligned} \text{Inversión en capital de trabajo} &= \$1.800.000 \times 5 \text{ meses} + \$3.750.000 + \$5.000.000 \\ &+ \$3.600.000 = \$21.350.000 \end{aligned}$$

Cálculo de la inversión inicial

(-) Terrenos	\$500.000.000 (costo muerto)
(+) Maquinarias y equipos	\$150.000.000 (activos fijos)
(+) Capital de trabajo	\$21.350.000
Valor inversión inicial	\$171.350.000

Cálculo de la depreciación de activos fijos

El cargo por depreciación anual es de \$15.000.000 que resulta de dividir el valor histórico de las maquinarias y equipos entre su vida útil.

$$\text{Depreciación} = \frac{150.000.000}{10} = \$15.000.000$$

Los terrenos son activos fijos que no se deprecian, por lo tanto, para este proyecto además de ser un costo muerto tampoco se recibe el beneficio tributario de la depreciación.

Cálculo del valor de rescate

Se prevé que las maquinarias y equipos se podrán vender al final del año 5 por un valor equivalente al 90% del valor de adquisición:

- Valor de venta = $0.90 \times \$150.000.000 = \$135.000.000$
- Valor en libros = Valor histórico – Depreciación acumulada
- Valor en libros = $\$150.000.000 - 15.000.000 = \$135.000.000$

Al comparar el valor de venta esperado con el valor en libros, se observa que no hay ni pérdida ni utilidad por la venta de los activos fijos, por lo tanto, el valor de venta (equivalente a su valor en libros) se registra en su totalidad como ingreso no gravable.

La inversión en capital de trabajo es irrecuperable porque no obstante considerarse como un activo, toda la inversión en este rubro está representada en efectivo en el período cero destinada a cubrir gastos corrientes como combustibles, lubricantes, mano de obra, etcétera.

Cálculo del costo de oportunidad

Las 100 hectáreas de terreno de propiedad del agricultor evaluadas actualmente en \$500 millones de pesos son un costo muerto y, por lo tanto, no debe incluirse como inversión inicial. Sin embargo, al utilizar los terrenos para la siembra del algodón el agricultor incurre en un costo de oportunidad representado en el beneficio que recibiría si decidiera, por ejemplo, arrendar los terrenos a \$20.000/hectárea/mes en lugar de utilizarlos.

$$\text{Costo de oportunidad} = \$20.000 \times 100 \text{ hectáreas} = \$2.000.000 \text{ mensuales}$$

$$\text{Costo de oportunidad} = \$2.000.000 \times 5 \text{ meses} = \$10.000.000$$

Cálculo de la tasa de descuento

La tasa de oportunidad del agricultor es del 16% efectiva anual, pero como los periodos de evaluación son mensuales, la tasa de oportunidad debe estar expresada como tasa efectiva mensual.

$$\text{TEA} = (1 + \text{TEM})^{12} - 1$$

$$\text{TEM} = (1 + \text{TEA})^{1/12} - 1$$

$$\text{TEM} = (1 + 0.16)^{1/12} - 1 = 1.24\% \text{ mensual}$$

En Excel: $\text{=TASA (nper; pago; va; vf; tipo)}$

$$\text{=TASA (12; 0; -1; 1,16)}$$

Ingresos por ventas

Existe un ingreso único en el mes 5 por la venta del algodón:

$$2 \text{ toneladas/hectárea} \times 100 \text{ hectáreas} \times \$950.000/\text{tonelada} = \$190.000.000$$

Impuestos

La vida útil del proyecto es menor a un periodo fiscal (1 año) de tal forma que los gastos mensuales (mano de obra, lubricantes, combustibles), valor de las fumigaciones, la depreciación, impuestos, etcétera, por practicidad se contabilizan al final del mes 5, que corresponde al final del horizonte de evaluación del proyecto. Sin embargo, estos gastos para fines ilustrativos los registramos en el flujo de caja en el momento en que ocurren pero no se tienen en cuenta para el cálculo de los flujos netos de efectivo mensuales. El pago de impuestos aparece reflejado en el mes 6, pero realmente se hará a principios del año siguiente de acuerdo al calendario tributario.

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO Precios corrientes

10	ITEM	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
11	VENTAS						190.000.000	
12	FUMIGACIONES			2.500.000		2.500.000	5.000.000	
13	GASTOS DE TRANSPORTE						2.600.000	
14	COMPRA DE SEMILLAS		3.750.000				3.750.000	
15	COMBUSTIBLE, MANO DE OBRA		1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	9.000.000	
16	DEPRECIACION						15.000.000	
17	UAI						154.650.000	
18	IMPUESTOS CAUSADOS						54.127.500	
19	IMPUESTOS PAGADOS						-	54.127.500
20	DEPRECIACION						15.000.000	
21	VALOR DE RESCATE							
22	VENTA DE MAQUINARIAS						135.000.000	
23	COSTO DE OPORTUNIDAD		2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	10.000.000	
24	FLUJO NETO DE EFECTIVO	-171.350.000					294.650.000	-54.127.500
25	VALOR DEL VPN	42.433.071	SE ACEPTA EL PROYECTO					
26	VALOR DE LA TIR	51,04%	SE ACEPTA EL PROYECTO					

El VPN es positivo y la TIR es mayor que la tasa de oportunidad del inversionista, por lo tanto, el proyecto del cultivo de algodón es rentable.

- b) Para calcular el nivel mínimo de producción en toneladas para que el proyecto sea rentable, el VPN debe ser igual a cero. Bajo la consideración de que el flujo de caja fue construido en la hoja de cálculo Excel seguimos el siguiente procedimiento:
1. Nos ubicamos en la celda B25 (celda en la que aparece el valor del VPN)
 2. En la barra de herramientas hacemos clic en DATOS
 3. Hacemos clic en Análisis Y si
 4. Clic en Buscar Objetivo
 5. En Definir la celda debe aparecer B25 (valor del VPN)
 6. En Con el valor escribimos cero
 7. En Para cambiar la celda hacemos clic en G11 y damos ENTER y obtenemos un valor de \$119.508.716 que dividido entre \$950.000, que es el valor de la tonelada, obtenemos 125.80 toneladas. Si queremos conocer el rendimiento en toneladas por hectárea dividimos este valor entre 100 que es el número de hectáreas y obtenemos 1.2580 toneladas por hectárea. Redondeando valores podemos decir que para que el proyecto de siembra del algodón dadas estas proyecciones sea rentable la producción debe ser de 1.30 toneladas por hectárea.
- c) Aunque las maquinarias no se vendan es necesario reflejar un ahorro tangible equivalente a no tener que desembolsar dinero para comprar maquinarias con características similares. Lo anterior significa que si no se contempla la venta de las maquinarias al final del período de evaluación, su valor de mercado estimado debe registrarse como ingreso no gravable en el flujo de caja del proyecto. La rentabilidad del proyecto no cambia porque el valor en libros y el de mercado coinciden y, en consecuencia, el flujo de caja sobre el cual se calcula la rentabilidad no cambia.

CASO PRÁCTICO 8

Un proyecto de inversión requiere en el periodo cero de las siguientes inversiones: \$80.000.000 en activos fijos depreciables, \$20.000.000 en capital de trabajo y \$10.000.000 en gastos preoperativos. Los activos fijos se deprecian en línea recta con una vida útil de 10 años. Según las proyecciones del mercado en el primer año se venderán 200.000 unidades y las ventas aumentarán anualmente con la inflación promedio estimada en un 4% anual. El precio de venta unitario es de \$1.150 y el costo unitario total es de \$920, valores afectados por la inflación. Los gastos operacionales se estiman en un 5.0% del valor de las ventas. Se espera que el proyecto tenga una vida útil larga, por lo tanto,

para calcular el valor de rescate se utilizará el método económico con un horizonte de evaluación de 5 años.

El proyecto le interesa a dos inversionistas A y B, cuyas tasas de oportunidad son del 15% anual y 18% anual respectivamente, con aportes individuales del 50% de la inversión inicial. Si la tasa de tributación tanto para ganancias ordinarias como para ganancias ocasionales es del 35%, calcular la rentabilidad del proyecto.

Solución

Cálculo de la inversión inicial

(+) Activos fijos depreciables	\$ 80.000.000
(+) Gastos preoperativos (activos diferidos)	\$ 10.000.000
(+) Capital de trabajo	\$ 20.000.000
Inversión inicial	\$ 110.000.000

Cálculo de ingresos y egresos

Las ventas, lo mismo que los gastos operacionales, tendrán un incremento del 4% anual.

AÑO	0	1	2	3	4	5
Ventas		200.000	208.000	216.320	224.973	233.972
PUV	\$1.150	\$1.196	\$1.243.84	\$1.293.59	\$1.345.34	\$1.399.15
CUV	\$ 920	\$956.80	\$995.07	\$1.034.87	\$1.076.27	\$1.119.32
Ingresos		\$239.200.000	\$258.718.720	\$279.830.168	\$302.664.309	\$327.361.717
Costos prod.		\$191.400.000	\$206.974.976	\$223.864.134	\$242.131.447	\$261.889.373

*Se trabaja con valores redondeados, máxime que se trata de valores proyectados.

Cálculo de la depreciación y amortización

Los activos fijos se deprecian en línea recta con una vida útil de 10 años.

$$\text{Depreciación anual} = \frac{80.000.000}{10} = \$8.000.000$$

Los gastos preoperativos se amortizan en línea recta en un periodo de 10 años.

$$\text{Depreciación anual} = \frac{10.000.000}{10} = \$1.000.000$$

Total depreciación y amortización anual = \$9.000.000

Cálculo del costo de capital

Los inversionistas A y B tienen tasas de oportunidad diferentes y como la inversión inicial la cubren entre los dos con aportes individuales del 50%, se requiere calcular el costo de capital.

Fuente	Monto	Costo	% Participación	C.P.P
Inversionista A	\$55.000.000	15%	50%	0.0750
Inversionista B	\$55.000.000	18%	50%	0.0900
Costo de capital				16.50%

El costo de capital es del 16.50%, que representa el costo de la inversión inicial de \$110.000.000.

Cálculo del valor de rescate

Se explicó en el capítulo 3 numeral 3.5.3, que la elección del método para calcular el valor de rescate de un proyecto de inversión depende, entre otras cosas, de lo que se espera sucederá con el proyecto al final del horizonte de evaluación y del criterio del evaluador. Si el proyecto tiene una vida útil corta, ésta debe coincidir con el horizonte de evaluación y el método para calcular el valor de rescate debe ser el método contable (o de activos) o el método comercial. Cuando el proyecto tiene una vida útil larga, como en este caso, se debe utilizar el método económico, fundamentado en que el valor de un activo, de un proyecto de inversión o de una empresa en marcha no se define por su valor contable sino por la capacidad de generación de flujos de efectivo. El valor económico lo dará el valor presente de los flujos de efectivo que se espera generarán las inversiones durante la vida útil del proyecto, descontados a una tasa de interés de oportunidad o costo de capital.

Para calcular el valor de rescate del proyecto, aplicando el método económico, dividimos la diferencia entre el flujo neto de efectivo del último año de evaluación (sin tener en cuenta el valor de rescate) y la depreciación entre la tasa de descuento, que puede ser la tasa de oportunidad del inversionista o el costo de capital dependiendo como se financie la inversión inicial.

$$\text{Valor de rescate} = \frac{\text{FNE} - \text{Depreciación}}{\text{Tasa de descuento}} = \frac{35.428.494 - 9.000.000}{0.1650} = \$160.172.691$$

Se construyó el flujo de caja del proyecto para un horizonte de evaluación de 5 años sin tener en cuenta ningún valor de rescate. Al flujo neto de efectivo del año 5 de \$35.428.494 se le restó la depreciación y amortización de \$9.000.000 y la diferencia se dividió entre 16,50% correspondiente al costo de capital. Cuando se utiliza el método

económico para calcular el valor de rescate de un proyecto no se tiene en cuenta el valor de recuperación del capital de trabajo, ya que sin esta inversión la empresa no podrá seguir generando flujos de caja.

Inversión en capital de trabajo

La inversión en capital de trabajo en el período cero es de \$20.000.000 y cada año se debe incrementar en términos reales en una proporción igual a la inflación esperada del 4% anual, que es el mismo incremento esperado en las ventas.

INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO

Año	C.T.	INV. C.T.
0	20.000.000	20.000.000
1	20.800.000	800.000
2	21.632.000	832.000
3	22.497.280	865.280
4	23.397.171	899.891
5	24.333.058	935.887

La inversión en capital de trabajo para cada año de evaluación corresponde al incremento del 4% sobre la inversión del año anterior. Las inversiones en capital de trabajo para cada año de evaluación se registran en el flujo de caja como egresos no deducibles.

Cálculo de los gastos operacionales

Los gastos operacionales se estiman en un 5.0% del valor de las ventas:

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	\$239.200.000	\$258.718.720	\$279.830.168	\$302.664.309	\$327.361.717
Gastos op.	\$11.960.000	\$12.935.936	\$13.991.508	\$15.133.215	\$16.368.086

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO
Precios corrientes

10	ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
11	VENTAS		239.200.000	258.718.720	279.830.168	302.664.309	327.361.717	
12	OTROS INGRESOS GRAVABLES							
13	GASTOS OPERACIONALES		11.960.000	12.935.936	13.991.508	15.133.215	16.368.086	
14	COSTOS DE PRODUCCION		191.360.000	206.974.976	223.864.134	242.131.447	261.889.373	
15	OTROS EGRESOS DEDUCIBLES							
16	DEPRECIACION Y AMORTIZACION		9.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000	
17	UAI		26.880.000	29.807.808	32.974.525	36.399.646	40.104.258	
18	IMPUESTOS CAUSADOS		9.408.000	10.432.733	11.541.084	12.739.876	14.036.490	
19	IMPUESTOS PAGADOS			9.408.000	10.432.733	11.541.084	12.739.876	14.036.490
20	DEPRECIACION Y AMORTIZACION		9.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000	
21	VALOR DE RESCATE						160.172.691	
22	OTROS INGRESOS NO GRAVABLES							
23	OTROS EGRESOS NO DEDUCIBLES		800.000	832.000	865.280	899.891	935.887	
24	FLUJO NETO DE EFECTIVO	-110.000.000	35.080.000	28.567.808	30.676.512	32.958.672	195.601.185	-14.036.490
25	VALOR DEL VPN	63.986.248	SE ACEPTA EL PROYECTO					
26	VALOR DE LA TIR	33,21%	SE ACEPTA EL PROYECTO					

La rentabilidad del proyecto es del 33.21% anual mayor que el costo de capital (promedio ponderado de las tasas de oportunidad de los inversionista A y B) del 16.50% anual.

CASO PRÁCTICO 9

Blanca Elena compró una casa por \$195.000.000 con el propósito de arrendarla a través de una inmobiliaria que le cobra una comisión del 10% sobre el valor del canon de arrendamiento definido en \$2.000.000 mensuales durante el primer año, el cual se incrementará en un 3% anual correspondiente a la inflación esperada para los próximos 5 años. Se espera vender la casa al final del año 5 por \$212.500.000 teniendo en cuenta la valorización del sector. El valor anual del impuesto predial es equivalente al 1.2% sobre el avalúo catastral que es de \$120.000.000. La casa se depreciará en línea recta con una vida útil de 20 años. Si la tasa de impuestos es del 35% y la tasa de oportunidad de Blanca Elena es del 14% efectiva anual, determinar si hizo un buen o mal negocio.

Solución

Cálculo de ingresos anuales por arrendamientos

El canon de arrendamiento es de \$2.000.000/mes durante el primer año. Se ha definido el horizonte de evaluación en 5 años y el flujo de caja del proyecto se construirá para periodos anuales, por lo tanto, hay que anualizar el valor de los arriendos mensuales.

- Valor arriendos primer año: $\$2.000.000 \times 12 = \$24.000.000$
- Valor arriendos segundo año: $\$2.000.000(1 + 0.03) \times 12 = \$24.720.000$
- Valor arriendos tercer año: $\$2.000.000(1 + 0.03)^2 \times 12 = \$25.461.600$
- Valor arriendos cuarto año: $\$2.000.000(1 + 0.03)^3 \times 12 = \$26.225.448$
- Valor arriendos quinto año: $\$2.000.000(1 + 0.03)^4 \times 12 = \$27.012.211$

Cálculo del valor de los arriendos netos anuales:

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Arriendo	\$24.000.000	\$24.720.000	\$25.461.600	\$26.225.448	\$27.012.211
Comision	\$ 2.400.000	\$ 2.472.000	\$ 2.546.160	\$ 2.622.545	\$ 2.701.221
Arriendo neto	\$21.600,000	\$22.248.000	\$22.915.440	\$23.602.903	\$24.310.990

Cálculo de la depreciación

La casa se deprecia en línea recta, por lo que el cargo por depreciación anual es de \$9.750.000 que resulta de dividir el valor de compra entre su vida útil.

$$\text{Depreciación} = \frac{195.000.000}{20} = \$9.750.000$$

Cálculo del impuesto predial

Impuesto predial = $\$120.000.000 \times 0.012 = \$1.440.000$

Cálculo del valor de rescate

Valor de venta = $\$212.500.000$

Valor en libros = Valor de compra – depreciación acumulada

Valor en libros = $\$195.000.000 - (5 \times \$9.750.000) = \$146.250.000$

El valor de venta esperado es mayor que el valor en libros, lo que indica que se espera una ganancia ocasional de \$66.250.000 que se registra en el flujo de caja del proyecto como un ingreso gravable y el valor en libros como un ingreso no gravable.

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO
Precios corrientes

42	ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
43	INGRESOS POR ARRIENDOS		21.600.000	22.248.000	22.915.440	23.602.903	24.310.990	
44	OTROS INGRESOS GRAVABLES						66.250.000	
45	IMPUESTO PREDIAL		1.440.000	1.440.000	1.440.000	1.440.000	1.440.000	
46	GASTOS OPERACIONALES							
47	OTROS EGRESOS DEDUCIBLES							
48	DEPRECIACION Y AMORTIZACION		9.750.000	9.750.000	9.750.000	9.750.000	9.750.000	
49	UAI		10.410.000	11.058.000	11.725.440	12.412.903	79.370.990	
50	IMPUESTOS CAUSADOS		3.643.500	3.870.300	4.103.904	4.344.516	27.779.847	
51	IMPUESTOS PAGADOS			3.643.500	3.870.300	4.103.904	4.344.516	27.779.847
52	DEPRECIACION Y AMORTIZACION		9.750.000	9.750.000	9.750.000	9.750.000	9.750.000	
53	VALOR DE RESCATE							
54	OTROS INGRESOS NO GRAVABLES						146.250.000	
55	OTROS EGRESOS NO DEDUCIBLES							
56	FLUJO NETO DE EFECTIVO	(195.000.000,00)	20.160.000	17.164.500	17.605.140	18.058.999	231.026.474	(27.779.847)
57	VALOR PRESENTE NETO (VPN)	(34.201.132,06)	SE RECHAZA EL PROYECTO					
58	TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	8,71%	SE RECHAZA EL PROYECTO					

Se obtiene un VPN de \$-34.201.132.06 menor que cero y una TIR del 8.71% anual menor que la tasa de oportunidad de Blanca Elena, lo que significa que hizo mal negocio.

CASO PRÁCTICO 10

Para el caso práctico 9, Blanca Elena decide comprar la casa con un crédito de vivienda a la UVR + 10%, con un plazo de 5 años y pagadero mediante el sistema de cuota fija en UVR. Definir:

- a) ¿Cómo cambia la rentabilidad del proyecto?
- b) ¿Qué forma de adquisición de la casa le conviene más?

Solución

Recordemos que existen tres formas de financiar un proyecto de inversión:

- 1. Con recursos del inversionista. La tasa de descuento es su tasa de oportunidad.
- 2. Con pasivos. La tasa de descuento es el costo del crédito después de impuestos.

3. Con una mezcla de pasivos y patrimonio. La tasa de descuento es el costo de capital.

Para este proyecto se ha fijado como sistema de amortización el de cuota fija en UVR. Al expresarse la tasa del crédito en UVR mas una tasa remuneratoria, el efecto se traduce en aplicarle al valor del crédito en pesos la tasa de inflación y a este valor reajustado por la inflación aplicarle la tasa remuneratoria, dando como resultado la expresión:

$$TE = (1 + INFLACIÓN) (1 + i) - 1$$

Siendo: i = Tasa remuneratoria TE = Costo efectivo del crédito

Mediante la expresión anterior se calcula el costo de un crédito de vivienda conocida la inflación y la tasa remuneratoria. Para este proyecto de inversión, tenemos:

$$TEA = (1 + 0.03) (1 + 0.10) - 1 = 13.30\% \text{ efectiva anual}$$

El costo del crédito después de impuestos es:

$$Kd = 0.1330(1 - 0.35) = 8.65\% \text{ efectiva anual}$$

El costo de la inversión (tasa de descuento) es del 8.65% efectivo anual.

No hay distinción entre el flujo de caja del proyecto sin financiamiento y con financiamiento. La diferencia en la evaluación financiera del proyecto con y sin financiamiento está en la tasa de descuento o costo de la inversión. Para este proyecto, para hacer la evaluación financiera sin financiamiento se toma como tasa de descuento la tasa de oportunidad de Blanca Elena que es del 14% anual y con financiamiento se toma el costo neto del crédito del 8,65% anual.

FLUJO DE CAJA CON FINANCIAMIENTO

Precios corrientes

42	ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
43	INGRESOS POR ARRIENDOS		21.600.000	22.248.000	22.915.440	23.602.903	24.310.990	
44	OTROS INGRESOS GRAVABLES						66.250.000	
45	IMPUESTO PREDIAL		1.440.000	1.440.000	1.440.000	1.440.000	1.440.000	
46	GASTOS OPERACIONALES							
47	OTROS EGRESOS DEDUCIBLES							
48	DEPRECIACION Y AMORTIZACION		9.750.000	9.750.000	9.750.000	9.750.000	9.750.000	
49	UAI		10.410.000	11.058.000	11.725.440	12.412.903	79.370.990	
50	IMPUESTOS CAUSADOS		3.643.500	3.870.300	4.103.904	4.344.516	27.779.847	
51	IMPUESTOS PAGADOS			3.643.500	3.870.300	4.103.904	4.344.516	27.779.847
52	DEPRECIACION Y AMORTIZACION		9.750.000	9.750.000	9.750.000	9.750.000	9.750.000	
53	VALOR DE RESCATE							
54	OTROS INGRESOS NO GRAVABLES						146.250.000	
55	OTROS EGRESOS NO DEDUCIBLES							
56	FLUJO NETO DE EFECTIVO	(195.000.000,00)	20.160.000	17.164.500	17.605.140	18.058.999	231.026.474	(27.779.847)
57	VALOR PRESENTE NETO (VPN)	479.014,85	SE ACEPTA EL PROYECTO					
58	TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	8,71%	SE ACEPTA EL PROYECTO					

Se obtiene un VPN de \$479.014.85 y una TIR del 8,71% anual, por lo tanto, ahora el proyecto muestra ser rentable. Se observa que la TIR obtenida del 8.71% anual es la misma que arrojó la evaluación financiera del proyecto sin financiamiento (ver caso práctico 9), lo que nos indica que la rentabilidad de un proyecto es independiente de la forma como se financie la inversión y, por consiguiente, del costo de la misma. Lo que cambia por el efecto del uso del crédito es la decisión de aceptar o rechazar el proyecto. Si Blanca Elena, dadas sus expectativas de rentabilidad, compra la casa con sus propios recursos el proyecto no es rentable para ella; si la compra con un crédito de vivienda a esa tasa de interés definida, ahora el proyecto se le vuelve rentable.

Se concluye, por razones obvias, que la decisión que debe tomar Blanca Elena debe ser adquirir la casa utilizando el crédito de vivienda.

☉ Cuestionario

1. ¿Cuáles son los componentes de un flujo de caja para evaluar un proyecto de inversión?
2. ¿Qué precios se deben utilizar para hacer las proyecciones financieras y poder construir el flujo de caja de un proyecto?
3. ¿Qué son los costos muertos? ¿Deben incluirse los costos muertos en el flujo de caja del proyecto?
4. ¿Qué son gastos deducibles? Mencione algunos.
5. ¿El capital de trabajo debe formar parte de la inversión inicial del proyecto de inversión?
6. ¿Deben incluirse los intereses como gastos deducibles en el flujo de caja del proyecto?
7. ¿Qué diferencia existe entre el flujo de caja del proyecto y el flujo de caja del inversionista?
8. ¿Qué diferencia existe entre precios corrientes y precios constantes?
9. ¿Para evaluar un proyecto de inversión se deben separar las decisiones de inversión de las decisiones de financiamiento?
10. ¿Qué puede suceder con la operación de un proyecto cuando se subestima el capital de trabajo?
11. ¿Qué es la deflactación?
12. ¿Los costos de oportunidad no deben tenerse en cuenta para construir el flujo de caja del proyecto?

13. Analice la siguiente afirmación: la rentabilidad del proyecto de inversión es independiente de la forma como se financie la inversión inicial.
14. ¿Los costos de investigación de mercados deben incluirse como parte de la inversión inicial del proyecto de inversión?
15. ¿No es necesario considerar la inflación cuando se evalúan proyectos de inversión?
16. ¿Por ser la depreciación un gasto contable, debe considerarse como gasto en la construcción del flujo de caja del proyecto?
17. ¿Qué son ingresos gravables?
18. ¿Cuál es la principal ventaja tributaria de financiar activos del proyecto con leasing en lugar de hacerlo con un crédito bancario?
19. ¿El valor de rescate es relevante para evaluar un proyecto de inversión? Explique.
20. ¿Cuál es la diferencia entre amortización y depreciación?
21. ¿Un proyecto puede ser rentable desde el punto de vista financiero y no ser viable desde el punto de vista de la capacidad de pago? Explique
22. ¿El endeudamiento puede aumentar la TIR del proyecto?
23. ¿El flujo de caja del proyecto se construye a partir del estado de resultados?
24. ¿Qué relación existe entre la TIR y la tasa de descuento?
25. ¿Qué diferencia existe entre costo explícito y costo de oportunidad?
26. ¿Qué es el apalancamiento financiero? ¿En qué favorece el apalancamiento financiero el rendimiento del proyecto?
27. Analice la siguiente afirmación: un proyecto malo en si puede ser bueno para el inversionista si éste se apalanca con deuda.
28. ¿Cuáles son las ventajas tributarias para la pequeña empresa cuando financia parte de sus activos con un leasing?
29. ¿Cuál es la importancia del presupuesto de efectivo en la evaluación financiera de proyectos?

◆ Ejercicios propuestos

✓ **Ejercicio 1.** Un agricultor piensa comprar una máquina cortadora de arroz en \$45.500.000 la cual tiene una vida útil de 10 años y se deprecia en línea recta. Los gastos de mantenimiento y operación del primer año se estiman en \$5.000.000 con un crecimiento anual del 3.0% y espera operarla 1.500 horas/año durante 5 años. Se estima que el valor de la hora máquina durante el primer año sea de \$8.000, con un aumento del 10% por año. Se espera vender la máquina al final del año 5 por el 85% de su valor de compra. Si su tasa de oportunidad es del 20% efectiva anual, la tasa de impuestos del 35% y la inflación promedio estimada para los próximos 5 años es del 4%, determinar:

- a) Los Flujos netos de Efectivo del proyecto
- b) La rentabilidad del proyecto por medio del VPN y la TIR
- c) Asuma que el 50% del valor de la máquina lo cubre el agricultor con un crédito bancario con un plazo de 5 años a una tasa del 14% efectiva anual, pagadero con cuotas anuales iguales. Construya el flujo de caja del inversionista y calcule la rentabilidad de sus aportes.
- d) ¿Cómo cambia la rentabilidad (TIR) del proyecto con la financiación?
- e) Construya el presupuesto de efectivo y calcule el monto máximo del crédito que el proyecto puede pagar.

✓ **Ejercicio 2.** Unos arquitectos piensan construir una trituradora para la fabricación de materiales de construcción sobre un terreno que adquirieron hace 10 años por un valor de \$50.000.000 y el cual podrían arrendar actualmente por \$6.000.000 anuales. Se requiere hacer las siguientes inversiones para que la trituradora entre en operación:

- | | |
|--|---------------|
| 1. Maquinarias y equipos | \$ 75.000.000 |
| 2. Construcciones y adecuaciones locativas | \$ 10.000.000 |
| 3. Gastos de licencia y permiso ambiental | \$ 4.300.000 |
| 4. Capital de trabajo | \$ 10.000.000 |
| 5. Gastos de puesta en marcha | \$ 5.000.000 |

Los activos fijos y diferidos se deprecian en línea recta.

La producción estimada de materiales de construcción para cada uno de los años de operación de la trituradora es de 40 Toneladas con un precio de venta de \$2.000.000/tonelada el cual se incrementará en un 5% durante los primeros 3 años

y un 6% durante los dos años siguientes. Los costos de producción para el primer año se estiman en \$1.450.000/tonelada con un incremento anual igual al esperado en el precio de venta. Los gastos operacionales se estiman en \$3.500.000 para el primer año, con un crecimiento del 2.5% anual. Se espera un valor de rescate igual al 65% del valor de la inversión inicial. Si la tasa de oportunidad de los arquitectos es del 12.80% efectiva anual y la inflación promedio anual estimada es del 4%, calcular:

1. Rentabilidad del proyecto (VPN, TIR).
 2. ¿A qué precio mínimo se debe vender la tonelada de material de construcción en el primer año, para que el proyecto sea rentable?
 3. ¿Cómo cambia la rentabilidad del proyecto si los arquitectos tuvieran que comprar el terreno por \$120.000.000?
- ✓ **Ejercicio 3.** Blanca Elena compra un taxi por \$35.000.000 y para ponerlo en operación invierte \$7.000.000 adicional.

La relación de ingresos y gastos es la siguiente:

1. Durante el primer año se esperan ingresos por servicios por valor de \$45.250.000, los cuales se incrementarán cada año en un 2%.
2. Los gastos de combustible se estiman en \$8.900.000 para el primer año y se espera un incremento del 4% cada año.
3. Los gastos de mantenimiento se estiman en \$2.500.000 durante el primer año, con un incremento del 3% anual.
4. Salarios del conductor (incluye prestaciones sociales) por valor de \$15.000.000 para el primer año con un incremento anual igual a la inflación que se estima en promedio en un 3.5% anual.
5. El valor de los impuestos es de \$800.000 anuales y se pagan al principio de cada año.

Se prevé que el taxi puede ser vendido al final del año 5 por \$23.000.000. Si la inflación promedio anual estimada para los próximos años es del 3.5%, la tasa de impuestos es del 35% y la tasa de oportunidad del inversionista es del 25% anual, calcular:

- a) Rentabilidad del proyecto.
- b) Valor mínimo de los ingresos durante el primer año, para que el proyecto sea rentable (Para que el proyecto sea rentable, el VPN debe ser como mínimo igual a cero).

- ✓ **Ejercicio 4.** Un inversionista está analizando la posibilidad de montar una lavandería con las siguientes condiciones económicas:
- a) Inversión inicial por \$150.000.000 (activos fijos 80% y capital de trabajo 20%):
 - b) Ingresos operacionales primer año: \$ 75.000.000
 - c) Incremento anual en ingresos operacionales: 5% anual
 - d) Gastos operacionales primer año: \$ 25.000.000
 - e) Incremento anual de gastos operacionales: 3.5% anual
 - f) El valor de rescate al final del horizonte de evaluación del proyecto, fijado en 5 años, es igual al valor en libros de los activos fijos, cuya vida útil es de 10 años.
 - g) Se prevé la compra de un nuevo equipo de lavandería de mejor tecnología en el año 3, por un valor de \$35.000.000, con una vida útil de 10 años.
 - h) De los activos fijos adquiridos en el año 0, se prevé vender en el momento de la compra del nuevo equipo, uno de los equipos que fue adquirido por \$25.000.000 con una vida útil de 10 años y el cual se espera vender por su valor en libros.

Dada una tasa de impuestos del 35%, una inflación del 4% anual y si la tasa de oportunidad del inversionista es del 20% efectivo anual, ¿se debe llevar a cabo el proyecto? ¿Cuál debe ser el valor de los ingresos para el primer año para que el proyecto sea rentable?

- ✓ **Ejercicio 5.** Según las proyecciones realizadas en el estudio de mercado de un nuevo proyecto de inversión se estima posible vender 40 toneladas anuales de un producto a \$1.000.000/tonelada durante los tres primeros años y a \$1.200.000/tonelada a partir del cuarto año, cuando el producto se haya consolidado en el mercado. El estudio técnico definió que el proyecto requerirá las siguientes inversiones:

Terrenos	\$ 85.000.000
Obras físicas	\$ 50.000.000
Maquinarias	\$ 35.000.000
Capital de trabajo	\$ 25.000.000

Los costos de fabricación para un volumen de hasta 50 toneladas son: Mano de Obra Directa \$15.000.000; Materiales Directos \$20.000.000 y Gastos Generales de Fabricación \$8.000.000. Los costos fijos (sin incluir depreciación) se estiman en \$5.000.000. Los gastos de administración alcanzarían a \$23.000.000 durante el primer año y se prevé un aumento del 2.5% anual.

La depreciación de activos fijos es en línea recta. Los gastos de puesta en marcha (registros, certificados, permisos, licencias, estudios, entre otros) ascienden a \$20.000.000, incluido el costo de estudio del proyecto por un valor de \$8.000.000. Al cabo de 5 años, se estima que la infraestructura física (incluidos los terrenos) tendrá un valor comercial de \$100.000.000 y el capital de trabajo se recupera en un 90% de su valor inicial. La maquinaria tendrá un valor de mercado de \$18.000.000 al final del año 5. La tasa de impuestos a las utilidades es del 35%.

- a) Calcular la rentabilidad del proyecto puro
- b) Calcular el punto de equilibrio contable para el primer año de operación del proyecto.
- c) Calcular el punto muerto del proyecto en toneladas vendidas para el primer año.
- d) Si el 40% de la inversión inicial se financiara con un préstamo a 5 años con una tasa de interés del 14% efectivo anual y pago de cuotas anuales iguales, ¿cuál será la rentabilidad del inversionista?
- e) Con los flujos de efectivo que genera el proyecto cada año, se puede pagar el servicio de la deuda generado por el préstamo bancario?

Capítulo 7

Análisis de sensibilidad

La evaluación financiera de un proyecto se realiza con base en pronósticos financieros que tienen un buen grado de incertidumbre, dependiendo de las características del mismo. Los pronósticos parten del estudio de mercado en el cual se determina la cantidad demandada de productos en el futuro, calculada con la aplicación de métodos estadísticos llamados series de tiempo, que consideran que la actitud del consumidor hacia el nuevo producto se puede estimar con base en el comportamiento seguido en el pasado. Evidentemente, no existen magos con bolas de cristal para adivinar qué es lo que va a suceder en el futuro. Por esta razón, los resultados que se obtienen al aplicar los métodos de evaluación financiera, VPN y TIR, no miden la rentabilidad del proyecto, sino que sólo miden la de uno de los tantos escenarios futuros posibles (*Sapag, 1993*). Los cambios que casi con certeza se producirán en el comportamiento de las variables del entorno harán que sea prácticamente imposible esperar que la rentabilidad calculada sea la que efectivamente tenga el proyecto implementado. Por lo tanto, los resultados obtenidos con las proyecciones deben ser analizados con cierta reserva y tanto las cantidades demandadas como los precios esperados para los años siguientes deben tomarse como aproximaciones para la toma de decisiones. Por ello, antes de tomar una decisión definitiva de aceptación-rechazo de un proyecto se debe analizar lo que sucedería con la rentabilidad del proyecto al modificarse alguna de sus variables críticas, tales como los ingresos, costos, precios, tasa de oportunidad del inversionista, etc. En realidad se trata de responder la pregunta: ¿Qué pasa con la rentabilidad del proyecto, si ...? Este procedimiento se conoce como Análisis de Sensibilidad y la mejor manera de hacerlo, hoy en día, es utilizando la hoja de cálculo Excel y evitar así el trabajo tedioso de construir flujos de caja cada vez que se cambie el comportamiento de una variable. En términos concretos, el análisis de sensibilidad consiste en probar si el proyecto valdrá la pena aún cuando algunas de las variables subyacentes resulten tener valores distintos a los supuestos.

Son muchas las teorías que sobre incertidumbre y riesgo se han desarrollado para grandes empresas que tienen la opción de elegir, entre varias alternativas de inversión, la que sea más conveniente desde varios puntos de vista y, entre éstas, la de menor riesgo. En economías en desarrollo, debido a las altas tasas de inflación, estas teorías no son aplicables, lo que nos obliga a utilizar métodos para el análisis del riesgo en empresas productoras de bienes y servicios sin tener la necesidad de compararla con otras inversiones. En el caso del mediano y pequeño inversionista, que en la mayoría de los casos no contempla más que una opción de inversión, ya sea porque es el único campo que domina, porque va a instalar sucursales de un pequeño negocio que ya tiene o va a ampliar una planta existente, normalmente no funcionan los enfoques existentes sobre la medición del riesgo, pues de nada serviría obtener un valor monetario esperado o una desviación estándar si estos valores nada dicen por sí mismos. Por estas razones, en este libro trataremos el análisis de sensibilidad como herramienta para medir el riesgo de un proyecto.

La sensibilización del proyecto se realiza modificando el valor de las variables críticas para averiguar cómo cambia la rentabilidad del proyecto, y determinar hasta qué punto se puede modificar el valor de las variables para que el proyecto siga siendo rentable. Este procedimiento puede resultar tedioso si se hace manualmente, porque implicaría construir flujos de caja cada vez que se modifique el valor de las variables.

- Con base en todo lo anterior, se proponen los siguientes pasos para realizar un análisis de sensibilidad:
- Identifique las variables críticas del proyecto.
- Defina el porcentaje de variación de las variables críticas.
- Calcule, para cada cambio en el valor de la variable, el nuevo valor de la TIR y el VPN.
- Calcule el punto muerto para cada variable.
- Interprete los resultados.

De los caminos que los inversionistas siguen para identificar las principales amenazas para el éxito de un proyecto, el más simple es el de un análisis de sensibilidad. En este caso, considera cada uno de los elementos determinantes para que el proyecto tenga éxito y estima hasta qué punto se alteraría el valor de la TIR y el del VPN, según se tome una estimación optimista o pesimista de cada una de las variables. Este análisis lo realizaremos utilizando una herramienta de Excel llamada Escenarios.

Un análisis de sensibilidad es fácil de realizar utilizando una hoja electrónica, eliminando las limitaciones del análisis unidimensional que se realiza en forma manual, al cambiar el valor de las variables una por una, de manera sucesiva.

En la práctica, éstas no cambian de esta forma sino que el cambio puede ser simultáneo. Por ejemplo, si los precios del producto aumentan hay que esperar que las ventas sean más bajas; si los costos de producción son más altos, hay que esperar que los precios también aumenten.

Es pertinente aclarar que una vez que el inversionista toma la decisión de la inversión, no se sienta a esperar y contemplar los resultados operativos del proyecto, sino que en la medida en que se va ejecutando va haciendo cambios. Si los Flujos Netos de Efectivo son mejores que los esperados, el proyecto puede ser ampliado; si son peores, puede ser reducido o abandonado.

Manual instructivo del programa

El programa puede descargarse del **SIL** siguiendo las instrucciones que aparecen en las primeras páginas del texto.

La contraseña para tener acceso al programa es la palabra **financiera** (en minúscula). La segunda contraseña sólo es conocida por el autor, de tal forma que el lector no tiene acceso a la modificación del programa y no verá en la barra de herramientas las fórmulas utilizadas para hacer los cálculos. Al solicitar el programa la segunda contraseña, el lector debe hacer clic en sólo lectura para tener acceso a los archivos.

El programa contiene 10 archivos, discriminados así:

1. **Entradas.** Este archivo contiene toda la información de entrada proveniente de los estudios de mercado, técnico y financiero que es necesario suministrar para poder construir los flujos de caja. El programa sólo le permite ingresar la información que aparece en color gris. Al intentar ingresar un valor en las celdas que tienen información en color blanco, que por lo general contienen fórmulas, el programa le indicará que son celdas que están protegidas y que son sólo de lectura. El modelo de evaluación financiera desarrollado en este libro corresponde a una empresa mono productora; sin embargo, el programa permite hacer la evaluación financiera para dos productos. Para el primer caso, ignore la información requerida para el producto 2.
2. **Costo Unitario.** En este archivo aparecen, para cada uno de los 5 años de evaluación, los valores correspondientes al costo unitario total, precio de venta unitario, gastos operacionales, calculados con base en la información de entrada. El lector no tendrá acceso a los cálculos que aparecen en este archivo, solamente podrá modificar los datos de entrada en el archivo Entradas.
3. **Flujo de Caja Proyecto.** Corresponde al flujo de caja del proyecto con proyecciones de ingresos y egresos en precios corrientes. Todos los valores que aparecen en

el flujo de caja son el resultado de los cálculos que realiza el programa con datos provenientes de los archivos Entradas y Costo Unitario, los cuales el lector no podrá modificar. No obstante que el modelo de evaluación financiera desarrollado en este libro corresponde a una empresa manufacturera, este flujo de caja está diseñado para todo tipo de proyectos de tal forma que el lector pueda realizar la evaluación financiera de cualquier proyecto de inversión.

En la estructura del flujo de caja del proyecto encontrará celdas que aceptan información adicional (celdas de color gris) como Otros ingresos gravables (ingresos por venta de residuos, ganancias ocasionales por venta de activos, ingresos por rendimientos financieros, etc.) en el rango de celdas C12:G12; Otros egresos deducibles (pérdidas por venta de activos u otros gastos no contemplados en los gastos operacionales y costos de producción) en el rango de celdas C15:G15; Otros ingresos no gravables (venta de activos por valor en libros) en el rango de celdas C22:G22 y Egresos no deducibles (inversiones adicionales) en el rango de celdas C23:G23.

4. **Costo de oportunidad.** Es el mismo flujo de caja anterior, pero asumiendo la existencia del costo de oportunidad al haber adquirido el inversionista los terrenos con anterioridad y no tener la necesidad de hacer ningún desembolso en el período cero. Al evaluar cualquier proyecto de inversión en el cual exista costo de oportunidad se debe utilizar este archivo. El valor del costo de oportunidad para el primer año se puede ingresar en la celda C19.
5. **Flujo de Caja Inversionista.** En este archivo se presenta el flujo de caja del inversionista cuando se acude al financiamiento de parte o de toda la inversión inicial del proyecto. Se diferencia del flujo de caja del proyecto porque en él se incorpora el efecto del financiamiento en lo que respecta al pago de intereses y amortización al capital, y la inversión inicial se reduce a los aportes del inversionista. Se asumió un préstamo bancario por valor de \$25.000.000 a una tasa de interés del 21,55% EA que aparece en la celda D8 para ser cancelado con tres cuotas anuales iguales.
6. **Presupuesto Efectivo.** Muestra la estructura de un presupuesto de efectivo que mide la capacidad de pago del proyecto, teniendo en cuenta los ingresos en efectivo y los egresos en efectivo, incluyendo los pagos de intereses y abono a capital que originan el crédito bancario. Todos los valores de las celdas provienen del flujo de caja del inversionista, y el único valor que puede cambiar el lector es el correspondiente al efectivo mínimo que aparece en la celda B22.
7. **Flujo de Caja Constante.** En este archivo tanto los ingresos como los egresos para cada año no están afectados por la inflación, y fue construido para demos-

trar que las proyecciones en términos corrientes y constantes solamente arrojan un mismo valor del VPN en proyectos que no están sometidos al pago de impuestos y cuando las proyecciones se hacen en una economía con inflación pura. El valor del VPN que aparece en la celda B24 fue calculado con base en la inversión inicial y la UAI de cada uno de los años de evaluación.

8. **Flujo Caja con Financiamiento.** Este flujo de caja tiene la misma estructura que la del flujo de caja del proyecto sin financiamiento, lo que indica que la rentabilidad medida por la TIR es la misma, ya que ésta es independiente de la forma como se financie la inversión inicial. En forma contraria, el valor del VPN cambiará en la medida en que se modifique el costo de capital, por el efecto del nivel de endeudamiento.
9. **Leasing Inversionista.** En este archivo se presenta el flujo de caja del inversionista utilizando como fuente de financiamiento un leasing en lugar de un crédito bancario. El cálculo del canon de arrendamiento lo hace directamente el programa, y en la estructura del flujo de caja aparece como gasto deducible todo el canon de arrendamiento.
10. **Presupuesto Efectivo leasing.** Muestra la estructura de un presupuesto de efectivo que mide la capacidad de pago del proyecto, teniendo en cuenta los ingresos en efectivo y los egresos en efectivo, incluyendo el pago del canon de arrendamiento que origina el leasing. Todos los valores de las celdas provienen del flujo de caja del inversionista, y el único valor que puede cambiar el lector es el correspondiente al efectivo mínimo que aparece en la celda B24.

Análisis de sensibilidad CASO PRÁCTICO 1

El archivo flujo de caja proyecto contiene tanto la estructura del flujo de caja del proyecto como la del inversionista (proyecto puro) pues la inversión inicial se cubre en su totalidad con recursos del inversionista, y muestra la rentabilidad tanto del proyecto como del inversionista por medio del VPN y la TIR.

Los resultados del VPN y la TIR se obtienen con base en la información que se ingrese en el archivo Entradas. Los datos de entrada que encontrará el lector al activar el programa son los utilizados en el caso práctico 1:

Unidades vendidas primer año	1.200
Precio unitario de venta	\$ 40.000
Costo unitario total	\$ 20.000
Gastos operacionales	\$ 3.000.000
Tasa de inflación	6%
Tasa de oportunidad del inversionista	30%
Tasa de impuestos	35%
Depreciación y Amortización anual	\$ 2.500.000
Inversión inicial:	
Terrenos	\$ 10.000.000
Maquinarias y Equipos	\$ 25.000.000
Capital de trabajo	\$ 8.000.000

En este caso no se consideraron inversiones en construcciones y activos diferidos. Sin embargo, al hacer la evaluación financiera de cualquier proyecto de inversión que las contemple se pueden incluir sus valores en las celdas E38 y E41 en el archivo Entradas.

El programa está diseñado para hacer la evaluación financiera considerando un volumen de ventas constante durante el periodo de evaluación, y para un volumen de ventas que varíe anualmente en un porcentaje fijo. En el primer caso, en la celda E7 del archivo Entradas ingresamos 0%, y en el segundo caso basta con que en la misma celda ingrese el porcentaje de crecimiento anual de las ventas. Sin embargo, el programa acepta que en las celdas correspondientes a las unidades vendidas para cada uno de los años de evaluación se puedan ingresar valores de ventas anuales que no guarden el comportamiento anterior y que resulten de las proyecciones de la demanda resultantes del estudio de mercado. En este último caso, después de utilizado el programa, para regresar a los datos de entrada originales se debe reiniciar el programa sin guardar los cambios en modelo de evaluación financiera.

Con la aplicación de este archivo podemos hacer la sensibilización de cada una de las variables críticas del proyecto, sensibilidad con todas las variables (Escenarios) y el análisis del punto muerto para cada una de las variables críticas, al modificar los valores de cada una de ellas en el archivo Entradas. Como se ha explicado anteriormente, en este archivo los valores que aparecen en color negro en las celdas corresponden a fórmulas, son inmodificables, y solamente se pueden ingresar valores en las celdas de color gris y que corresponden a Otros ingresos gravables, Otros egresos deducibles, Otros ingresos no gravables y Otros egresos no deducibles.

Análisis de sensibilidad con variaciones en el volumen de ventas

El riesgo del proyecto comienza con la variación en el volumen de ventas, que es la principal fuente de ingresos. Bajo la consideración teórica de que los costos de producción son directamente proporcionales al nivel de producción, al bajar las ventas bajarán los costos de producción. La inversión inicial no debe variar así como los costos generales, pues por definición son costos fijos.

Hagamos el análisis de sensibilidad para diferentes volúmenes de ventas, asumiendo inicialmente una variación anual en las ventas de 0%. En el archivo Entradas cambiamos el valor que aparece en la celda E6, que corresponde al número de unidades vendidas durante el primer año. Al ingresar un nuevo valor en esta celda cambia automáticamente el valor del VPN y la TIR (ver archivo Flujo de Caja Proyecto). En la tabla que aparece a continuación se resumen los resultados.

Unidades vendidas	VPN	TIR
1.150 unidades	9.360.170	39.90%
1.100 unidades	7.295.894	37.71%
1.000 unidades	3.167.343	33.33%

Se observa en los resultados de la tabla que en la medida en que disminuye el número de unidades vendidas se reduce el valor del VPN y la TIR, lo que indica que entre la variación de la variable Unidades Vendidas y la rentabilidad del proyecto existe una relación directa.

Asumamos, ahora, que las ventas aumentarán cada año en un 5%. En el archivo Entradas cambiamos el valor que aparece en la celda E6, que corresponde a las unidades vendidas en el primer año, e ingresamos el valor del incremento del 5% en la celda E7. En la tabla que aparece a continuación se resumen los resultados.

Unidades vendidas	VPN	TIR
1.150 unidades	13.329.424	43.65%
1.100 unidades	11.092.572	41.35%
1.000 unidades	6.618.869	36.76%

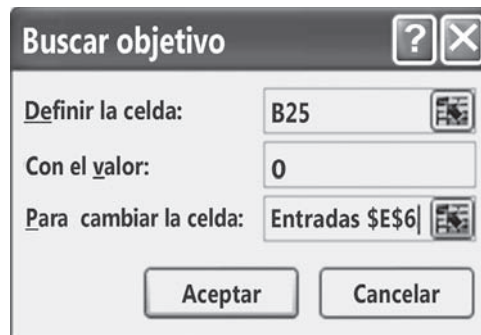
Observamos, de igual forma, que en la medida en que disminuye el número de unidades vendidas en el primer año, así haya un incremento del 5% en los siguientes años de evaluación, se reduce el valor del VPN y la TIR, lo que indica que entre la variación de la variable Unidades Vendidas y la rentabilidad del proyecto existe una relación directa.

Análisis del punto muerto

Al hacer sensibilidad con una variable crítica nos interesa conocer cuál debe ser su valor mínimo para que el proyecto sea rentable, lo que equivale a calcular el valor de la variable que hace el VPN igual a cero y a la TIR igual a la tasa de descuento.

Nos interesa, entonces, conocer el número mínimo de unidades que se deben vender para que el proyecto siga siendo rentable, para lo cual hacemos el análisis del punto muerto. Con **Buscar objetivo** de Excel (ver apéndice del capítulo 2), podemos calcular el número de unidades que hacen el $VPN = 0$ y la $TIR = 30.00\%$ anual, que es la tasa de descuento. Inicialmente calculemos el punto muerto asumiendo que no habrá incremento anual en el volumen de ventas.

En el archivo Entradas escribimos 0% en la celda E7, para indicar que no habrá incremento anual en las unidades vendidas. En el archivo Flujo de Caja Proyecto nos ubicamos en la celda B25 y hacemos clic en Datos, Análisis Y Si y clic en buscar objetivo. Aparece el siguiente cuadro de diálogo:



En **Definir la celda** escribimos B25, que es el valor correspondiente al VPN y que deseamos que tome un valor determinado; en **Con el valor** escribimos cero, que es el valor que debe tomar el VPN y en **Para cambiar la celda** escribimos Entradas!\$E\$6 (o hacemos clic en la celda E6 del archivo Entradas) que es la celda que corresponde al número de unidades vendidas en el primer año, en el archivo Entradas. Hacemos clic en aceptar y nuevamente en aceptar y obtenemos un valor en la celda E6 del archivo Entradas de 923 unidades. Si chequeamos la celda B26 del archivo Flujo de Caja Proyecto, correspondiente a la TIR, aparece un valor de 30% que es la tasa de descuento.

Para hacer el cálculo del punto muerto asumiendo un incremento anual del 5% en las unidades vendidas, en la celda E7 del archivo Entradas escribimos 5%, y repetimos el procedimiento con la función buscar objetivo, obteniendo un resultado de 852 unidades para el primer año.

El punto de equilibrio para este proyecto es de 400 unidades, lo que significa que para que no se pierda ni se gane dinero contablemente se debe vender anualmente este número de unidades, mientras que para que el proyecto sea rentable no se deben vender menos de 923 unidades. Este análisis es importante porque nos indica que para que una empresa sea un buen negocio no basta con que genere utilidades sino que se requiere que sea rentable, sin olvidar la capacidad de generación de efectivo para cumplir con sus compromisos de corto plazo, es decir, que sea líquida.

Análisis de sensibilidad con variaciones en el precio unitario de venta

Mediante este análisis podemos conocer cómo afecta a la rentabilidad del proyecto una variación en el precio unitario de venta, manteniendo constante, durante todo el período de evaluación, un volumen de ventas de 1.200 unidades y las demás variables.

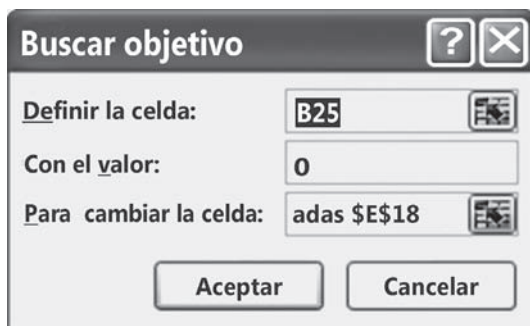
Precio de venta	VPN	TIR
\$ 39.000	8.947.315	39.46%
\$ 38.000	6.470.184	36.83%
\$ 37.000	3.993.053	34.20%

Se observa en los resultados de la tabla que en la medida en que disminuye el precio de venta unitario disminuye el valor del VPN y la TIR, lo que indica que entre la variación de la variable Precio de venta unitario y la rentabilidad del proyecto existe una relación directa.

Análisis del punto muerto

Con Buscar objetivo de Excel podemos calcular el precio unitario variable mínimo para que el proyecto sea rentable, es decir, el que hace el $VPN = 0$ y la $TIR = 30.00\%$, que es la tasa de descuento. Inicialmente calculemos el punto muerto asumiendo que no habrá incremento anual en el volumen de ventas.

En el archivo Entradas escribimos 0% en la celda E7, para indicar que no habrá incremento anual en las unidades vendidas. En el archivo Flujo de Caja Proyecto nos ubicamos en la celda B25 y hacemos clic en Datos, Análisis Y Si y clic en buscar objetivo. Aparece el siguiente cuadro de diálogo:



En **Definir la celda** escribimos B25, que es la celda correspondiente al VPN y que deseamos que tome un valor determinado; en **Con el valor** escribimos cero, que es el valor que debe tomar el VPN, y en **Para cambiar la celda** escribimos Entradas!\$E\$18 (o hacemos clic en la celda E18 del archivo Entradas), que es la celda que corresponde al precio de venta unitario en el archivo Entradas. Hacemos clic en aceptar y nuevamente en aceptar y obtenemos un valor en la celda E18 del archivo Entradas de \$35.388. Si chequeamos la celda B26 del archivo Flujo Caja Proyecto, correspondiente a la TIR, aparece un valor de 30.00% que es la tasa de descuento.

Para hacer el cálculo del punto muerto asumiendo un incremento anual del 5% en las unidades vendidas, en la celda E7 del archivo Entradas escribimos 5%, y repetimos el procedimiento con la función buscar objetivo, obteniendo un precio de venta unitario de \$34.201.

Análisis de sensibilidad con variaciones en el costo unitario variable

Mediante este análisis podemos conocer cómo afecta a la rentabilidad del proyecto una variación en el costo unitario variable, manteniendo constante durante todo el período de evaluación un volumen de ventas de 1.200 unidades y las demás variables.

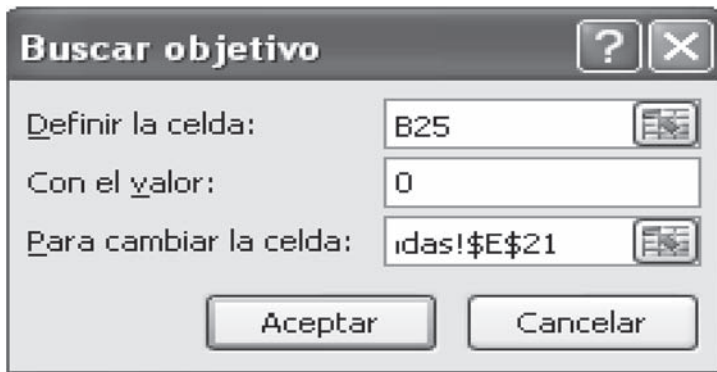
Costo unitario	VPN	TIR
\$ 19.000	13.901.576	44.76%
\$ 18.000	16.378.707	47.43%
\$ 17.000	18.855.837	50.10%

Se observa en los resultados de la tabla que en la medida en que disminuye el costo unitario variable aumenta el valor del VPN y la TIR, lo que indica que entre la variación de la variable Costo Unitario Variable y la rentabilidad del proyecto existe una relación inversa.

Análisis del punto muerto

Con **Buscar objetivo** de Excel podemos calcular el precio unitario variable mínimo para que el proyecto sea rentable, es decir, el que hace el $VPN = 0$ y la $TIR = 30.00\%$, que es la tasa de descuento. Inicialmente calculemos el punto muerto asumiendo que no habrá incremento anual en el volumen de ventas.

En el archivo Entradas escribimos 0% en la celda E7, para indicar que no habrá incremento anual en las unidades vendidas. En el archivo Flujo de Caja Proyecto nos ubicamos en la celda B25 y hacemos clic en Datos, Análisis Y Si y clic en **Buscar objetivo**. Aparece el siguiente cuadro de diálogo:



En **Definir la celda** escribimos B25, que es la celda correspondiente al VPN y que deseamos que tome un valor determinado; en **Con el valor** escribimos cero, que es el valor que debe tomar el VPN y en **Para cambiar la celda** escribimos Entradas!\$E\$21 (o hacemos clic en la celda E21 del archivo Entradas), que es la celda que corresponde al costo unitario variable en el archivo Entradas. Hacemos clic en aceptar y nuevamente en aceptar y obtenemos un valor en la celda E21 del archivo Entradas de \$24.612. Si chequeamos la celda B26 del archivo Flujo Caja Proyecto, correspondiente a la TIR, aparece un valor de 30.00%, que es la tasa de descuento.

Para hacer el cálculo del punto muerto asumiendo un incremento anual del 5% en las unidades vendidas, en la celda E7 del archivo Entradas escribimos 5%, y repetimos el procedimiento con **Buscar objetivo**, obteniendo un costo unitario variable de \$25.799.

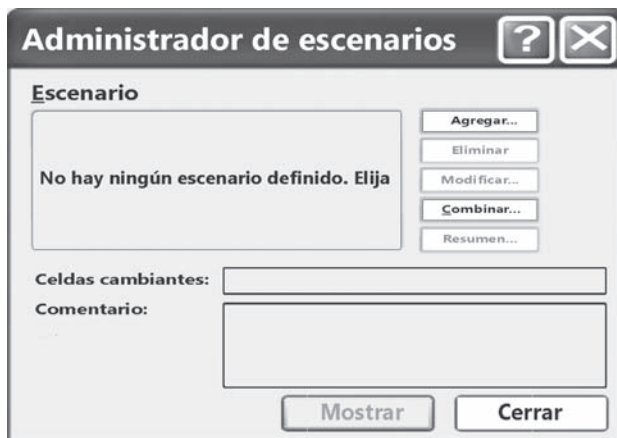
Administrador de escenarios

Por escenario se entiende un conjunto de valores que se utilizan para prever los resultados de un modelo de hoja de cálculo. Los escenarios son útiles si se trabaja con variables inciertas. Por ejemplo, para la evaluación financiera de un proyecto de inversión no exis-

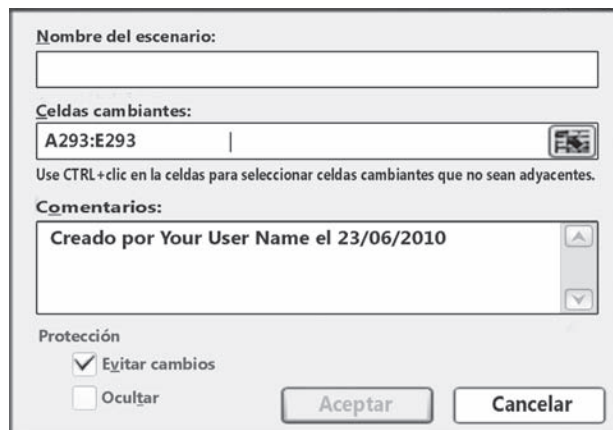
te certidumbre sobre el volumen de ventas, nivel de ingresos y egresos. Podemos definir distintos valores (escenarios) para cada una de estas variables y, al cambiar entre escenarios podremos, realizar un análisis. ¿Qué pasaría si...? Con la herramienta Escenarios de Excel podemos hacer un análisis de sensibilidad más amplio, porque podemos sensibilizar hasta 32 variables al mismo tiempo.

Para este caso, podemos crear varios escenarios que le permitirán al evaluador ampliar el análisis de sensibilidad, y al inversionista tener mayores elementos de juicio para tomar la decisión de la inversión. Vamos a crear dos escenarios: pesimista y regular.

El procedimiento para crear los escenarios utilizando el programa es el siguiente: en el archivo Flujo de Caja Proyecto activamos el botón Escenarios que aparece en la parte superior izquierda de la hoja, hacemos clic en Datos, Análisis Y Si y clic en escenarios y aparece el siguiente cuadro de diálogo:



Hacemos clic en Agregar y aparece el siguiente cuadro de diálogo:



Vamos a crear un primer escenario, que lo llamaremos REGULAR. En la casilla **Nombre del escenario** escribimos REGULAR y en la casilla **Celdas cambiantes** escribimos las referencias de celdas que van a cambiar de valor (basta con que haga clic en cada celda donde aparecen las variables que vamos a sensibilizar, seguidas de un punto y coma). Tomaremos como celdas cambiantes: unidades vendidas para el primer año, precio de venta unitario y costo unitario variable. Debe aparecer en la casilla de Celdas cambiantes: \$E\$295; \$E\$307; \$E\$310. Se recuerda que se pueden sensibilizar hasta 32 variables.

Agregar escenario

Nombre del escenario:
REGULAR

Celdas cambiantes:
\$E\$295;\$E\$307;\$E\$310

Use CTRL+clic en las celdas para seleccionar las celdas cambiantes no adyacentes.

Comentarios:
Creado por USER el 29/01/2013

Protección

Evitar cambios
 Ocultar

Aceptar Cancelar

Hacemos clic en aceptar y aparece el siguiente cuadro de diálogo:

Valores del escenario

Introduzca un valor para cada celda cambiante.

<u>1</u> :	\$E\$295	1150
<u>2</u> :	\$E\$307	39500
<u>3</u> :	\$E\$310	21000

Agregar Aceptar Cancelar

En la casilla 1 ingresamos 1150, en la casilla 2 ingresamos 39500 y en la casilla 3 ingresamos 21000. Damos aceptar y hacemos clic en Agregar para crear otro escenario, que llamaremos PESIMISTA. Repetimos el procedimiento anterior ingresando en el cuadro de diálogo Valores del escenario. En la casilla 1 ingresamos 1100, en la casilla 2 ingresamos 39000 y en la casilla 3 ingresamos 22000. Hacemos clic en Aceptar y en Resumen y obtenemos el siguiente resumen de escenario:

Resumen de escenario			
	Valores Actuales	REGULAR	PESIMISTA
Celdas cambiantes			
\$E\$295	1.200	1.150	1.100
\$E\$307	40.000	39.500	39.000
\$E\$310	20.000	21.000	22.000
\$E\$177	11.424.445	5.799.294	463.785
\$E\$178	42.11%	36.12%	30.51%
Nota: La columna de valores actuales representa los valores de las celdas cambiantes en el momento en que se creó el informe resumen de escenario. Las celdas cambiantes cada escenario se muestran en gris.			

Para ventas anuales de 1.200 unidades, con un precio unitario de venta de \$40.000 y un costo unitario variable de \$ 20.000, sin cambiar el valor de las otras variables (escenario actual) el proyecto es rentable. Si las ventas disminuyen a 1.150 unidades, el precio unitario de venta se reduce a \$39.500 y el costo unitario variable aumenta a \$21.000 (escenario regular), sin sufrir modificaciones las otras variables, el proyecto es rentable. Para ventas anuales de 1.100 unidades, precio unitario de venta de \$39.000 y costo unitario variable de \$22.000 (escenario pesimista), el proyecto es rentable.

⊙ Cuestionario

1. ¿Para qué se realiza un análisis de sensibilidad?
2. ¿Para qué se calcula el punto muerto?
3. ¿Es posible que una empresa trabaje por encima del punto de equilibrio y no sea rentable? Explique.
4. ¿Qué diferencia existe entre el punto de equilibrio y el punto muerto?
5. ¿Qué es el índice de sensibilidad?

Bibliografía

- BACA URBINA, Gabriel. *Fundamentos de Ingeniería Económica*. Mc. Graw Hill, 1994.
- BODIE Y MERTON. *Finanzas*. Prentice Hall, 1999.
- BREALEY Y MYERS. *Principios de Finanzas Corporativas*. Mc. Graw Hill, 1993.
- GALLARDO, Juan. *Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión*. Mc. Graw Hill, 1988.
- GARCÍA, Óscar León. *Administración Financiera*. S. Ed. Tercera Edición, 1999.
- GITMAN, Lawrence. *Fundamentos de Administración Financiera*. Harla, 1996.
- GRANT Y LEAVENWORTH. *Principios de Ingeniería Económica*. Cecca, 1989.
- GUTIÉRREZ MARULANDA, Luis Fernando. *Finanzas Prácticas para Países en Desarrollo*. Norma, 1994.
- INFANTE VILLARREAL, Arturo. *Evaluación Financiera de Proyectos de Inversión*. Norma, 1991.
- MEZA OROZCO, Jhonny. *Matemáticas Financieras Aplicadas*. ECOE Ediciones, Tercera edición, 2008.
- MOKATE, Karen Marie. *Evaluación Financiera de Proyectos*. Alfaomega, 2004.
- MIRANDA, Juan José. *Gestión de Proyectos*. MB Editores, 1997.
- SACHS, Larrain. *Macroeconomía*. Prentice Hall, 1994.
- SAPAG CHAIN, Nassir. *Criterios de Evaluación de Proyectos*. Mc. Graw Hill, 1999.
- SAPAG CHAIN, Nassir y Reinaldo. *Preparación y Evaluación de Proyectos*. Mc. Graw Hill, 2000.
- SERRANO, Javier, VILLARREAL Julio. *Fundamentos de Finanzas*. Mc. Graw Hill, 1998.
- VAN HORNE, James. *Fundamentos de Administración Financiera*. Prentice Hall, 1998.
- VARELA, Rodrigo. *Evaluación Económica de Inversiones*. Norma, 1998.
- VÉLEZ PAREJA, Ignacio. *Decisiones de inversión*. CEJA., 1998.
- WESTON, Fred; BRIGHAM, Eugene. *Fundamentos de Administración Financiera*. Mc. Graw Hill, 1995.

Otros títulos de interés:

Matemáticas financieras aplicadas
Jhonny de Jesús Meza Orozco

Formulación y evaluación de
proyectos
Marcial Córdoba Padilla

Creación y consolidación de
empresas
Ramiro Antonio Zuluaga Giraldo

Administración de proyectos en
informática
Francisco Toro

Dirección estratégica
Luis Carlos Palacios Acero

Proyectos, enfoque gerencial
Jorge Eliécer Prieto Herrera

Negociación. Arte empresarial
Andrés Zapata P.

Proyectos de inversión para las PyME
Juan Antonio Flores Uribe

Evaluación financiera de proyectos



De las decisiones financieras que toma un inversionista, la decisión de la inversión viene a ser la más delicada porque compromete grandes recursos y, al mismo tiempo, puede significar su éxito o fracaso empresarial. Pocos inversionistas pueden recuperarse después de tomar decisiones de inversión equivocadas. Aunque un buen estudio de proyectos no garantiza el éxito del mismo, hoy día es recomendable hacer acopio de la mayor información posible antes de comprometer recursos en una inversión. Además, una mala decisión de inversión tiene efectos colaterales, pues no solo afecta a quien la toma sino que su fracaso repercute en otros actores del entorno, tales como proveedores, clientes y empleados.

El propósito de este libro es aportar todos los elementos y técnicas de análisis requeridas para realizar una evaluación financiera confiable, partiendo de los resultados de la formulación del proyecto, es decir, con el apoyo de la información obtenida en los estudios de mercado, técnico, organizacional y financiero. El libro está orientado a estudiantes y docentes del área de finanzas y proyectos, así como a los pequeños inversionistas que requieren de un instrumento que les provea información para tomar la delicada decisión de la inversión y, en general, a todas las personas interesadas en el tema de proyectos de inversión.

Forman parte integral de este libro dos modelos de evaluación financiera de proyectos desarrollados en Excel, los cuales el lector puede descargar del SIL, estos corresponden uno a empresas manufactureras y el otro a empresas comerciales y de servicios.

Área: Administración

Colección: Ciencias administrativas

ECOE
EDICIONES



ISBN 978-958-648-854-9



9 789586 488549

e-ISBN 978-958-648-855-6