Nassir Sapag Chaín

Proyectos de inversión
Formulación y evaluación



PEARSON
Prentice Hall

CD con EasyPlanEx
100 ejercicios resueltos en Excel®
y glosario

Proyectos de Inversión
Formulación y Evaluación

Proyectos de Inversión
Formulación y Evaluación

Nassir Sapag Chaín
Ingeniero Comercial,
Magíster en Administración
Decano Facultad de Economía y Negocios
Universidad San Sebastián

Revisión Técnica

Adrián Salvador Tarallo
Profesor Titular y Director Maestría en Finanzas
Facultad de Ciencias Económicas y Estadística
Universidad Nacional de Rosario - Argentina

David Cohen Rosales
Economista
Profesor de Postgrado y Pregrado
Universidad de Externado de Colombia
Universidad de La Sabana - Colombia

Douglas Antonio Zelaya Bueso
Profesor de Postgrado
Facultad de Ciencias Económicas
Universidad Nacional Autónoma de Honduras - Honduras

Alberto Zapater
Decano
Universidad ESAN - Perú

PEARSON
Educación

Chile • Argentina • Brasil • Colombia • Costa Rica • España
Guatemala • México • Perú • Puerto Rico • Venezuela

Datos de catalogación bibliográfica

Nassir Sapag Chaín
Proyectos de Inversión. Formulación y Evaluación
Pearson Educación de México S.A. de C.V., 2007
ISBN 10: 970260964X
ISBN 13: 9789702609643
Formato: 18,5 x 23,5 cm Páginas: 488

Editora: María Fernanda Castillo

Diseño y Diagramación: Víctor Goyburo

Corrección de estilo: Diana Cornejo / Alessandra Canessa

Diseño y fotografía de portada: Víctor Goyburo

Primera edición, 2007

D.R. © 2007 por Pearson Educación de México S.A. de C.V.
Atlacomulco Nº 500, 5º piso
Col. Industrial Atoto
53519 Naucalpan de Juárez, Estado de México

Prentice Hall es una marca registrada de **Pearson Educación de México** S.A. de C.V.

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta publicación pueden reproducirse, registrarse o transmitirse, por un sistema de recuperación de información en ninguna forma ni por ningún medio, sea electrónico, mecánico, fotoquímico, magnético o electroóptico, por fotocopia, grabación o cualquier otro, sin permiso previo por escrito del editor.

ISBN 10: 970260964X
ISBN 13: 9789702609643

Impreso en México / Printed in Mexico

A la memoria
de mi hermano Manir
y de mis padres,
don Chucre y doña Amelia.

A mi familia:
mi esposa Cristina,
mis hijos Andrea y Álvaro (y Rodrigo),
mis nietos Sofía e Ignacio
y mis hermanos Minerva, Fernando y Reinaldo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Acerca del autor 11

Prefacio 13

1. Conceptos introductorios 17
- 1.1 Tipologías de proyectos 19
- 1.2 Estudios de viabilidad 23
- 1.3 Etapas de un proyecto 28
- 1.4 El proceso de estudio del proyecto 32
- Preguntas y problemas 38
- Bibliografía 40

2. Comportamientos del mercado: marco económico y predictivo 41
- 2.1 Conceptos económicos básicos para el análisis de inversiones 41
  - 2.1.1 Comportamiento de la demanda 42
  - 2.1.2 Comportamiento de la oferta 48
  - 2.1.3 Comportamiento de los costos 50
  - 2.1.4 Maximización de los beneficios 54
- 2.2 El estudio del mercado 56
  - 2.2.1 El mercado proveedor 58
  - 2.2.2 El mercado competidor 60
  - 2.2.3 El mercado distribuidor 63
  - 2.2.4 El mercado consumidor 64
- 2.3 Técnicas de predicción para análisis económicos 67
  - 2.3.1 Técnicas cuantitativas de predicción 67
  - 2.3.2 Técnicas cualitativas de predicción 87
- Preguntas y problemas 93
- Bibliografía 96

3. Estudio técnico del proyecto 97
- 3.1 Balance de equipos 99
- 3.2 Balance de obras físicas 102
- 3.3 Balance de personal 104
- 3.4 Balance de insumos 105
- 3.5 Tamaño 107
- 3.6 Localización 109
- 3.7 Técnicas de estimación de costos usando estándares 111
  - 3.7.1 Factores combinados 112
  - 3.7.2 Factor exponencial 113
  - 3.7.3 Regresión simple 114
- Preguntas y problemas 118
- Bibliografía 120

4. Aspectos tributarios, legales y administrativos 121
4.1 Efectos tributarios 122
4.1.1 Venta de activos 122
4.1.2 Compra de activos 126
4.1.3 Variación de costos 128
4.1.4 Endeudamiento 129
4.2 Efecto tributario relevante para la evaluación 131
4.3 Impuesto al valor agregado (iva) 135
4.4 Inversiones y costos de la administración 137
4.5 Efectos económicos de las variables legales 138
Preguntas y problemas 139
Bibliografía 142

5. Costos e inversiones 143
5.1 Inversiones del proyecto 144
5.2 Cómo determinar la inversión en capital de trabajo 145
5.3 Costos relevantes 156
5.4 Costos contables no desembolsables 162
5.5 Costos de falla y políticas de mantenimiento 164
5.6 Curva de aprendizaje 171
5.7 Garantía sobre los equipos nuevos 175
5.8 Tasa de crecimiento de los costos de mantenimiento 176
5.9 Costos de una mejora o reparación mayor 178
5.10 Irrelevancia de algunos costos asignados 179
Preguntas y problemas 180
Bibliografía 186

6. Cálculo de beneficios del proyecto 187
6.1 Ingresos, ahorro de costos y beneficios 188
6.1.1 Ingresos por venta de productos o servicios 189
6.1.2 Ingresos por venta de activos 193
6.1.3 Ahorro de costos 195
6.2 Cálculo de valores de desecho 199
6.3 Valor de desecho contable 200
6.4 Valor de desecho comercial 200
6.5 Valor de desecho económico 203
6.6 Aplicación de los modelos 205
Preguntas y problemas 209
Bibliografía 214

7. Cómo construir los flujos de caja del proyecto 215
7.1 Estructura general de un flujo de caja 216
7.2 Cómo construir un flujo de caja para medir la rentabilidad

de los recursos propios y la capacidad de pago 221
7.2.1 Financiamiento del proyecto con deuda 222
7.2.2 Financiamiento del proyecto con *leasing* 225
7.3 Situación base frente a situación con proyectos o análisis incremental 227
7.4 Flujo de caja para una desinversión 234
7.5 Alquilar o comprar 237
Preguntas y problemas 241
Bibliografía 245

8. Cálculo y análisis de la viabilidad económica 247
8.1 Conceptos básicos de matemáticas financieras 247
8.1.1 Equivalencias entre un valor actual y un valor final 248
8.1.2 Equivalencias entre un valor actual o futuro y una serie de pagos uniformes 251
8.2 Criterios de evaluación 255
8.2.1 Valor actual neto 255
8.2.2 Tasa interna de retorno 256
8.2.3 Período de recuperación de la inversión 257
8.2.4 Relación beneficio–costo 258
8.3 Valor económico agregado 259
8.4 Evaluación de proyectos a nivel de perfil 264
8.5 Valuación de opciones aplicada a la evaluación de proyectos 268
Preguntas y problemas 271
Bibliografía 275

9. Evaluación de inversiones ante incertidumbre 277
9.1 Análisis de inversiones en condiciones de riesgo e incertidumbre 278
9.2 Análisis de sensibilidad 289
9.3 Simulación de MonteCarlo: uso del Crystal Ball 298
Preguntas y problemas 306
Bibliografía 312

10. Cálculo de la tasa de costo de capital 313
10.1 El costo del capital 313
10.2 El valor actual neto ajustado 315
10.3 Ajuste a la tasa de descuento 318
10.3.1 Costo de capital promedio ponderado de los betas 318
10.3.2 Costo promedio ponderado del capital 320
10.3.3 Ajuste de los flujos de caja y de la tasa de descuento 324

10.4 Variaciones en la tasa de descuento 325
Preguntas y problemas 327
Bibliografía 330

11. Análisis optimizante del proyecto 331
11.1 Estimación de momentos óptimos 331
11.1.1 El momento óptimo de invertir 332
11.1.2 Momento óptimo de hacer un reemplazo 334
11.1.3 Momento óptimo de abandonar un inversión 342
11.2 Determinación del tamaño óptimo 347
11.2.1 Determinación del tamaño óptimo en un proyecto con demanda creciente 351
11.2.2 Determinación del tamaño óptimo de un proyecto con demanda constante 355
11.3 Selección óptima de proyectos con racionamiento de recursos 358
Preguntas y problemas 369
Bibliografía 372

12. *Outsourcing*, reemplazo, ampliación, abandono e internalización 373
12.1 Proyectos de outsourcing 373
12.2 Proyectos de reemplazo 379
12.3 Proyectos de ampliación 383
12.4 Proyectos de abandono 387
12.5 Proyectos de internalización 390
Preguntas y problemas 392
Bibliografía 395

Anexo 1. Estudio de casos 397
A1.1 Caso 1: *outsourcing* de actividades de mantenimiento 397
A1.2 Caso 2: reemplazo de sistema de evacuación de residuos 406
A1.3 Caso 3: ampliación de niveles de operación 411
A1.4 Caso 4: abandono de un área de negocio 418
A1.5 Caso 5: internalización de procesos de mantenimiento externo 429

Anexo 2. EasyPlanEx 437
A2.1 Una solución a la formulación y evaluación óptima de proyectos 438
A2.2 Introducción a EasyPlanEx 440
A2.3 Desarrollo de un caso 447

Índice temático 479

Acerca del autor

Nassir Sapag Chain (1950) es Ingeniero Comercial, Contador Auditor y Magíster en Administración. Actualmente es decano de la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad San Sebastián. Ha sido Profesor Titular de la Universidad de Chile, donde ha ocupado los cargos de director de departamento, Vicedecano, Decano y Prorrector. Como consultor internacional ha trabajado para el BID, OEA, IICA, Interamerican Foundation, PNUD y consultor de instituciones públicas y privadas en la casi totalidad de los países hispanoamericanos. Entre otros cargos, destacan los de Presidente del directorio de REUNA S.A., miembro del directorio de Editorial Universitaria S.A., de la Empresa Portuaria de San Antonio, de REFAX Chile S.A. y de la Fundación Hospital Clínico de la Universidad de Chile. Fue durante dos períodos Director Ejecutivo de CLADEA, organismo que agrupa a las más importantes escuelas de administración de América y Europa. Anualmente participa como profesor internacional de los cursos de posgrado de ADEN Business School en Argentina, Colombia, Panamá, Ecuador, Honduras, Puerto Rico, Costa Rica, San Salvador, República Dominicana y Guatemala; y como profesor de las Universidades ESAN de Perú, Nacional de Córdoba y Rosario en Argentina y CEMLA en Bolivia. Ha participado en congresos, actividades académicas y culturales, además de los países ya mencionados, en Rusia, Marruecos, Austria, Grecia, Alemania, Egipto, Francia, Turquía, Mónaco, Malta, Italia, Túnez, España, Portugal, Estados Unidos, Puerto Rico, México, Venezuela y Brasil.

Es autor de 18 libros editados por las más grandes editoriales en España, México, Colombia, Argentina y Chile y de más de 60 artículos especializados, además del primer curso interactivo multimedia realizado por la Universidad de Chile. Es uno de los académicos hispanoamericanos más citados en la bibliografía especializada.

Entre otras distinciones, destacan el Premio a la Exportación no Tradicional Imagen País (por sus libros) de ASEXMA (Asociación de Exportadores Manufactureros) y más de veinte premios como mejor profesor.

Prefacio

En mi libro anterior señalaba que durante años la literatura ha tratado detenidamente el tema de la evaluación de proyectos como creación de nuevos negocios, en circunstancias de que la gran mayoría de los estudios de proyectos se hacen en empresas en marcha. La finalidad que motivó una publicación que profundizara sobre este tema fue servir de apoyo a los profesionales y estudiantes de muy distintas disciplinas, para que puedan desenvolverse adecuadamente en los complejos procesos de evaluar las ideas de proyectos que surgen de la observación permanente de los problemas susceptibles de mejorar, o de las oportunidades de negocio posibles de aprovechar, ambos aspectos fundamentales en el logro de una mayor eficiencia de las empresas.

En esta edición se agregan importantes materias que van tras el mismo objetivo original. Sin embargo, se incorpora también un detallado análisis, tanto de la manera de formular, preparar y evaluar un proyecto para la creación de nuevas empresas, como de aquella que se debe realizar dentro de una empresa existente para mejorar una situación dada.

Si bien en casi todos los capítulos se han introducido mejoras, motivadas por comentarios de muchos de mis alumnos, los principales cambios que se observan son:

a. el capítulo 1 profundiza en la generación de ideas de proyectos como etapa previa a su evaluación. Mientras más ideas de proyectos existan, más posibilidades de asignar eficientemente los recursos habrá. Si muchas ideas no muestran ser rentables en su evaluación, se gana saber que hay que dejar de preocuparse de ellas, por lo menos hasta que las condiciones cambien;

b. el capítulo 2 es el que más innovaciones introduce. Desde un completo análisis de los mercados proveedor, competidor, distribuidor y consumidor como fuentes de información de variables económicas, hasta un detallado análisis del uso de Excel para hacer proyecciones, para lo que se incluyen ejemplos que facilitan su comprensión;

c. el capítulo 3 incorpora las herramientas de recolección de información económica derivada del estudio técnico y el uso de ella en el cálculo de costos e inversiones iniciales y de reposición. Se introduce el tema de tamaño óptimo (que se complementa en el capítulo 11) y se explica el impacto sobre los costos de la selección de una localización para el proyecto. Igual como en el capítulo 2, agrega una explicación del uso de Excel en la determinación de algunos costos;

d. el capítulo 4 incorpora un análisis de los costos e inversiones que se derivan de los aspectos administrativos y legales del proyecto;

e. el capítulo 5 mejora con nuevos ejemplos y formas de desarrollo en Excel para calcular la inversión en capital de trabajo;

f. el capítulo 6 agrega un nuevo modelo, a los dos tradicionales, para calcular el valor de la reserva de reposición cuando se trabaja con perpetuidades;

g. el capítulo 7 introduce un completo ejemplo de construcción de flujos de caja para la creación de nuevos negocios, desde tres perspectivas distintas: la medición de la rentabilidad del negocio, la medición de la rentabilidad de los recursos propios cuando el proyecto se financia con deuda o con *leasing* y la medición de la capacidad de pago, considerando que un proyecto puede ser rentable, pero el comportamiento de sus flujos no permite cumplir con los compromisos para el pago de la deuda;

h. el capítulo 8 complementa la evaluación tradicional con el análisis del uso de opciones reales para evaluar el proyecto;

i. el capítulo 9 desarrolla mejores ejemplos para entender el tema de la incertidumbre y el cálculo del beta del proyecto;

j. el capítulo 10 agrega nuevos ejemplos para calcular correctamente el costo de capital del proyecto e introduce nuevas explicaciones para el costo promedio ponderado del capital;

k. el capítulo 11 incorpora el uso de Excel para facilitar operaciones de cálculo en la optimización de la decisión y desarrolla un completo ejemplo para determinar el tamaño óptimo cuando existen diversas opciones tecnológicas de producción;

l. se agrega una anexo que explica, paso a paso, el uso del software EasyPlanEx para la optimización del proceso de formulación del proyecto y para un completo análisis de la relación rentabilidad-riesgo en los distintos escenarios sobre los que puede elegir el inversionista;

m. como ayuda para el estudiante, se incluye un CD con cien ejercicios resueltos, un completo glosario de términos vinculados al área de proyectos y el software EasyPlanEx.

Gran parte de estas innovaciones las debo a las inquietudes de mis alumnos de postgrado de las universidades de Chile, de Buenos Aires, Católica de Chile, Nacional de Córdoba, Católica de Córdoba, Nacional de Salta, Nacional de Tucumán, ESAN de Perú, Diego Portales, Andrés Bello, ESPOL de Guayaquil, Adolfo Ibañez, EMI de Bolivia, Autónoma de Asunción, ADEN Business School (en Honduras, Guatemala, San Salvador, Panamá, Costa Rica, Colombia, República Dominicana, Puerto Rico, Argentina, Paraguay y Ecuador) así como a los de CEMLA en Bolivia. A todos ellos mi gratitud por su anónimo e invalorable aporte.

Dos personas contribuyeron de manera especial con la edición de este libro: mi hija Andrea, profesora ayudante de las cátedras de Finanzas y Evaluación de Proyectos de la Universidad Gabriela Mistral, quien además de resolver la mayoría de los ejercicios, cuya solución se incluye en el CD, realizó las correcciones de los capítulos 9 y 10 y agregó los ejemplos que sin duda hacen más entendibles las materias de costo de capital e incertidumbre, y a Alexis Núñez, futuro coautor de un texto que ya iniciamos acerca del uso de herramientas computacionales en la formulación y evaluación de proyectos. A él debo gran parte de la simplificación de las explicaciones del uso del Excel que se agregan a esta edición.

Agradezco a Pearson Educación S.A., que a través de su sello editorial Prentice Hall logró posicionar rápidamente este texto en el mercado. Su equipo de profesionales es responsable en gran medida de la motivación para entregar esta edición. En especial a Juan Carlos Cavín, Jaime Valenzuela y José González, por la invariable confianza que por años han dado a mi trabajo académico y, muy particularmente, a María Fernanda Castillo, que con gran profesionalismo, paciencia y generosidad apoyó, en forma permanente, la mejora continua de este texto.

Como he expresado en cada uno de mis libros, esto es obra no sólo del autor sino de todos los que están detrás, quienes con su apoyo, comprensión, estímulo y permanentes muestras de cariño, hacen que este trabajo también les pertenezca.

Mi esposa Cristina, que desde que teníamos 14 años me ha acompañado incondicionalmente, todos los días de mi vida, es la principal motivación para seguir emprendiendo desafíos, junto con mis hijos Andrea y Álvaro, que con su cariño, ejemplo de vida y logros que me enorgullecen y que me empujan a compartir con todos mi conocimiento. Para ellos todo mi cariño y gratitud.

CAPÍTULO

1

Conceptos introductorios

Los criterios, técnicas y metodologías para formular, preparar y evaluar proyectos de creación de nuevas empresas se formalizaron por primera vez en 1958 en el libro *Manual de proyectos de desarrollo económico*[1]. Si bien en este medio siglo se han producido enormes cambios en la forma de estudiar los proyectos de inversión, el procedimiento general sigue centrándose en la recopilación, creación y sistematización de información que permita identificar ideas de negocio y medir cuantitativamente los costos y beneficios de un eventual emprendimiento comercial.

Además de los grandes avances observados en el desarrollo de modelos y técnicas de predicción y análisis, en la forma de sistematizar la información para que satisfaga los requerimientos de todos los agentes económicos que participan de la decisión y en los modelos complementarios de simulación y riesgo, se ha logrado introducir la preparación y evaluación de proyectos en casi todos los sectores de actividad: la salud, la iglesia, la educación, la defensa nacional, la entretención, y en todos aquellos que han comprendido la importancia de asignar correctamente los recursos, generalmente escasos, de que se disponen. Tan importante como tener recursos para hacer cosas es poder asignarlos racionalmente.

En este libro se aborda la forma sistemática de estudiar proyectos, ya sea de creación de nuevas empresas o de mejoramiento dentro de ellas. Su fin último es evitar el mal uso de los recursos o, lo que es lo mismo, ayudar a asignarlos eficientemente.

A diferencia de los estudios de proyectos de creación de nuevos negocios, las evaluaciones de proyectos que involucran modificar una situación existente, como las inversiones que las empresas realizan para su modernización, requieren consideraciones muy particulares y

[1] Naciones Unidas. *Manual de proyectos de desarrollo económico* (Publicación 5.58.11. G.5), México, 1958.

procedimientos de trabajo específicos y diferentes. Entre otras cosas, esto se debe a que, en el caso de estudiar un posible cambio de una situación vigente, la evaluación debe comparar el *beneficio neto*[2] entre la situación base (o actual), la situación actual optimada y la situación con proyecto. En otras palabras, se analiza la variación en la creación de valor futuro que tendría optar por una inversión (o desinversión) con relación al valor que se podría esperar si se mantiene la situación actual. Una opción que siempre se debe considerar al tomar una decisión es la de mantener las condiciones de funcionalidad vigentes.

En cualquier tipo de empresa, la gestión financiera de los directivos se caracteriza por la búsqueda permanente de mecanismos que posibiliten la creación y mantenimiento de valor, mediante la asignación y uso eficiente de los recursos. La evaluación de proyectos, en este contexto, se debe entender como un modelo que facilita la comprensión del comportamiento simplificado de la realidad, por lo que los resultados obtenidos, siendo útiles en el proceso decisional, no son exactos.

La formulación y evaluación de proyectos, tomada como un proceso de generación de información que sirva de apoyo a la actividad gerencial, ha alcanzado un posicionamiento indiscutible entre los instrumentos más empleados en la difícil tarea de enfrentar la toma de decisiones de inversión, tanto para crear nuevas empresas como para modificar una situación existente en una empresa en marcha, ya sea mediante el *outsourcing* o externalización de actividades que realiza internamente, la ampliación de sus niveles de operación o el reemplazo de su tecnología, entre otros tipos de proyectos.

Mientras en la evaluación de un proyecto nuevo todos los costos y beneficios deben ser considerados en el análisis, en la evaluación de proyectos de modernización sólo deben incluirse aquellos que son *relevantes* para la comparación. Un costo o beneficio es relevante si es pertinente para una decisión. Si, por ejemplo, se está evaluando la conveniencia de reemplazar una motoniveladora, no interesa el costo en que incurre la empresa en su sistema de comunicaciones ya que, con o sin proyecto de cambio, este costo seguirá siendo el mismo. Es decir, la cuantía del gasto en comunicaciones es un costo irrelevante para tomar la decisión de reemplazar una motoniveladora, como sería irrelevante el sueldo de un chofer para determinar la conveniencia de sustituir una ambulación o el monto del seguro contra incendio de un edificio si se evalúa pintar o empapelar sus oficinas.

El único costo que no debe ser considerado en la evaluación de un proyecto de creación de un nuevo negocio es el del estudio de viabilidad, por cuanto, aunque al momento de presentar el proyecto no esté pagado, es un costo que, haciéndose o no la inversión, igualmente se deberá asumir. Por este motivo, se considera irrelevante para la decisión.

[2] El beneficio neto representa la diferencia entre los costos (de funcionamiento e inversiones) de un proyecto y los beneficios esperados.

Este elemento, que se repetirá innumerables veces en este texto, creará una de las mayores dificultades a aquellos lectores que tengan conceptualizada una estructura de análisis de tipo contable, que tiene una forma diferente de considerar los costos y beneficios que la del evaluador de proyectos.

Dificultades tales como el impacto de una modernización sobre el nivel de inversión que financia los requerimientos de recursos por el desfase entre la ocurrencia de los egresos primero y la recaudación posterior de los ingresos, que corresponde a la *inversión en capital de trabajo* de la empresa; la forma de cálculo del valor remanente de la inversión al término de su período de evaluación o *valor de desecho* del proyecto, así como de un equipo existente en la empresa que se considera posible de reemplazar o el nuevo que se podría adquirir; la forma de incluir el impuesto al valor agregado (IVA) en los flujos de ingresos y egresos de caja; la determinación de los costos y beneficios incrementales ocasionados por la decisión de emprender una inversión; los ahorros tributarios asociados al proyecto; la diferenciación entre los costos contables asignados y los costos pertinentes que deben ser considerados para la decisión; la determinación del punto de conveniencia para hacer una modernización; la medición del grado de impacto que un cambio en el valor de una variable tenga sobre el resultado de la rentabilidad calculada para el proyecto o la *sensibilización* de una variable con impacto dual hacia la situación actual y hacia la situación con proyecto; y el momento óptimo de efectuar la modernización son algunas de las particularidades que justifican un análisis especial para el estudio de este tipo de proyectos.

En los capítulos siguientes se pretende ofrecer un criterio general para enfrentar correctamente los problemas enunciados, con las correspondientes metodologías para un uso eficaz del instrumento.

Este capítulo, en particular, intenta exponer y caracterizar una tipología de las diferentes opciones que se observan al evaluar la enorme cantidad de proyectos de inversión que pretenden incorporar algún valor agregado a la empresa mediante un cambio que conduzca a una justificada modernización dentro de ella, así como explicar las bases conceptuales que posibilitarán la resolución de los diferentes casos que se analizan en los capítulos posteriores.

1.1 Tipologías de proyectos

Las opciones de inversión se pueden clasificar preliminarmente en *dependientes, independientes* y *mutuamente excluyentes*.

Las inversiones *dependientes* son aquellas que para ser realizadas requieren otra inversión. Por ejemplo, el sistema de evaluación de residuos en una planta termoeléctrica que emplea carbón depende de que se haga la planta, mientras que esta última necesita de la evacuación de residuos para funcionar adecuadamente. En este caso, se hablará de *proyectos complementarios* y lo más común será evaluarlos en conjunto.

Un caso particular de proyectos dependientes es el relacionado con proyectos cuyo grado de dependencia se da más por razones económicas que físicas, es decir, cuando realizar dos inversiones juntas ocasiona un *efecto sinérgico* en la rentabilidad, en el sentido de que el resultado combinado es mayor que la suma de los resultados individuales. El caso contrario, *efecto entrópico*, se produce cuando la realización de dos proyectos simultáneos hace obtener un resultado inferior que la suma de las rentabilidades individuales. Obviamente, esto no significa que deba optarse por una u otra inversión, ya que el resultado conjunto, probablemente, sea superior al de cada proyecto individual en la mayoría de los casos.

Las inversiones *independientes* son las que se pueden realizar sin depender ni afectar o ser afectadas por otros proyectos. Dos proyectos independientes pueden conducir a la decisión de hacer ambos, ninguno o sólo uno de ellos. Por ejemplo, la decisión de comprar o alquilar oficinas es independiente de la decisión que se tome respecto al sistema informático.

Las inversiones *mutuamente excluyentes*, como su nombre lo indica, corresponden a proyectos opcionales, donde aceptar uno impide que se haga el otro o lo hace innecesario. Por ejemplo, elegir una tecnología que usa petróleo en vez de carbón hace innecesario invertir en un sistema para evacuar cenizas y residuos del carbón.

Una complejidad adicional a las ya mencionadas es la gran diversidad de tipos de proyectos de modernización que se pueden presentar en una empresa en marcha, cada uno de los cuales requiere consideraciones especiales para su evaluación.

Una primera clasificación de estos proyectos se realiza en función de la *finalidad de la inversión*, es decir, del objetivo de la asignación de recursos que permite distinguir entre proyectos que buscan crear nuevos negocios o empresas y proyectos que buscan evaluar un cambio, mejora o modernización en una empresa existente. Entre estos últimos se identifican, por ejemplo, proyectos que involucran el *outsourcing*, la internalización de servicios o elaboración de productos provistos por empresas externas, la ampliación del nivel de operación de la empresa, el abandono de ciertas líneas de producción o el simple reemplazo o renovación de activos que pueden o no implicar cambios en algunos costos, pero no en los ingresos ni en el nivel de operación de la empresa.

Una clasificación más profunda permite identificar proyectos que enfrentan una ampliación mediante el reemplazo de equipos de poca capacidad por otros de mayor capacidad o que solucionan la ampliación con una inversión complementaria que adiciona equipos a los activos actuales. Con ambas alternativas se soluciona el mismo problema de crecimiento, pero con fuertes y distintas implicancias para el trabajo del evaluador, tal como se expondrá más adelante.

En algunas ocasiones se podrá identificar un tipo especial de proyecto de expansión, por cuando se evalúa una inversión que permita el lanzamiento de nuevos productos o la mejora de los existentes. Este caso no será tratado en forma especial en este texto, por cuanto su solución se asimila a lo que se expondrá para proyectos de ampliación (hacer más de lo mismo) o de internalización.



Figura 1.1
Tipología básica de proyectos.

Por último, cada uno de los casos anteriores puede clasificarse, también, en función de su fuente de financiamiento, distinguiéndose entre aquellos financiados con *leasing*[3], los financiados por endeudamiento –ya sea con el sistema financiero o con proveedores–, los financiados con recursos propios y los financiados una combinación de fuentes.

Muchas veces, la ampliación ocasionará aumentos tan importantes en los niveles de ingresos, que harán estimar como muy conveniente la modernización. Sin embargo, la ampliación puede provocar fuertes impactos en las estructuras de costos de la empresa, tanto en los directamente asociados con la ampliación como en los que indirectamente afectarán, por ejemplo, la administración y el mantenimiento de los sistemas de información y de control, entre otros. Por ello, para evaluar la conveniencia de crecer, será preciso demostrar que los incrementos en los costos son menores que el incremento en los beneficios. Un problema específico respecto a esto se relaciona con la situación de aquellas empresas que actualmente pudieran tener pérdidas, porque la modernización, si bien permitiría minimizarlas, no posibilita hacer todo el negocio rentable.

[3] Es una forma de financiar la adquisición de un activo, mediante la cual se compromete una serie de pagos futuros en la forma de un alquiler, con la opción de compra junto con el pago de la última cuota.

En este caso, deberá incluirse otro tipo de consideraciones complementarias a las únicamente económicas que provee el estudio de proyectos para tomar la mejor decisión.

Pero también los proyectos se pueden clasificar en función de la *finalidad del estudio*, es decir, de acuerdo con lo que se espera medir con su realización. En este contexto, es posible identificar tres tipos de proyectos que obligan a conocer tres formas diferentes de construir los flujos de caja para lograr el resultado deseado:

a. estudios para medir la rentabilidad de la inversión, independientemente de dónde provengan los fondos;
b. estudios para medir la rentabilidad de los recursos propios invertidos en el proyecto; y
c. estudios para medir la capacidad del propio proyecto para enfrentar los compromisos de pago asumidos en un eventual endeudamiento para su realización.

Es frecuente, por ejemplo, confundir la *rentabilidad del proyecto* con la *rentabilidad del inversionista*. Mientras en el primer caso se busca medir la rentabilidad de un negocio, independientemente de quién lo haga, en el segundo interesa, contrariamente, medir la rentabilidad de los recursos propios de quien realizará la inversión, en la eventualidad de que se lleve a cabo el proyecto. Considérese el siguiente ejemplo para observar la diferencia en el resultado entre ambas opciones.

Ejemplo 1.1

Un proyecto que requiere una inversión de $1.000 reditúa en un año $1.120, en moneda de igual valor, a quien lo realice. Es decir, le permite aumentar su riqueza en $120, lo que corresponde a una rentabilidad de 12% anual. Sin embargo, el inversionista no dispone del total de la inversión y debe necesariamente endeudarse para poder implementar el proyecto. Si un banco le presta los recursos faltantes, supongamos $800, a un tasa anual de 8%, a fin de año deberá devolverle el capital prestado más el interés cobrado. Es decir, deberá devolver $864. Si el proyecto le generaba una ganancia neta de $120 y por endeudarse debe pagar al banco $64 de interés, ahora al inversionista le quedan sólo $56. Si el proyecto exhibía una rentabilidad de 12%, sólo por el efecto del financiamiento el inversionista obtiene una rentabilidad de un 28%. Esto, por cuanto al recibir una ganancia de $56 sobre los $200 de su propia inversión (la diferencia entre el préstamo y el total de la inversión) sus recursos obtienen un retorno de 28%.

En la tabla 1.1 se sistematiza la situación expuesta y se pueden observar los resultados de las distintas rentabilidades de un mismo proyecto, si se incluye o no el efecto del financiamiento:

	0	1	Incremento	Tasa %
Flujo del proyecto	- 1.000	1.120	120	12
Financiamiento	800	- 864	- 64	8
Flujo del inversionista	- 200	256	56	28

Tabla 1.1
Rentabilidad del proyecto y rentabilidad del inversionista.

Obviamente, en este ejemplo no se han incluido elementos fundamentales de una comparación, como el valor tiempo del dinero o el efecto tributario del endeudamiento. Este último hace que la rentabilidad del inversionista sea aun mayor, por constituir los intereses un gasto contable que reduce la utilidad de la empresa y, por tanto, la cuantía de los impuestos que se deberán pagar. En el capítulo 7 se tratan ambos efectos en forma detallada.

Aunque la evaluación de proyectos de inversión en empresas en marcha tiene diferencias significativas respecto de la evaluación de proyectos para medir la conveniencia de la creación de nuevos negocios, los fundamentos conceptuales básicos son comunes a ambos tipos de estudios.

1.2 Estudios de viabilidad

La decisión de emprender una inversión, como todo proceso decisional, tiene cuatro componentes básicos:

a. el *decisor*, que puede ser un inversionista, financista o analista;
b. las *variables controlables* por el decisor, que pueden hacer variar el resultado de un mismo proyecto dependiendo de quién sea él;
c. las *variables no controlables* por el decisor y que influyen en el resultado del proyecto; y
d. las *opciones* o proyectos que se deben evaluar para solucionar un problema o aprovechar una oportunidad de negocios.

La responsabilidad del evaluador de proyectos será aportar el máximo de información para ayudar al decisor a elegir la mejor opción. Para esto es fundamental identificar todas las opciones y sus viabilidades como único camino para lograr uno óptimo con la decisión.

El análisis del entorno donde se sitúa la empresa y del proyecto que se evalúa implementar es fundamental para determinar el impacto de las variables controlables y no controlables, así como para definir las distintas opciones mediante las cuales es posible emprender la inversión. Tan importante como identificar y dimensionar las fuerzas del entorno que influyen o afectan el comportamiento del proyecto, la empresa o, incluso, el sector industrial al que pertenece, es definir las opciones estratégicas de la decisión en un contexto dinámico.

El estudio del entorno demográfico, por ejemplo, permite determinar el comportamiento de la población atendida por otras empresas y de aquella por atender con el proyecto, su tasa de crecimiento, los procesos de migración, la composición por grupos de edad, sexo, educación y ocupación, la población económicamente activa, empleada y desempleada, etc.

El estudio del entorno cultural obliga a realizar un análisis descriptivo para comprender los valores y el comportamiento de potenciales clientes, proveedores, competidores y trabajadores. Para ello es importante estudiar las tradiciones, valores y principios éticos, creencias, normas, preferencias, gustos y actitudes frente al consumo.

El estudio del entorno tecnológico busca identificar las tendencias de la innovación tecnológica en los procesos de producción y apoyo a la administración y el grado de adopción que de ella hagan los competidores.

Para recomendar la aprobación de cualquier proyecto es preciso estudiar un mínimo de tres viabilidades que condicionarán el éxito o fracaso de una inversión: la viabilidad técnica, la legal y la económica. Otras dos viabilidades, no incluidas generalmente en un proyecto, son la de gestión y la política. Estas dos, si bien pueden estudiarse cada una en forma independiente, se incorporan en este texto como parte de la viabilidad económica, aunque sólo en los aspectos que a esta corresponden.

Por otra parte, una viabilidad cada vez más exigida en los estudios de proyectos es la que mide el impacto ambiental de la inversión.

La *viabilidad técnica* busca determinar si es posible, física o materialmente, "hacer" un proyecto, determinación que es realizada generalmente por los expertos propios del área en la que se sitúa el proyecto. En algunos casos, el estudio de esta viabilidad puede llegar, incluso, a evaluar la capacidad técnica y el nivel de motivación del personal de la empresa que se involucraría en el nuevo proyecto. No se puede asumir que por el hecho de que la empresa está funcionando es viable técnicamente hacer más de lo mismo. La ampliación de la capacidad instalada se podría hacer construyendo un nuevo piso sobre el edificio, dependiendo de que las bases estructurales y las características técnicas lo permitan. Poner más maquinaria que funcione con energía eléctrica sólo se podrá hacer si existe la resistencia eléctrica necesaria en los transformadores.

La *viabilidad legal*, por otra parte, se refiere a la necesidad de determinar tanto la inexistencia de trabas legales para la instalación y operación normal del proyecto, como la falta de normas internas de la empresa que pudieran contraponerse a alguno de los aspectos de la puesta en marcha o posterior operación del proyecto. Suponiendo

que es viable técnicamente construir un nuevo piso sobre la estructura actual del edificio, todavía se debe determinar si la nueva altura está dentro de los rangos permitidos de constructibilidad y de los límites de las rasantes respecto del área del terreno.

La *viabilidad económica* busca definir, mediante la comparación de los beneficios y costos estimados de un proyecto, si es rentable la inversión que demanda su implementación. El resto de este texto se concentra en el análisis de la viabilidad económica de proyectos.

La *viabilidad de gestión* busca determinar si existen las capacidades gerenciales internas en la empresa para lograr la correcta implementación y eficiente administración del negocio. En caso de no ser así, se debe evaluar la posibilidad de conseguir el personal con las habilidades y capacidades requeridas en el mercado laboral; por ejemplo, al internalizar un proceso que involucre tareas muy distintas de las desarrolladas hasta ahora por la empresa.

La *viabilidad política* corresponde a la intencionalidad, de quienes deben decidir, de querer o no implementar un proyecto, independientemente de su rentabilidad.

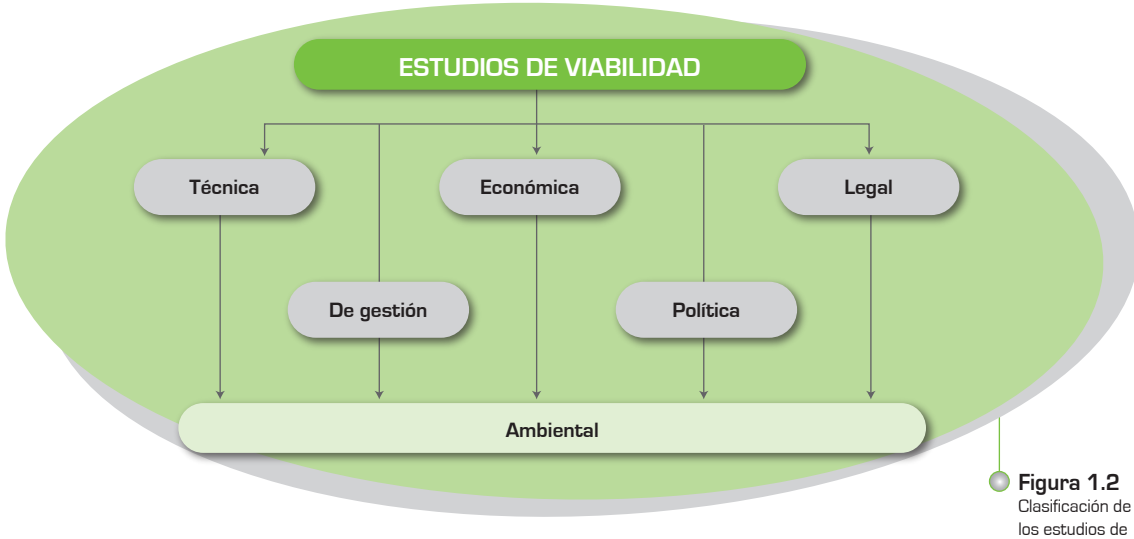


Figura 1.2
Clasificación de los estudios de viabilidad.

Dado que los agentes que participan en la decisión de una inversión, como los directivos superiores de la empresa, socios y directores del negocio, financista bancario o personal, evaluador del proyecto, etc., tienen grados distintos de aversión al riesgo, poseen información diferente y tienen expectativas, recursos y opciones de negocios

también diversas, la forma de considerar la información que provee un mismo estudio de proyectos para tomar una posición al respecto puede diferir significativamente entre ellos.

Ejemplo 1.2

Si se comparan los dos proyectos de la tabla 1.2, con los criterios tradicionales probablemente se opte por elegir el proyecto A, por tener un *valor actual neto*[4] substancialmente mayor que el del proyecto B. Dado que ambos requieren igual monto de inversión, que tienen la misma proyección de ventas, igual vida útil y suponiendo equivalentes condiciones de riesgo, la mayoría optaría por el primero, por ser más rentable.

	Proyecto A	Proyecto B
Inversión	$30.000	$30.000
Vida útil	10 años	10 años
Valor de desecho	0	0
Ventas	1.000 unidades/año	1.000 unidades/año
VAN	$12.000	$4.000
Ventas de equilibrio	950 unidades/año	650 unidades/año

Tabla 1.2
Sensibilización de la rentabilidad ante cambios en las ventas.

Sin embargo, al sensibilizar los dos proyectos, frente a cambios en los niveles de ventas, para determinar cuál es la cantidad básica que se debería vender para que se logre ganar únicamente lo que se exige como mínimo de retorno a la inversión, se observa que el proyecto A resiste como máximo una caída de 5% en las ventas, mientras que el proyecto B, el menos rentable, resiste una caída de 35%. Con esta información, probablemente muchos optarán por el segundo proyecto.

[4] El valor actual neto (VAN) es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, que señala cuánto se ganaría al hacerlo por sobre la rentabilidad que se le exige al proyecto y después de recuperada la inversión. O sea, si este resultado fuese 0, el proyecto es satisfactorio, porque da al inversionista justo lo que quiere ganar.

Nótese que esta sensibilización de la variable cantidad no hizo más riesgoso al proyecto A. Sólo agregó información para facilitar la toma de decisiones por parte de los distintos agentes involucrados en ella. Quienes crean posible vender mil unidades, o al menos 950, elegirán la alternativa *A* y quienes crean que es difícil llegar a ese volumen de ventas, probablemente optarán por la opción *B*.

Para apoyar la decisión, la evaluación deberá incorporar un dato adicional a la sola medición de una rentabilidad: la sensibilización de los resultados. Los análisis de sensibilidad constituyen, con respecto a esto, una de las más eficaces herramientas para apoyar la viabilidad política.

En el ejemplo 1.2 se podría dar el caso de que el inversionista considere más riesgoso el proyecto B que el A, si cree que el 5% de holgura en que puede caer la demanda del proyecto A es un rango muy alto frente a sus estimaciones y al valor que da al estudio de mercado y, al mismo tiempo, estima que el 35% de holgura del proyecto B es un rango muy bajo y riesgoso por las características que muestra el proyecto. Esto se observa, por ejemplo, en muchos proyectos que pretenden introducir una innovación tecnológica para sustituir un producto muy bien posicionado en el mercado como, por ejemplo, la fabricación de ventanas de PVC para sustituir a las de madera o aluminio. Por muchas y buenas que sean las características técnicas del PVC, el inversionista podría dudar sobre cómo lo percibe el cliente quien, incluso, podría considerarla erróneamente como "ventana de plástico" y, por lo tanto, asociarla a una menor calidad.

La *viabilidad ambiental*, por último, busca determinar el impacto que la implementación del proyecto tendría sobre las variables del entorno ambiental como, por ejemplo, los efectos de la contaminación. Esta viabilidad abarca a todas las anteriores, por cuanto tiene inferencias técnicas (selección del sistema de evacuación de residuos), legales (cumplimiento de las normas sobre impacto ambiental) y económicas (la elección de una opción que, aunque menos rentable que la óptima, posibilite el cumplimiento de las normas de aceptabilidad del proyecto como, por ejemplo, el tamaño de un edificio de estacionamientos para alquiler en función del impacto vial máximo permitido).

La viabilidad ambiental es diferente del estudio de impacto ambiental que se realiza en el estudio de la viabilidad económica. En este último se determinan tanto los costos asociados con las medidas de mitigación parcial o total, como los beneficios asociados con los años evitados, incluyéndose ambos efectos dentro del flujo de caja del proyecto que se evalúa.

Económicamente, las medidas de mitigación de daños ambientales se adelantan hasta el punto en que el valor marginal del daño evitado se iguale con el costo marginal del control de daños. Desde esta perspectiva se busca minimizar el costo total del proyecto, para lo cual es permisible un cierto nivel de daño ambiental residual, que en muchos casos no tiene un carácter permanente.

Desde el punto de vista de la medición de la rentabilidad privada, se deberán incluir los costos que más probablemente enfrentará el inversionista, como, por ejemplo, una compensación económica futura por el daño causado. Entre otros, se deberán incluir costos como los necesarios para cumplir con las normas de evacuación de gases o contaminación

de aguas; para eliminar, reciclar o biodegradar residuos sólidos que no pueden ser depositados en lugares controlados y autorizados para tales fines; y para acceder a materias primas que cumplan con normas vinculadas a residuos de embalajes.

1.3 Etapas de un proyecto

Hay muchas formas de clasificar las etapas de un proyecto de inversión. Una de las más comunes, y que se empleará en este texto, identifica cuatro etapas básicas: la generación de la idea, los estudios de preinversión para medir la conveniencia económica de llevar a cabo la idea, la inversión para la implementación del proyecto y la puesta en marcha y operación.

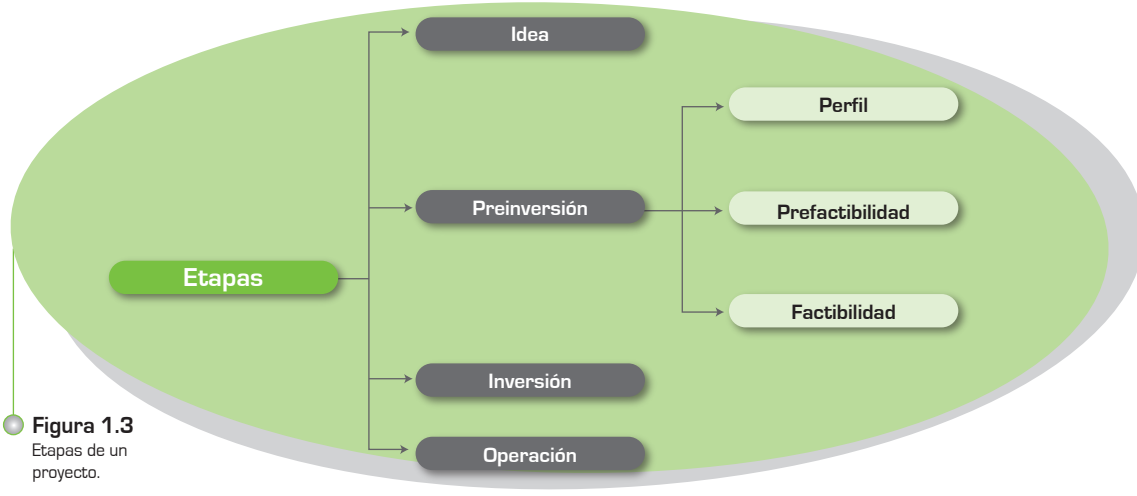


Figura 1.3
Etapas de un proyecto.

La *etapa de idea* corresponde al proceso sistemático de búsqueda de nuevas oportunidades de negocio o de posibilidades de mejoramiento en el funcionamiento de una empresa, el cual surge de la identificación de opciones de solución de problemas e ineficiencias internas que pudieran existir o de las diferentes formas de enfrentar las oportunidades de negocio que se pudieran presentar.

En el primer caso, de la identificación de problemas, son frecuentes los proyectos de *outsourcing* en los que la alternativa de externalizar un servicio o proceso pudiera suplir una ineficiencia interna para trabajar en los niveles de costos adecuados o

el reemplazo de un activo, donde el costo asociado al reemplazo es menor que el de continuar con él; o al de la internalización de procesos que se contratan externamente para, por ejemplo, aumentar la productividad del personal que no está plenamente ocupado.

Problemas frecuentes que dan origen a estudios de proyectos son las dificultades para abastecerse de insumos, la calidad inadecuada de la materia prima o del producto que elabora la empresa, las limitaciones de producción, los factores que hacen a la empresa ser seguidora y no líder de los cambios en el mercado, etc.

En el segundo caso, de la identificación de oportunidades de negocio, se encuentran proyectos como los de ampliación o los de internalización de algún proceso para aumentar la productividad de los trabajadores, si existiera *capacidad ociosa*, cuando es posible observar capacidad subutilizada de una empresa para producir. Por ejemplo, cuando tiene la posibilidad de producir más y no lo hace por razones fundamentalmente de falta de demanda o por inconveniencia económica.

La generación de ideas de proyectos no requiere sólo imaginación. Existen muchas y diversas fuentes de inspiración. La observación de lo que actualmente se hace permite deducir posibles mejoras, así como la revisión de las necesidades de la propia empresa y su entorno permiten apreciar grados de satisfacción de sus clientes. Si los requerimientos no están totalmente satisfechos, existe ahí una oportunidad de negocio. Por ejemplo, el envejecimiento de la población permite deducir un crecimiento futuro en la demanda de productos de mayor calidad y en formatos más específicos para matrimonios mayores que viven sin los hijos. El cambio en los hábitos de vida (más autonomía e independencia) y de consumo (alimentación, entretenimiento) hace demandar servicios cada vez más complejos, como el servicio de comida a domicilio.

Un nuevo proyecto que busque dar respuesta con una oferta innovadora efectiva a estos requerimientos exige que el producto o servicio sea el resultado de una búsqueda sistemática, en la cual se observe qué sucede en otros lugares y la posibilidad de que el mercado local adopte esos cambios. Ante el envejecimiento de la población, surgen las residencias de ancianos, la presentación de productos en tamaños más reducidos y con características apropiadas a matrimonios mayores que viven solos. En Estados Unidos se adoptó el término *woopies* para representar a la gente mayor y adinerada que, después de jubilarse, manifiesta nuevas necesidades de consumo y entretenimiento, dispone de una pensión segura (y en muchos casos alta) y tiene reducidas responsabilidades u obligaciones financieras.

Los jóvenes, por otra parte, tardan más en casarse y sus demandas son propias de quienes viven solos o en pareja antes de casarse. Esto explica los cambios en la oferta habitacional, donde se observa un crecimiento explosivo de viviendas unipersonales, así como de electrodomésticos diferenciados por su tamaño.

La participación cada día mayor de la mujer en el trabajo incrementa las ventas de comidas preparadas y la aparición de nuevos servicios domésticos y de apoyo al cuidado y educación de los hijos pequeños.

La demanda creciente por el perfeccionamiento profesional hace que se ofrezcan múltiples cursos de postgrado o de especialización y libros como este.

El retorno a la valorización del tiempo disponible y la preocupación por el culto al cuerpo sano están desarrollando el mercado de los gimnasios, los complementos nutricionales y los insumos deportivos.

Antes de evaluar la idea, esta debe definirse con precisión, especificando el valor creado o añadido para el cliente. La idea, así definida, debe confrontarse con el mercado potencial para determinar las razones de por qué será preferida en vez de lo ofertado por la competencia. Esto obliga a explicitar las ventajas comparativas, basándose en las debilidades de la competencia, donde la demanda no esté siendo satisfecha o lo esté de manera ineficiente.

El proceso de búsqueda de oportunidades de inversión se ve facilitado cuando es posible identificar las fortalezas específicas propias: ventajas diferenciadoras del producto, de los recursos y de las disponibilidades de insumos; cobertura diferenciada del mercado; organización de ventas o distribución más sólida; ventajas geográficas; desarrollo de aplicaciones innovadoras; capacidad para detectar anticipadamente cambios en el entorno, en los estilos de vida y en las necesidades de los consumidores; problemas en la competencia por calidad del producto, escasez de recursos, limitaciones de producción, insatisfacción del cliente, etc.

La eficacia del proceso de decisión se fundamenta en la capacidad para identificar el máximo de opciones de solución a cada problema u oportunidad de inversión. Es frecuente que el estudio de proyectos se inicie sobre la base de opciones ya definidas. El óptimo, sin embargo, puede estar en una opción no predefinida. Por ejemplo, si el proceso de producción pasa por dos máquinas cuya capacidad de producción es de 106 y 112 unidades/hora, respectivamente, y termina en una tercera que da el acabado al producto con una capacidad limitada a sólo 60 unidades/hora y se evalúa enfrentar una demanda equivalente a 100 unidades/hora, las opciones de solución son múltiples: hacer trabajar la tercera máquina en dos turnos, pagar sobretiempo a los trabajadores, subcontratar el servicio de acabado, comprar una segunda máquina o bajar todo el nivel de producción a 60 unidades/hora, entre otras.

La *etapa de preinversión* corresponde al estudio de la viabilidad económica de las diversas opciones de solución identificadas para cada una de las ideas de proyectos, la que se puede desarrollar de tres formas distintas, dependiendo de la cantidad y calidad de la información considerada en la evaluación: perfil, prefactibilidad y factibilidad.

Mientras menor cantidad y calidad tenga la información, más se acerca el estudio al nivel de perfil; y mientras más y mejor sea ésta, más se acerca al nivel de factibilidad. Es decir, la profundización de los estudios de viabilidad económica posibilita reducir la incertidumbre sobre algunas variables que condicionan el resultado en la medición de la rentabilidad de un proyecto, a costa de una mayor inversión en estudios.

El estudio en nivel de *perfil* es el más preliminar de todos. Su análisis es, en forma frecuente, *estático*[5] y se basa principalmente en *información secundaria*[6], generalmente de tipo cualitativo, en opiniones de expertos o en cifras estimativas. Su objetivo fundamental es, por una parte, determinar si existen antecedentes que justifiquen abandonar el proyecto sin efectuar mayores gastos futuros en estudios que proporcionen mayor y mejor información; y por otra, reducir las opciones de solución, seleccionando aquellas que en un primer análisis pudieran aparecer como las más convenientes.

Los niveles de *prefactibilidad* y *factibilidad* son esencialmente dinámicos; es decir, proyectan los costos y beneficios a lo largo del tiempo y los expresan mediante un flujo de caja estructurado en función de criterios convencionales previamente establecidos. En el nivel de prefactibilidad se proyectan los costos y beneficios sobre la base de criterios cuantitativos, pero sirviéndose mayoritariamente de *información secundaria*. En factibilidad, la información tiende a ser demostrativa, recurriéndose principalmente a *información de tipo primario*. La información primaria es la que genera la fuente misma de la información. Por ejemplo, mientras el costo promedio del metro cuadrado de construcción se usa a nivel de prefactibilidad por ser un promedio o estándar, en factibilidad debe realizarse un estudio detallado de cada uno de los ítems, para determinar la cuantía de los costos específicos de esa construcción en particular.

Otros estándares comunes usados en el nivel de prefactibilidad son el costo de combustible por unidad producida, la inversión por kilowatt de capacidad, el costo de transporte por tonelada/kilómetro movilizada, el costo de mantenimiento por unidad de producción, el porcentaje de pérdidas por manipulación de insumos, los kilómetros recorridos por litro de gasolina, etc.

Dependiendo de lo completo del estudio y lo convincente de los resultados obtenidos a nivel de perfil, se decidirá si se pasa a la etapa de prefactibilidad o directamente a la de factibilidad. En casi la totalidad de los casos, el nivel de perfil proporciona informaciones tan generales que se hace imprescindible realizar la prefactibilidad del proyecto.

Contrariamente a lo sostenido por varios autores, lo que parece más conveniente para la empresa no es llevar todo un estudio de viabilidad a nivel de factibilidad, sino hacerlo sólo con aquellas variables respecto de las cuales se tenga mayor incertidumbre. Así, por ejemplo, se podrían calcular ciertos costos de producción a nivel de prefactibilidad cuando los estándares son conocidos y altamente confiables y, en el mismo estudio, estimar la demanda a nivel de factibilidad cuando hay dudas razonables de la magnitud de ella calculada con información aproximada, como la de tipo secundario.

---

5 Compara, por ejemplo, los costos con los beneficios de un período considerado como representativo o promedio anual perpetuo del comportamiento de un proyecto.

6 La que proviene de fuentes de información secundaria, como la elaborada por terceros: promedios de precios de insumos, estándares de costos de construcción, tasa de crecimiento de la población revelada por el Instituto Nacional de Estadísticas, registros de importación del Banco Central y otras que pueden ser consideradas como representativas de la situación que se evalúa en el proyecto.

La etapa de *inversión* corresponde al proceso de implementación del proyecto, donde se materializan todas las inversiones previas a su puesta en marcha.

La etapa de *operación* es aquella en la que la inversión ya materializada está en ejecución; por ejemplo, el uso de una nueva máquina que reemplazó a otra anterior, la compra a terceros de servicios antes provistos internamente, el mayor nivel de producción observado como resultado de una inversión en la ampliación de la planta o con la puesta en marcha de un nuevo negocio.

1.4 El proceso de estudio del proyecto

El estudio de la rentabilidad de una inversión busca determinar, con la mayor precisión posible, la cuantía de las inversiones, costos y beneficios de un proyecto para posteriormente compararlos y determinar la conveniencia de emprenderlo. La primera etapa se conoce como la formulación y preparación de proyectos, donde la *formulación* corresponde al proceso de definición o configuración del proyecto, mientras que la *preparación* es el proceso de cálculo y estructuración de los costos, inversiones y beneficios de la opción configurada. La segunda etapa corresponde a la *evaluación del proyecto*.

La preparación del proyecto busca cuantificar los comportamientos más probables de ingresos y egresos de un proyecto. Sin embargo, muchas veces el proyecto no está configurado en forma completa y debe ser formulado previamente. Por ejemplo, si la localización no está definida, deberá estudiarse cuál de las opciones identificadas para la ubicación del proyecto es la más atractiva, si conviene alquilar o comprar las oficinas administrativas, si es mejor comprar una tecnología de bajo costo que dura pocos años o una más cara que debe reemplazarse en un tiempo mayor, si el transporte se debe hacer con vehículos propios o contratando el servicio de flete, etc. El estudio de estas opciones a nivel de perfil es un procedimiento al que se recurre cuando se busca formular el proyecto, por cuanto reduce los escenarios sobre los que se puede materializar la inversión.

Una vez configurado el proyecto, se estudian nuevamente y en forma más detallada los costos y beneficios asociados a cada una de las variables seleccionadas que, al ser analizadas a nivel de perfil, no fueron lo suficientemente profundizadas para cumplir con los niveles de calidad exigidos a la información en un estudio de prefactibilidad o de factibilidad. El resultado de la preparación de un proyecto es la construcción de un *flujo de caja* con la proyección en el tiempo de la estimación de la ocurrencia de los costos y beneficios vinculados a su implementación.

Por su cuantía y significación en los resultados de la evaluación, las inversiones son uno de los ítems que requiere la mayor dedicación en su estimación.

Las inversiones de un proyecto se pueden clasificar en dos grandes tipos: aquellas que se realizarán antes de la implementación del proyecto y las que se realizarán durante

su operación. Las primeras dan origen a lo que se denomina *calendario de inversiones*, el cual refleja detalladamente, en un presupuesto, la totalidad de las inversiones previas a la puesta en marcha del proyecto, en el momento en que ocurre cada una de ellas. El objeto de identificarlas en el momento más exacto en que ocurren es el de poder incorporar el efecto del *costo de capital* que se debe asumir por mantener inmovilizados recursos durante la etapa de construcción. Costo de capital es la tasa de retorno que, como mínimo, se le exige generar a la inversión requerida por el proyecto y que equivale a la rentabilidad esperada, a la que se renuncia por invertir en un proyecto económico de riesgo similar.

En algunos casos, la etapa de inversión puede durar varios meses o incluso años. Durante ese período, los recursos invertidos devengan intereses financieros si ellos son financiados mediante préstamos bancarios o generan un *costo de oportunidad* (ingresos dejados de percibir en otra posibilidad de inversión por tenerlos inmovilizados durante la etapa de construcción) si son financiados con recursos propios. Sin embargo, estos costos no deberían incluirse en el calendario de inversiones, ya que lo usual es que dicho flujo se capitalice, calculando un valor futuro equivalente único de todas las inversiones a una tasa que incluya este costo.

En cuanto a la prefactibilidad, es frecuente observar que las inversiones incluidas en el calendario se incorporan en los flujos de caja como una simple suma en el momento cero, presumiendo que no habría un costo de oportunidad de los recursos durante la etapa de inversión. Lo correcto, sin embargo, es incluir el costo del capital inmovilizado mediante la capitalización o cálculo del valor futuro, de los flujos resultantes en la proyección del calendario de inversiones, tal como se expone en el capítulo 5.

Esto también es válido cuando se consideran inversiones durante la operación del proyecto. Por ejemplo, cuando se incluye una ampliación que requerirá desembolsos por un tiempo que pudiera ser significativo (varios meses), donde el costo de capital de los recursos inmovilizados mientras se efectúan las instalaciones que permitan enfrentar la mayor actividad, podría alcanzar niveles relevantes e influir en el resultado de la evaluación, o proporcionar una información errónea en una eventual gestión para la consecución de financiamiento. Una situación similar ocurre cuando se estudia el traslado de una planta productiva donde se debe considerar el excedente de stock que hay que mantener para garantizar los despachos a clientes.

Durante la operación del proyecto, las inversiones se producen tanto por la necesidad de reemplazo de algunos activos como por tener que enfrentar el crecimiento o ampliación de los niveles de operación.

La sustitución de activos se fundamenta en la vida útil esperada de ellos, la cual puede estimarse sobre la base de varios criterios que se describen en los capítulos siguientes.

La estimación de los costos del proyecto es también una tarea importante del estudio de viabilidad, tanto por su efecto en la determinación de su rentabilidad como por la variedad de elementos que condicionan su cuantía y pertinencia en la evaluación, sean estos contables o no. Un *costo contable* es aquel que se refleja en los estados de

pérdidas y ganancias de una empresa, con fines tributarios, mientras que un *costo no contable* es aquel que no va en los estados contables de la empresa pero que tiene impacto sobre la decisión, como por ejemplo, el costo de oportunidad de una inversión.

Mientras que los costos contables son útiles para satisfacer los requerimientos legales y tributarios, los costos no contables buscan medir su efecto neto en el resultado de cada decisión. Incluso, hay costos de obvio significado para el análisis que no se obtienen de los estados contables, como los costos fijos a largo plazo y los de oportunidad, que no sólo no pueden dejar de ser considerados en la decisión, sino que probablemente tendrán una influencia marcada en los resultados.

Para la toma de la decisión, entre proyectos que generen igual beneficio, será fundamental la diferencia entre los costos de cada alternativa. Estos costos, denominados *costos diferenciales*, expresan el incremento o disminución de los costos totales, lo que implicaría la adopción de una u otra opción. Por ejemplo, no es relevante conocer la remuneración de una secretaria si lo que se evalúa es el tipo de computadora que se le debe comprar, ni los ingresos si se busca determinar si la opción de una correa transportadora es o no mejor que un tractor con un carro de arrastre.

Los *beneficios del proyecto* están constituidos tanto por los ingresos operacionales proyectados como por los beneficios que, sin ser movimiento de caja, son parte de la riqueza del inversionista creada por el proyecto. Estos últimos no podrán ser considerados en la determinación de la capacidad de pago de un eventual préstamo para financiar las inversiones del proyecto, aunque es común que muchos analistas consideren que un proyecto, por el solo hecho de ser rentable, es sujeto de crédito.

Ejemplo 1.3

Si se evalúa la conveniencia de comprar un vehículo en $ 1.000 para utilizarlo en el transporte comercial de pasajeros y si se estima que puede generar recursos durante toda la vida útil de evaluación (10 años, por ejemplo) por el equivalente en moneda actual de sólo $ 800, no se puede concluir que el proyecto sea malo, por cuanto la inversión le permitirá al inversionista ser dueño de un vehículo que, al cabo de los 10 años, podría ser vendido, por ejemplo, en $ 500 en moneda actual, o seguir generándole rentas futuras por su uso.

Tabla 1.3
Efecto de los beneficios que no son ingresos de caja.

Ítem	$
Inversión	-1.000
Beneficio directo	800
Valor remanente	500
Saldo	300

Para medir la rentabilidad de cualquier inversión se deberá incluir este beneficio asociado al remanente de la inversión, al que se denomina *valor de desecho*. Pero para medir la capacidad de pago de eventuales préstamos con la finalidad de financiar dicha inversión, el valor de desecho deberá excluirse, ya que el proyecto no será vendido (y por ello no generará ingresos), pues sólo fue valorado para medir el aumento o disminución de la riqueza del inversionista. Si toda la inversión fuese *prestada*, el inversionista aumenta su riqueza en $300, pero no tiene capacidad de pago en los 10 años, por cuanto para devolver el préstamo tendría que vender el activo financiado con ese préstamo.

Muchas veces se debe evaluar un proyecto para una empresa en funcionamiento donde no hay ingresos relevantes; por ejemplo, la adquisición de sistemas computacionales, el reemplazo de un vehículo o el cambio de bodegas. En estos casos, los beneficios se asocian a los posibles ahorros de costos entre la alternativa de seguir con la situación existente (sin proyecto) y la situación con proyecto. Así, por ejemplo, es posible asociar la compra de computadoras con el ahorro de tiempo de los empleados y, por lo tanto, con una eventual reducción de personal y los ahorros de sueldos correspondientes; el reemplazo de un vehículo usado por otro nuevo podría reducir los costos anuales de mantenimiento y el uso de repuestos, y el alquiler de nuevas bodegas podría permitir el ahorro de costos de fletes, si estas se localizan más cerca de la planta o de los consumidores. En todos estos casos el beneficio de hacer el proyecto no es un ingreso, sino el ahorro de costos.

La construcción del flujo de caja del proyecto genera diversas complicaciones al evaluador que no conoce ni aplica las distintas opciones que se presentan, dependiendo de la finalidad del estudio y la finalidad de la inversión. Como se mencionó anteriormente, desde el punto de vista de la finalidad del estudio se pueden construir hasta tres flujos distintos de caja:

a. el que se hace con fines de calcular la rentabilidad de la inversión;
b. el que se hace para determinar la rentabilidad del inversionista o de los recursos propios invertidos en el proyecto; y
c. el que se hace para medir la capacidad de pago del propio proyecto con los compromisos financieros asumidos en el financiamiento de la inversión.

Desde el punto de vista del objeto de la inversión, se debe elaborar un flujo de caja específico para medir la rentabilidad que se podría esperar con la creación de un nuevo negocio y otro distinto para evaluar un proyecto para una empresa ya funcionando. En este último caso se podrá optar entre dos procedimientos para el análisis: construir y comparar un flujo de caja para la situación sin proyecto con otro para la situación con proyecto, o confeccionar un flujo de caja incremental. Este tema se trata detalladamente en el capítulo 7.

El flujo de caja, cualquiera sea la finalidad con la que se elabore, tiene una estructura convencional basada en criterios conocidos y ampliamente aceptados,

que son fundamentales para que el resultado de la evaluación cumpla con los requerimientos de información de los distintos agentes involucrados en el proceso de aprobación y financiamiento. El horizonte de evaluación depende mucho de las características de cada proyecto. Si es uno al que se le augura una vida útil finita y conocida de, por ejemplo 5, 8, ó 15 años, lo mejor será construir un flujo de caja a ese plazo. Pero si el proyecto pretende mantenerse en el tiempo, hay una convención, no escrita, que hace usar un período de evaluación de diez años. Los beneficios que pueden esperarse después del décimo año se reflejan en el valor de desecho del proyecto. Este valor se anota como beneficio del proyecto en el último momento del flujo. Cuando se comparan proyectos con distintas vidas útiles, un procedimiento usualmente empleado es evaluarlos al plazo de término del que tiene la menor vida. El valor de desecho de los de mayor duración reflejará los beneficios que se podrían esperar después de ese plazo. Sin embargo, como se explica más adelante, existen varias opciones para calcular su valor, que se deberán aplicar de acuerdo con las características particulares de los proyectos que se comparan.

La evaluación puede expresarse de muchas formas distintas: en unidades monetarias, como una relación o índice, como un porcentaje o como el tiempo que demora la recuperación de la inversión, entre otras. Los principales criterios de evaluación son:

a. el *valor actual neto*, conocido como VAN, que mide en valores monetarios, los recursos que aporta el proyecto por sobre la rentabilidad exigida a la inversión y después de recuperada toda ella;
b. la *tasa interna de retorno*, conocida como TIR, que mide la rentabilidad de un proyecto como un porcentaje y corresponde a la tasa que hace al valor actual neto igual a 0;
c. el *período de recuperación de la inversión*, PRI, que mide en cuánto tiempo se recupera la inversión, incluido el costo del capital involucrado; y
d. la *rentabilidad inmediata*, RI, que determina el momento óptimo para hacer la inversión.

Una forma alternativa a estos métodos llamados *tradicionales* para medir la conveniencia de realizar una inversión, la constituye el análisis del proyecto, tal como se hace con una *opción real*.

Cuando existen restricciones de recursos para poder implementar todos los proyectos que cumplieron con los requisitos de elegibilidad, se incorporan instrumentos complementarios, como el IVAN[7], para determinar la combinatoria óptima de proyectos que se seleccionarán o recurrir al uso de la función **Solver** de una planilla electrónica de cálculo como Excel. Cuando se busca optimizar la decisión, como por ejemplo respecto del momento óptimo de iniciar la ejecución del proyecto, se recurre a otros instrumentos, tales como la *rentabilidad inmediata*[8].

[7] Como se expondrá más adelante, el índice de valor actual neto, IVAN, mide cuánto aporta de VAN cada peso invertido en un proyecto y no siempre determina la combinación óptima.
[8] En el capítulo 11 se analizan detalladamente los criterios de optimización de proyectos.

La evaluación del proyecto, cualquiera sea el método usado, considera, para calcular la rentabilidad de la inversión, la ocurrencia de hechos futuros y estima los costos y beneficios futuros en uno solo de entre muchos escenarios posibles. Sin embargo, dada la imposibilidad de prever con exactitud el comportamiento de las variables que condicionan la rentabilidad calculada, es conveniente agregar información que contribuya a tomar la decisión por parte de agentes involucrados tan distintos como el inversionista que arriesga su capital, el financista que presta recursos y el gerente o el ejecutivo que administran recursos de accionistas, entre muchos otros. Cada uno de ellos observa el resultado del estudio de proyectos desde muy diversas perspectivas, por cuanto entre ellos hay expectativas, grados de aversión al riesgo e informaciones distintas que obligan a buscar una solución que satisfaga los requerimientos de todos ellos.

Existen principalmente tres elementos que explican el fracaso de algunos proyectos:

a. la imposibilidad de la predicción perfecta que debe intentar hacer el evaluador sobre cada uno de los componentes de sus beneficios y costos;
b. la no participación del evaluador en la administración del proyecto, la que puede ser enfrentada con estrategias de negocio diferentes de las previstas o que la gerencia reaccione a cambios de distinta forma de la prevista en cualquier análisis de sensibilidad; y
c. los errores conceptuales en que incurren algunos evaluadores, ya sea por desconocimiento del instrumental teórico o por considerar sólo algunas opciones metodológicas que ofrece el marco conceptual disponible.

En general, los modelos de sensibilización muestran el grado de variabilidad que puede exhibir o resistir, dependiendo del modelo utilizado, uno o más de los componentes del flujo de caja. La teoría ofrece, a este respecto, dos modelos distintos para efectuar el análisis de sensibilidad: uno que calcula qué pasa con la rentabilidad del proyecto si cambia el valor de una o más variables incluidas en la proyección (una variación de este modelo mide la rentabilidad en tres escenarios distintos: el normal, que corresponde al flujo original del proyecto, uno optimista y otro pesimista); y otro que busca determinar hasta dónde resistiría un proyecto que modifique el valor de esa variable[9], es decir, el punto límite para que se obtenga únicamente la rentabilidad deseada después de recuperar la inversión.

Frente a la imposibilidad de disponer de técnicas que aseguren la predicción perfecta y la de transformar este texto en uno de administración de proyectos, se profundizan los análisis de opciones conceptuales para solucionar los problemas de cálculo de la rentabilidad y el análisis optimizante de proyectos.

[9] El desarrollo de este modelo se explica detalladamente en el capítulo 9.

La evaluación de proyectos, desde la perspectiva de este texto, no será tratada como un instrumento de decisión, donde el resultado positivo haga recomendar la implementación del proyecto y el negativo su rechazo. El estudio de proyectos será considerado como un instrumento que provee información para ayudar a la toma de una decisión de inversión, ya que los elementos que influirán en ella serán de muy distinta índole, como por ejemplo, razones políticas, humanitarias, de seguridad nacional, de imagen corporativa o de estrategias competitivas.

Preguntas y problemas

1.1 Explique la diferencia entre evaluar un proyecto de creación de una nueva empresa y un proyecto en una empresa existente.

1.2 Enumere las principales particularidades que justifican un análisis especial para evaluar proyectos en empresas en marcha.

1.3 Analice el concepto de proyectos dependientes y sus efectos sinérgico y entrópico.

1.4 Describa en qué consisten los proyectos independientes y mencione al menos cuatro ejemplos de ello.

1.5 Describa el concepto de inversiones mutuamente excluyentes y enuncie cuatro ejemplos de ellas.

1.6 Describa las formas de clasificar los proyectos en función de la finalidad del estudio y explique qué información entrega cada una de ellas.

1.7 Hace un año un matrimonio compró un negocio en $12.000, adquisición que financió en un 60% con un préstamo al 11% de interés anual. Al fallecer los esposos en un accidente ferroviario, los hijos deciden vender el negocio, pagar la deuda con el banco (que se mantiene en su totalidad), los gastos financieros generados en el año y repartirse el dinero sobrante. Si la empresa se puede vender en $13.560, ¿cuánto rentó porcentualmente el negocio y cuánto los recursos propios invertidos en él por el matrimonio?, ¿qué rentabilidad porcentual obtendrían los recursos propios si el negocio se vendiese en $13.272?

1.8 Enuncie y explique los componentes básicos del proceso decisional y vincúlelo con las decisiones de inversión.

1.9 ¿Está de acuerdo con la afirmación de que “el evaluador tiene la misión de decidir cuál es la mejor opción de inversión”? ¿Por qué?

1.10 Explique cómo las variables del entorno condicionan el trabajo del evaluador.

1.11 Enuncie y explique los distintos estudios de viabilidad de un proyecto.

1.12 Comente la siguiente afirmación: “Si al evaluar un proyecto se observa una rentabilidad positiva, debe recomendarse su implementación inmediata si existen los recursos para hacerlo”.

1.13 ¿Cómo explicaría el concepto de sensibilización y su impacto en el proceso de toma de decisiones?

1.14 Enuncie y explique las distintas etapas de un proyecto.

1.15 ¿Cómo enfrentaría la definición de un marco preliminar de análisis para identificar ideas de inversión en una empresa en marcha?

1.16 Explique en qué consisten y cómo se diferencian las etapas de prefactibilidad y de factibilidad de un proyecto de inversión.

1.17 ¿Coincide con el argumento de que cuando el proyecto evaluado en etapa de prefactibilidad no proporciona suficiente información como para decidir su implementación debe pasar a una etapa de factibilidad?

1.18 ¿Qué entiende por costo de capital y costo de oportunidad?

1.19 La evaluación de un proyecto permite concluir que si se invierten $6.000 en adquirir un nuevo negocio, se obtendría una renta, al cabo de un año, de $1.800 después de pagar todos los costos de funcionamiento y los gastos financieros al banco que prestará el 50% de los recursos necesarios para la compra del negocio. Se estima que después de un año, el negocio tendría un valor de $5.000. Si usted fuese el inversionista y exige un 10% de retorno a los proyectos como mínimo para ser aceptados, ¿invertiría en este? Y si usted está trabajando en el banco, ¿prestaría los recursos solicitados a un año de plazo?

1.20 Describa muy brevemente los principales criterios de evaluación de proyectos.

1.21 “La rentabilidad inmediata y el índice de valor actual neto no sirven para determinar la rentabilidad de una inversión”. Comente.

Bibliografía

ÁLVAREZ, C. *Evaluación financiera de proyectos*. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Valparaíso, 1995.

BAUM, W.C. "El ciclo de los proyectos". *Finanzas y Desarrollo* vol. 7 núm. 2, 1970.

BELTRAN, A. y H. CUEVA. *Evaluación privada de proyectos* Biblioteca Universitaria, Lima, 2003.

CONTRERAS, M. E. *Formulación y evaluación de proyectos*. UNAD, Santa Fe de Bogotá, 1997.

DEL SOL, P. *Evaluación de decisiones estratégicas*. McGraw-Hill, Santiago, 1999.

GINESTRAR, A. *Pautas para identificar, formular y evaluar proyectos*. Ediciones Macchi, Buenos Aires, 2004.

KELETTY, A. *Análisis y evaluación de inversiones*. EADA Gestión, Barcelona, 1992.

LLEDÓ, P. y G. RIVAROLA. *Claves para el éxito de los proyectos*. ADEN, Buenos Aires, 2004.

MIRANDA, J. *Los proyectos: la unidad operativa del desarrollo*. ESAP. Santa Fe de Bogotá, 1994.

ORELLANA, J. *Manual de proyectos de inversión*. EPSA, Santa Cruz, 2003.

SAPAG, N. *Criterios de evaluación de proyectos*. McGraw-Hill, Madrid 1993.

SAPAG, N. y R. SAPAG. *Preparación y evaluación de proyectos*. McGraw-Hill, Santa Fe de Bogotá, 2000.

TISSOT, M. *Evaluación de proyectos*. http//:members.tripod.com; Universidad de Santiago Cali, 1999.

VÉLEZ, I. *Decisiones de inversión: una aproximación al análisis de alternativas*. Centro Editorial Javeriana, Santa Fe de Bogotá, 1998.

CAPÍTULO

2

Comportamientos del mercado:
Marco económico y predictivo

La economía es la ciencia que estudia la mejor forma de asignar recursos limitados a la producción de bienes y servicios que satisfagan las necesidades y los deseos de carácter ilimitado de los individuos y las empresas. Para decidir respecto de la mejor opción de inversión, la empresa debe investigar las relaciones económicas actuales y sus tendencias y proyectar el comportamiento futuro de los agentes económicos que se relacionan con su mercado particular.

La *economía de la empresa* proporciona diversos modelos macroeconómicos que simulan las reacciones y el comportamiento de los participantes en los distintos tipos de mercados.

El objetivo de este capítulo es analizar las principales relaciones en los mercados, la información económica que provee el estudio del mercado y las herramientas disponibles para proyectar estimaciones de demanda.

2.1 Conceptos económicos básicos para el análisis de inversiones

Los principales aspectos económicos que explican el comportamiento de los mercados vinculados con el proyecto de inversión que se evalúa, corresponden al comportamiento de la demanda, de la oferta y de los costos y a la maximización de los beneficios. A continuación se revisan en forma preliminar estos conceptos.

2.1.1 Comportamiento de la demanda

La búsqueda de satisfactores de un requerimiento o necesidad que realizan los consumidores, aunque sujeta a diversas restricciones, se conoce como *demanda del mercado*. Los bienes y servicios que los productores libremente desean ofertar para responder a esta demanda se denominan *oferta del mercado*. En el mercado, donde se vinculan esta oferta y demanda, se determina un *equilibrio de mercado*, representado por una relación entre un precio y una cantidad acordada para cada producto o servicio.

La satisfacción de las necesidades de los clientes debe tener en cuenta la existencia de los ingresos como un recurso escaso. Por ello, el cliente buscará distribuir sus ingresos entre todas sus necesidades: vestuario, alimentación, vivienda, salud, viajes, entretenimiento, etcétera. Como es fácil apreciar, el cliente puede ser un individuo, una empresa o, incluso, un país. Todos ellos toman permanentemente decisiones acerca de cómo asignar sus recursos, basándose en la prioridad que den a sus necesidades. Estas no son permanentes y cambian con la edad de las personas, su nivel de educación, su riqueza, los estímulos de la publicidad o las presiones de su grupo.

Debido a la multiplicidad de necesidades y a la limitación de recursos para poder satisfacer todas, el consumidor las jerarquiza definiendo una relación entre la cantidad que está dispuesto a comprar y los diferentes niveles de precio que pudiera asumir. Al subir el precio, los consumidores tienden a disminuir la cantidad demandada de ese producto, si el resto de las variables permanece constante. La relación entre precio y cantidad demandada se puede expresar como una función lineal del tipo:

$$p = a - b * QD \tag{2.1}$$

Donde p es el precio de venta unitario; a la intersección donde el precio hace a la cantidad demandada igual a cero; b la cantidad observada de aumento en la demanda por cada unidad que disminuye el precio y QD la cantidad demandada.

De lo anterior se concluye que:

$$QD = \frac{a - p}{b} \tag{2.2}$$

Esto se puede expresar, como se muestra, en el gráfico 2.1.

Como se puede observar, al variar el precio se producen aumentos o disminuciones sobre la cantidad demandada, los que corresponden a desplazamientos sobre la misma curva.

Una serie de factores puede afectar el comportamiento de la demanda. Entre otros, se pueden mencionar los siguientes:

a. *ingreso de los consumidores* (Y): al variar el ingreso, la tendencia a comprar se puede modificar en el mismo sentido (se denomina bien superior), se puede mantener (bien neutro) o puede disminuir (bien inferior);
b. *cantidad de consumidores* (N): al variar el número de consumidores en el mercado, se puede modificar la demanda en el mismo sentido;
c. *precio de los bienes complementarios* (Pc): al variar el precio de un bien complementario, la demanda por el producto se modifica en sentido contrario;
d. *precio de los bienes sustitutos* (Ps): al variar el precio de un bien sustituto, se modifica la demanda en el mismo sentido;
e. *gustos y preferencias* (GP): son variables que no se pueden cuantificar, aunque sí prever en el proceso decisional;
f. *expectativas* (E): el nivel de expectativas sobre variaciones de precios puede hacer que el consumidor adelante o posponga compras.

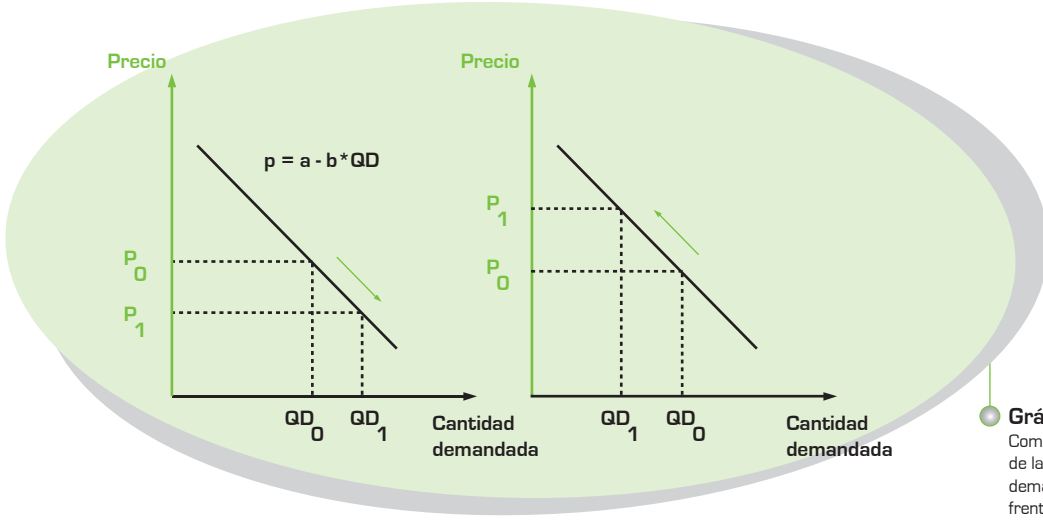


Gráfico 2.1
Comportamiento de la cantidad demandada frente a cambios en el precio.

La función de demanda (D), entonces, se puede expresar como:

$$D = f(p, Y, N, Pc, Ps, GP, E) \quad (2.3)$$

Un estimador de cuánto cambia la cantidad demandada cuando se modifica uno de los factores de la función 2.3 se denomina *elasticidad*. Las principales son la *elasticidad*

precio de la demanda, *elasticidad precio cruzada de la demanda*, la *elasticidad arco cruzada de la demanda* y la *elasticidad ingreso de la demanda*.

La *elasticidad precio de la demanda* mide cuánto varía porcentualmente la cantidad demandada ante un cambio porcentual en su precio. De acuerdo con la magnitud de su variación, la elasticidad precio de la demanda se denomina:

a. *perfectamente elástica*, cuando su valor es ∞, es decir, cuando frente a una disminución infinitesimal en el precio, el aumento en la cantidad demandada tiende a infinito en el límite;
b. *elástica*, cuando su valor es mayor que 1; es decir, cuando la cantidad demandada varía porcentualmente más que la variación en el precio;
c. *unitaria*, cuando su valor es igual a uno; es decir, cuando la cantidad demandada varía porcentualmente igual que el precio;
d. *inelástica*, cuando asume valores menores que 1; es decir, cuando la cantidad demandada varía en un porcentaje menor al que lo hace el precio; y
e. *perfectamente inelástica*, cuando su valor es cero; es decir, cuando no cambia, cualquiera sea la variación en el precio.

La elasticidad precio se calcula por la ecuación:

(2.4)

$$Ep = \frac{\Delta QD \,/\, QD}{\Delta P/P} = \frac{\Delta QD}{\Delta P} * \frac{P}{QD}$$

Donde Ep es la elasticidad precio y ΔQD y ΔP los cambios en la cantidad QD y en el precio P, respectivamente.

Estas elasticidades se pueden representar como muestra el gráfico 2.2.

Ejemplo 2.1

Para calcular la elasticidad precio de la demanda de cada punto de una función de demanda simplificada a $Q = 1.000 - P$, se completa la tercera columna de la tabla 2.1 aplicando la ecuación 2.4.

La *elasticidad precio cruzada de la demanda* mide cuánto varía porcentualmente la cantidad demandada ante un cambio porcentual en un bien relacionado, si el resto de los factores permanece constante. Según su resultado, se puede clasificar en:

a. *bienes complementarios* si su valor es negativo, es decir, cuando la cantidad demandada del producto varía en forma inversamente proporcional a una variación en el precio de otro bien;
b. *bienes sustitutos* si su valor es positivo, es decir, si la cantidad demandada del producto varía directamente proporcional con la variación del precio de otro bien; y

c. *bienes independientes* si su valor es igual a 0, es decir, que ante un cambio en el precio de otro bien, la cantidad demandada del producto no varía.

P	Q	Ep
1.000	0	1*(1.000/0) = oo
900	100	1*(900/100) = 9,00
800	200	1*(800/200) = 4,00
700	300	1*(700/300) = 2,33
600	400	1*(600/400) = 1,50
500	500	1*(500/500) = 1,00
400	600	1*(400/600) = 0,67
300	700	1*(300/700) = 0,43
200	800	1*(200/800) = 0,25
100	900	1*(100/900) = 0,11
0	1.000	1*(0/1.000) = 0

Tabla 2.1
Elasticidad precio de la demanda.

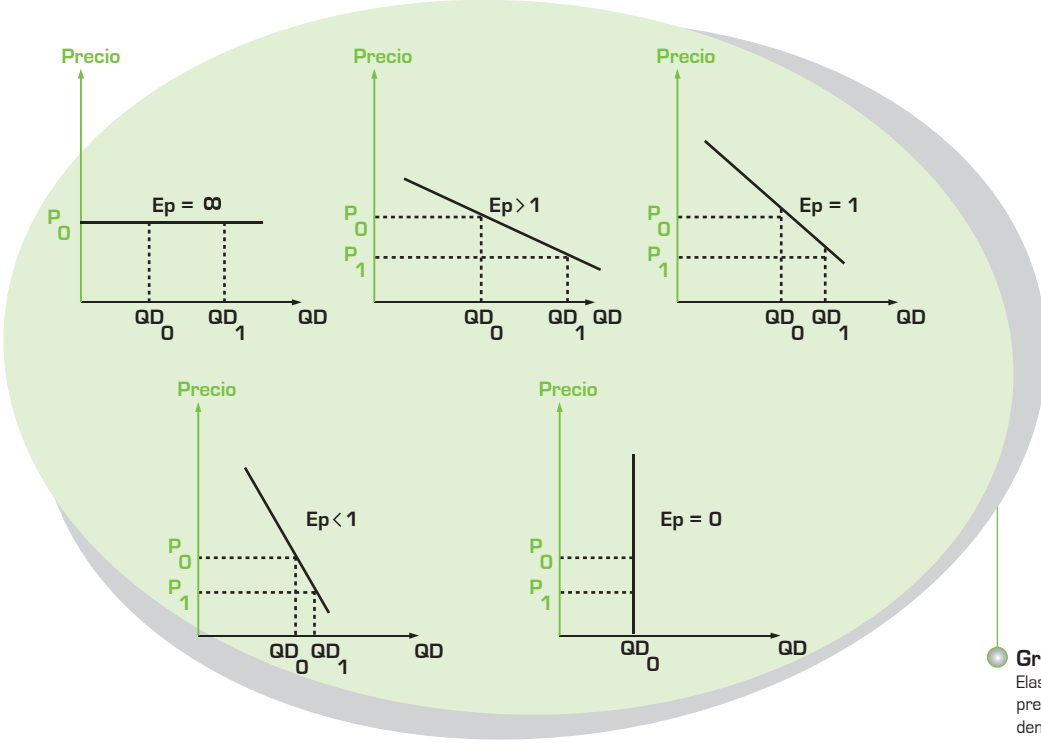


Gráfico 2.2
Elasticidades precio de la demanda.

La *elasticidad cruzada de la demanda* se puede expresar como:

(2.5)

$$Exy = \frac{\frac{\Delta Qx}{Qx}}{\frac{\Delta Py}{Py}} = \frac{\Delta Qx}{\Delta Py} * \frac{Py}{Qx}$$

Para calcular la elasticidad en un punto determinado de la curva de demanda se denomina a las distintas funciones anteriores como *elasticidad-punto*. Lo más frecuente, sin embargo, es medir la elasticidad entre dos puntos de la curva de demanda, lo que se define como *elasticidad arco*. Así, por ejemplo, la ecuación 2.5 corresponde a la *elasticidad punto cruzada de la demanda.*

La *elasticidad arco cruzada de la demanda* correspondería a la siguiente ecuación:

(2.6)

$$Exy = \frac{\Delta Qx}{\Delta Py} * \frac{(Py_2 + Py_1) / 2}{(Qx_2 + Qx_1) / 2} = \frac{Qx_2 - Qx_1}{Py_2 - Py_1} * \frac{Py_2 + Py_1}{Qx_2 + Qx_1}$$

La *elasticidad precio de la demanda* y sus complementos (*elasticidad cruzada* y *elasticidad arco*) son instrumentos de sensibilización que posibilitan agregar información al proceso decisional vinculado con cualquier tipo de proyecto; desde aquellos que evalúan la ampliación de la capacidad productiva de una empresa hasta aquellos que estudian su reducción.

Estimar el comportamiento de las variables que afectan a la demanda del bien producido por la empresa y sus efectos sobre las ventas son antecedentes fundamentales para dirigir la operación en el corto plazo y para la planificación de decisiones estratégicas de largo plazo.

La *elasticidad ingreso de la demanda* mide cuánto varía la demanda ante un cambio en el ingreso de los consumidores, si todo el resto de factores permanece constante.

Mientras la *elasticidad precio de la demanda* medía el grado de respuesta de la cantidad demandada, en relación con cambios en el precio del producto, *la elasticidad ingreso de la demanda* mide el grado de desplazamiento de toda la demanda, tal como se muestra en el gráfico 2.3.

En el gráfico 2.3 se observa que, manteniéndose el precio constante, aumenta la cantidad por un desplazamiento de la demanda ocasionada por un incremento en los ingresos de los consumidores; es decir, consumen más de un mismo producto y a un mismo precio si sus recursos aumentan.

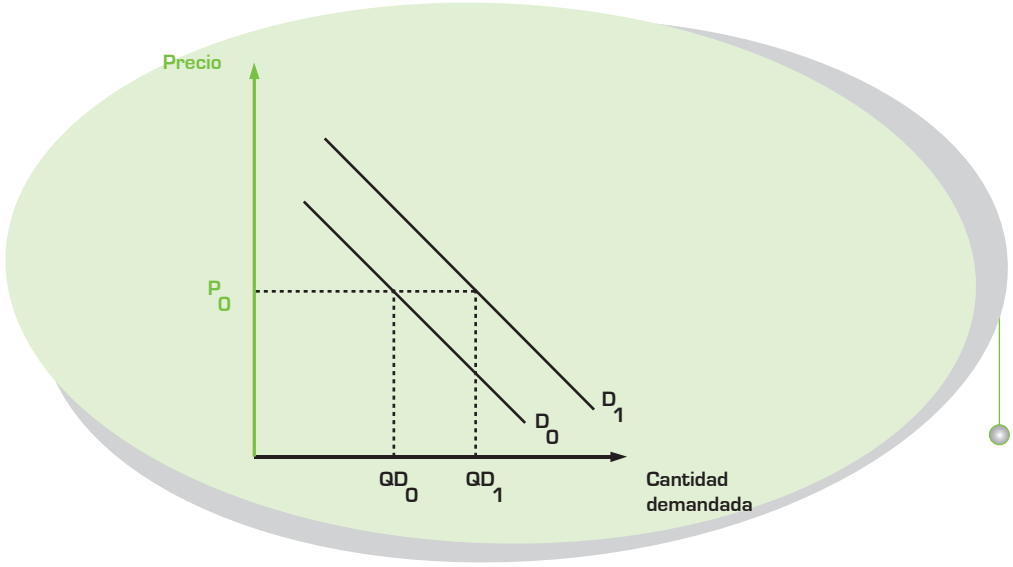


Gráfico 2.3
Variación de la demanda frente a cambios en los ingresos de los consumidores.

De acuerdo con el resultado de la *elasticidad ingreso de la demanda*, los bienes se denominan *bienes normales* cuando su valor es positivo y *bienes inferiores* cuando su valor es negativo, es decir, cuando la demanda disminuye (aumenta) al aumentar (disminuir) el ingreso de los consumidores.

Los bienes normales pueden clasificarse como *bienes necesarios* cuando la *elasticidad ingreso de la demanda* está entre 0 y 1, y como *bienes de lujo* cuando es mayor que 1.

La *elasticidad ingreso-punto de la demanda* está dada por:

$$Ey = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta Y/Y} = \frac{\Delta Q}{\Delta Y} * \frac{Y}{Q} \qquad (2.7)$$

Donde Ey es la *elasticidad ingreso de la demanda* y ΔY la variación en el ingreso Y de los consumidores.

Igual que en el caso de la *elasticidad precio de la demanda*, lo más común es calcular la *elasticidad arco ingreso de la demanda* mediante la ecuación:

$$Ey = \frac{\Delta Q}{\Delta Y} * \frac{(Y_2 + Y_1)/2}{(Q_2 + Q_1)/2} = \frac{Q_2 - Q_1}{Y_2 - y_1} * \frac{Y_2 + Y_1}{Q_2 + Q_1} \qquad (2.8)$$

Los factores principales que determinan la *elasticidad ingreso de la demanda* son las características de las necesidades que el bien o servicio satisface, los hábitos de consumo (que no cambian tan rápidamente con las variaciones en el ingreso de las personas) y el grado de prescindencia del consumo, entre otros.

2.1.2 Comportamiento de la oferta

Mientras la *demanda del mercado* estudia el comportamiento de los consumidores, la *oferta del mercado* corresponde a la conducta de los empresarios. Los principales elementos que condicionan la oferta son el costo de producción del bien o servicio, el grado de flexibilidad en la producción que tenga la tecnología, las expectativas de los productores, la cantidad de empresas en el sector y el nivel de barreras a la entrada de nuevos competidores, el precio de bienes relacionados y la capacidad adquisitiva de los consumidores, entre otros.

Una forma de medir el comportamiento de la oferta en el mercado es la elasticidad de la oferta. La *elasticidad precio de la oferta* mide cuánto cambia la cantidad ofrecida ante una variación en los precios de venta, si el resto de las variables permanece constante, correspondiendo a desplazamientos en la misma curva de oferta, tal como se muestra en el gráfico 2.4.

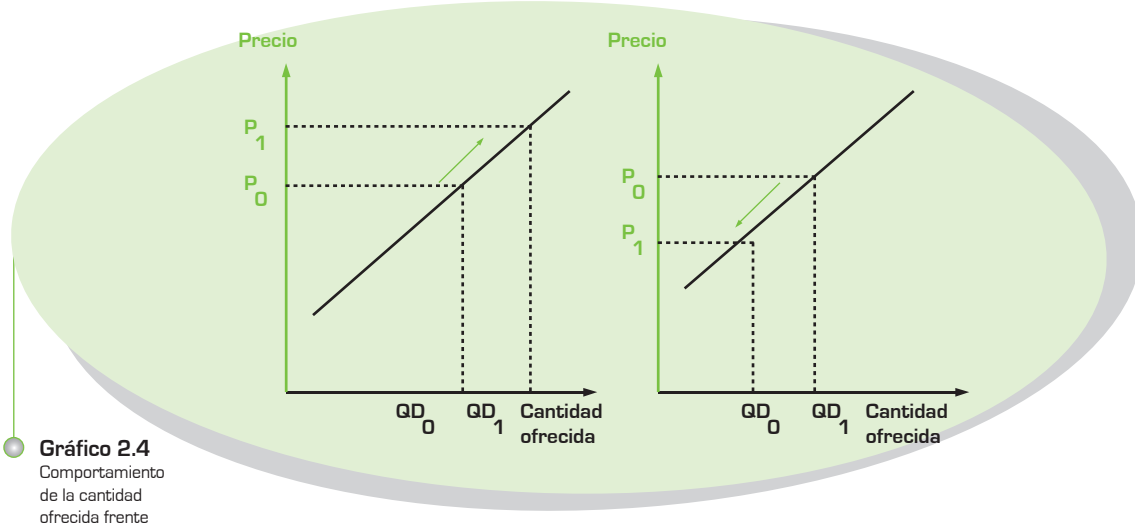


Gráfico 2.4
Comportamiento de la cantidad ofrecida frente a cambios en el precio.

Igual que en la demanda, la *elasticidad precio de la oferta* mide cuánto cambia la cantidad ofrecida si cambia el precio, para lo cual se utiliza la ecuación:

$$Ep = \frac{\Delta QO/QO}{\Delta P/P} = \frac{\Delta QO}{\Delta P} * \frac{P}{QO} \qquad (2.9)$$

De acuerdo con la elasticidad, la oferta también se clasifica, de la misma forma que la demanda, como perfectamente elástica, elástica unitaria, inelástica y perfectamente inelástica.

Cuando varía otro factor de la oferta, como el aumento del precio de los bienes complementarios o la disminución de los precios de los sustitutos, se produce un cambio en la oferta, desplazándose de la forma que se muestra en el gráfico 2.5.

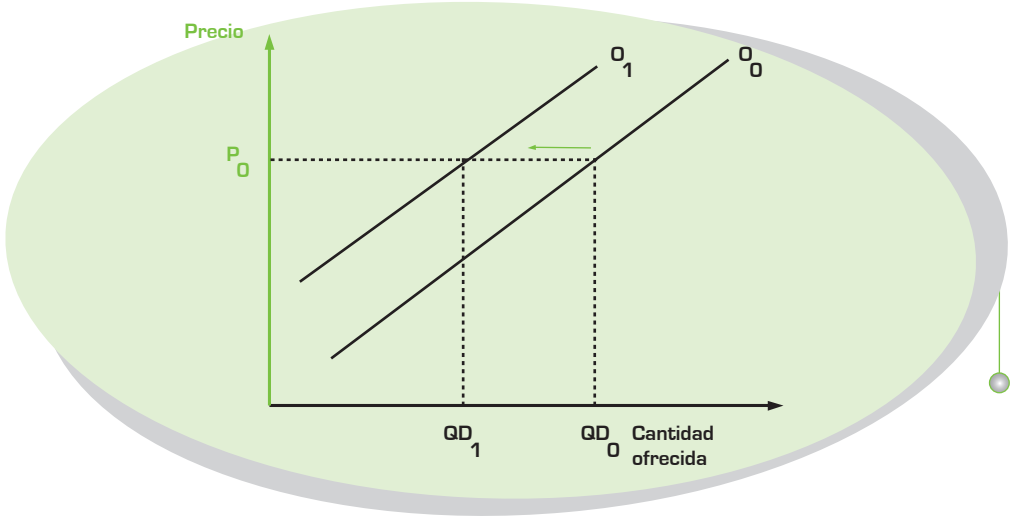


Gráfico 2.5
Variación de la oferta frente a disminuciones en los precios de los sustitutos.

La formación de precios en competencia perfecta se regula por la oferta y demanda, suponiendo que ambas representan los intereses de productores y consumidores, respectivamente. En dicha competencia perfecta los primeros buscan obtener la máxima utilidad en la venta y los segundos obtener la máxima satisfacción a sus necesidades. El precio en el mercado de competencia perfecta se conoce como *precio de equilibrio* y corresponde a aquel que iguala oferta con demanda[1].

[1] En el mundo real se observa que no existe la información perfecta y que hay barreras a la entrada de nuevos proyectos al mercado, entre otros factores, que hacen que los supuestos de competencia perfecta tengan el carácter de herramienta simplificadora del análisis del comportamiento de los mercados.

El precio de equilibrio se altera cuando, por ejemplo, aumenta o disminuye la oferta y la demanda permanece constante.

De igual manera, el precio de equilibrio cambia cuando se modifican oferta y demanda conjuntamente pero en distinta magnitud.

Cuando el precio disminuye, el ingreso total aumenta si la demanda es elástica; permanece constante si es unitaria; y disminuye si es inelástica. La *elasticidad precio de la demanda* es mayor mientras mejores sean los sustitutos disponibles para el bien, mayor sea su número y los consumidores dispongan de más tiempo para reaccionar a los cambios en los precios.

Ejemplo 2.2

Tomando como base los antecedentes del ejemplo 2.1, se calculan en la tabla 2.2 las relaciones de ingreso total y marginal:

P	Q	Ep	IT=PxQ	IMg
1.000	0	∞	0	
900	100	9,00	90.000	900
800	200	4,00	160.000	700
700	300	2,33	210.000	500
600	400	1,50	240.000	300
500	500	1,00	250.000	100
400	600	0,67	240.000	-100
300	700	0,43	210.000	-300
200	800	0,25	160.000	-500
100	900	0,11	90.000	-700
0	1.000	0	0	-900

Tabla 2.2
Relaciones de ingreso total y marginal.

Donde IMG es el ingreso marginal total dividido por las unidades marginales vendidas.

2.1.3 Comportamiento de los costos

La forma más tradicional de clasificar los costos de operación de un proyecto es la que los diferencia entre costos fijos y variables. Los *costos fijos totales* son costos en que se deberá incurrir en un período determinado, independientemente del nivel de producción en la empresa (alquiler de bodegas, algunas remuneraciones, seguros de máquina, etcétera).

Los *costos variables totales* son aquellos que dependen del nivel de producción (costo de los envases, mano de obra, materias primas, etcétera). La suma de ambos costos dará el *costo total del período*.

Dentro de los límites de una capacidad dada de planta, la empresa podrá variar sus niveles de producción haciendo cambiar la cantidad de insumos ocupados y, por lo tanto, sus costos variables totales. Dentro de ciertos rangos, los costos fijos se mantendrán constantes, pero también podrán variar.

Los costos unitarios variables pueden cambiar por las *economías* o *deseconomías* de escala que se puedan generar con el proyecto, mientras que los costos fijos varían por los factores de escala involucrados. Hay *economías de escala* cuando, por ejemplo, se logran descuentos en compras por volúmenes mayores, y *deseconomías de escala* cuando, por ejemplo, se debe recurrir a fuentes más lejanas de abastecimiento por un mayor volumen de operación.

Una forma de calcular los costos fijos y variables es mediante la cuantificación de ambos ítems de costos y de todos sus componentes para distintos niveles de producción.

Otra forma es determinarlos analizando el comportamiento histórico del costo total en relación con la producción observada. Para ello se efectúa una regresión simple como la expuesta en el próximo capítulo.

Al disponerse de la información de las funciones de costos fijos, variables y totales, pueden derivarse de ella distintas funciones de costo unitario:

$$CFMe = \frac{CFT}{Q} \qquad (2.10)$$

Donde CFMe es el *costo fijo medio*, CFT los costos fijos totales y Q el nivel de producción del período.

$$CVMe = \frac{CVT}{Q} \qquad (2.11)$$

Donde CVMe representa al *costo variable medio* y CVT a los costos variables totales.

$$CMeT = CFMe + CVMe \qquad (2.12)$$

Donde CMeT corresponde al *costo medio total*, que se calcula también dividiendo el costo total (CT) por la producción.

Otro costo unitario es el denominado *costo marginal*, CMg, que corresponde a la variación que se observa en el costo total frente a un cambio unitario en la producción.

Ejemplo 2.3

Las relaciones anteriores se ejemplifican en la tabla 2.3, que supone costos fijos totales de $ 2.000 por cualquier cantidad que se produzca. Los costos variables unitarios se consideran constantes en $ 400.

Q	PMg	CFT	CVT	CT	CFMe	CVMe	CMeT	CMg
0		2.000	0	2.000				
30	30	2.000	400	2.400	66,67	13,33	80,00	13,33
72	42	2.000	800	2.800	27,78	11,11	38,89	9,52
108	36	2.000	1.200	3.200	28,52	11,11	29,63	11,11
138	30	2.000	1.600	3.600	14,49	11,59	26,09	13,33
160	22	2.000	2.000	4.000	12,50	12,50	25,00	18,18
175	15	2.000	2.400	4.400	11,43	13,71	25,14	26,67
186	11	2.000	2.800	4.800	10,75	15,05	25,81	36,36
192	6	2.000	3.200	5.200	10,42	16,67	27,08	66,67

Tabla 2.3
Relaciones de costos unitarios.

La función de *costo variable medio* baja por las *economías de escala*, pero puede volver a subir si se presentan *deseconomías*, por ejemplo, derivadas por la lejanía de las fuentes de materia prima. Ambos costos (el *costo medio total* y el *costo marginal*) decrecen inicialmente para después variar en función de las *economías* y *deseconomías de escala* que se pudieran presentar.

La teoría económica utiliza la *ley de rendimientos marginales finalmente decrecientes* para explicar que, después de cierto nivel de producción, el costo variable medio empieza a aumentar a una tasa creciente debido, entre otras cosas, a la existencia de declinaciones en la productividad por aumentos de volúmenes y a deseconomías de escala (por ejemplo, el rendimiento del trabajo de un albañil o el pago de horas extras, respectivamente).

La *ley de rendimientos no proporcionales* reconoce tres fases en los rendimientos vinculados con el nivel de producción:

a. *fase de rendimientos crecientes*: se observa un aumento rápido en la productividad, que hace que la producción marginal sea mayor que la producción

promedio. Esto se da en los primeros niveles de volumen por la sinergia que se produce en el equipo de trabajo;

b. *fase de rendimientos decrecientes*: al aumentar la producción, la productividad aumenta en forma menos que proporcional, es decir, la producción marginal es decreciente aunque positiva;

c. *fase de rendimientos negativos*: se aprecia al aumentar excesivamente un factor de producción que, además de encarecer el producto, genera entorpecimiento entre los procesos, haciendo que la producción marginal, media y, por lo tanto total, disminuyan.

La forma clásica de la función de costo total se muestra en el gráfico 2.6.

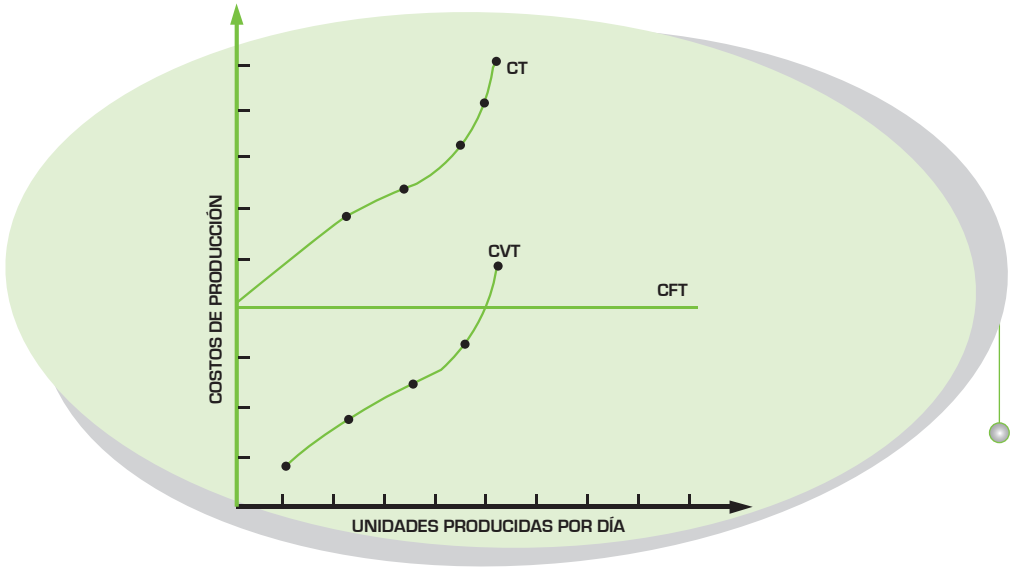


Gráfico 2.6
Funciones de costo total.

De la misma forma, los costos medios y marginales se pueden representar como lo muestra el gráfico 2.7.

El *costo fijo medio* es elevado inicialmente porque se debe prorratear el *costo fijo total* entre muy pocas unidades. El *costo fijo medio* va disminuyendo a medida que el *costo fijo total* se distribuye entre más unidades. La curva de costo marginal corta en su punto más bajo a las curvas de *costo medio total* y *costo variable medio*. En el primer caso, esto se explica porque la presión hacia abajo del *costo fijo medio* es compensada por la presión creciente del *costo variable medio*. En el segundo caso, mientras el *costo marginal* sea menor que los *costos medio total* y *variable medio*, ejercerá una presión hacia la baja en los costos y, cuando sea mayor, la presión será hacia el alza. Esto explica que el costo marginal se iguale con ellos cuando estos alcanzan un mínimo.

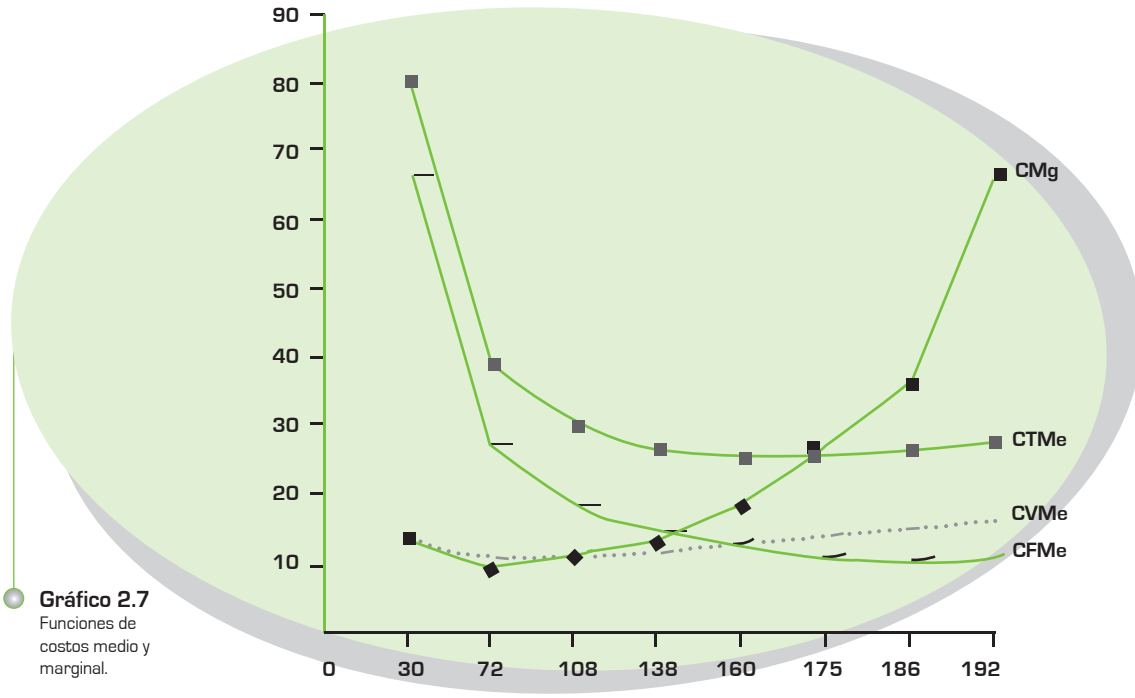


Gráfico 2.7
Funciones de costos medio y marginal.

2.1.4 Maximización de los beneficios

La empresa maximiza el beneficio neto total en el nivel de producción en el que la diferencia entre el ingreso total y el costo total se hace máxima. Desde el punto de vista del análisis marginal, esta producción se logra en el punto donde el ingreso marginal se iguala con el costo marginal. Sobre ese punto la empresa podrá aumentar los ingresos totales, pero los costos de cada unidad adicional producida serán mayores que el ingreso que genere, por lo que la utilidad neta decrecerá.

El volumen de producción óptima es el que maximiza el beneficio total de la empresa, es decir, cuando la diferencia entre ingresos totales y costos totales se hace máxima. El análisis marginal señala que, cuando la empresa puede aumentar la producción generando ingresos marginales superiores a los costos marginales, el beneficio total se incrementaría al aumentar la producción y las ventas. En el nivel óptimo, el ingreso marginal se iguala con el costo marginal.

Ejemplo 2.4

Suponga un precio constante de $ 200 por unidad, un costo fijo de $ 200 y los costos totales que se muestran en la tabla 2.4 para distintos niveles de producción.

Cantidad	Ingreso total	Costo total	Beneficio total	Ingreso marginal	Costo marginal
0	0	200	-200		
1	200	392	-192	200	192
2	400	552	-152	200	160
3	600	688	-88	200	136
4	800	800	0	200	112
5	1.000	912	88	200	112
6	1.200	1.024	176	200	112
7	1.400	1.152	248	200	128
8	1.600	1.304	296	200	152
9	1.800	1.480	320	200	176
10	2.000	1.696	304	200	216
11	2.200	1.968	232	200	272
12	2.400	2.400	0	200	432
13	2.600	2.880	-280	200	480

Tabla 2.4
Relaciones de costos totales y marginales.

Las relaciones anteriores se pueden representar como lo muestra el gráfico 2.8.

Como se puede observar del análisis de la tabla 2.4 y del gráfico 2.8, el beneficio máximo corresponde a una producción de 9 unidades. El equilibrio donde se igualan costos con ingresos totales se obtiene con una producción de 4 y 13 unidades.

En el corto plazo, la empresa puede adaptar el nivel de producción dentro de una función de costo total de corto plazo. Sin embargo, en el largo plazo, la empresa adecua su tecnología al nivel de producción más permanente. El comportamiento de las empresas en un mercado de libre competencia hará que se logre el equilibrio cuando el precio se iguale con el mínimo costo medio total. Esto, debido a que mientras se observe la posibilidad de obtener beneficios, nuevas empresas se incorporarán al mercado, aumentando la cantidad producida y ocasionando una disminución del precio hasta que el beneficio se hace 0.

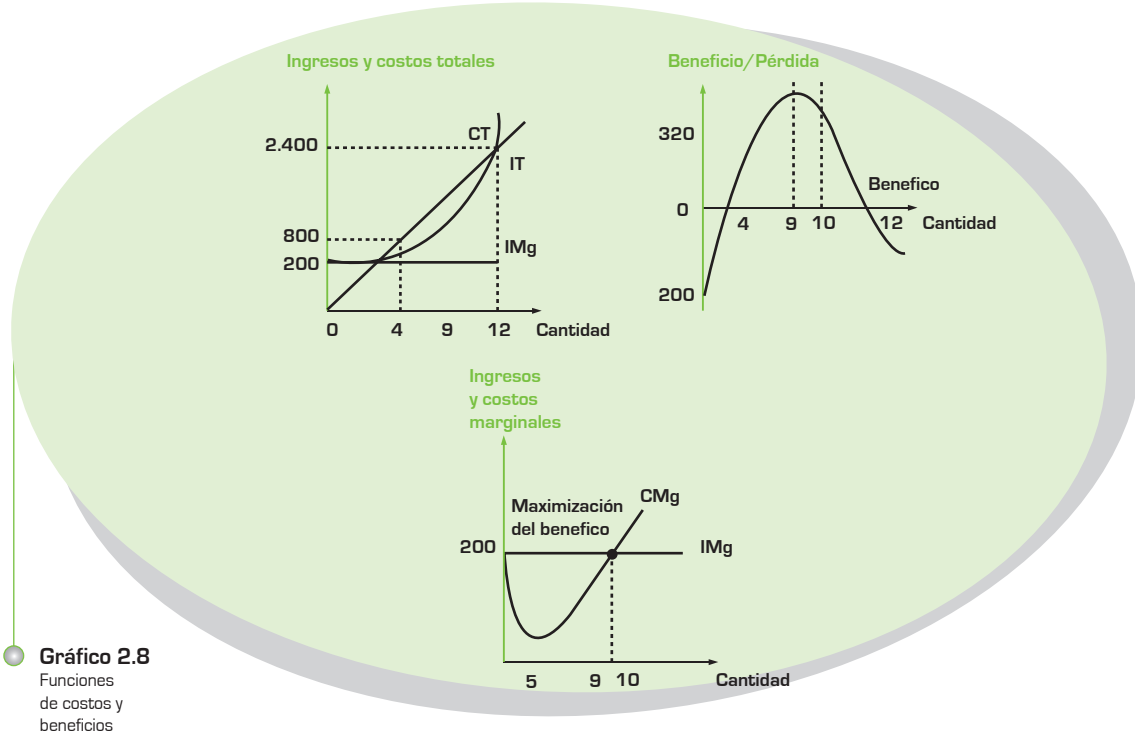


Gráfico 2.8
Funciones de costos y beneficios totales y marginales.

De acuerdo con el gráfico 2.7, el costo medio total se hace mínimo en el punto donde se iguala con el costo marginal. Como el beneficio se maximiza donde el ingreso marginal es igual al costo marginal y considerando que la empresa debe enfrentar una estructura de costos fijos, dentro de rangos de producción siempre se aceptará producir más cuando el precio de venta supere a los costos variables, por corresponder a los marginales. Cualquier precio sobre éste permitirá cubrir los costos variables y contribuir con el remanente a solventar los costos fijos.

2.2 El estudio del mercado

El estudio del mercado, en cualquier tipo de proyecto, constituye una fuente de información de primera importancia tanto para estimar la demanda como para proyectar los costos y definir precios, aunque es frecuente, sin embargo, incurrir en el error de considerarlo únicamente como un análisis de la demanda y de los precios del producto que se fabricará o del servicio que se ofrecerá.

Para una correcta formulación y preparación del proyecto, más que uno, deben considerarse cuatro estudios de mercado: el del proveedor, el del competidor, el del distribuidor y el del consumidor. Cada uno de ellos proporciona una gran cantidad de información útil para evaluar el proyecto, a la vez que su omisión puede inducir a graves errores en la decisión de su aprobación o rechazo. La figura 2.1 ilustra las relaciones entre estos mercados:

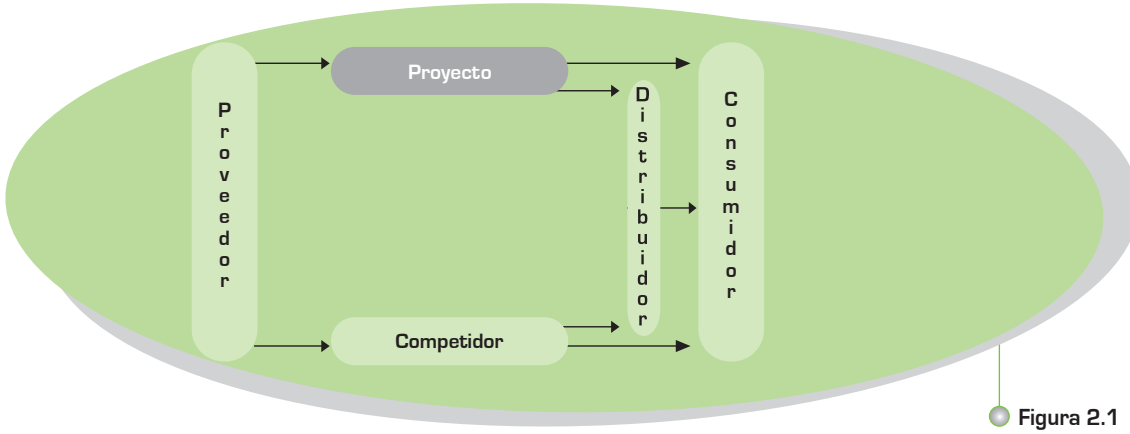


Figura 2.1
El mercado del proyecto.

Como se observa en la figura 2.1, cuando el proyecto se inserte en el mercado global, deberá vincularse con un grupo de proveedores –que hoy abastecen a la competencia– y con un grupo de clientes o consumidores, ya sea en forma directa o a través de intermediarios.

Si se considera la situación actual del mercado, seguramente se podrá observar una serie de relaciones que se podrían o no mantener cuando el proyecto se haya implementado. Por ejemplo, con más o menos eficiencia, probablemente en el mercado actual existan otras empresas que satisfagan las necesidades del total o parte de los consumidores potenciales que pretende abordar el proyecto. Ellos, el *mercado competidor*, son abastecidos con los insumos necesarios para funcionar por otro grupo de empresas –*mercado proveedor*– que, posiblemente, abastezca a la empresa que se crearía con el proyecto. En muchos casos puede existir un mecanismo de intermediación que usa la competencia –el *mercado distribuidor*– el cual podrá o no ser utilizado por éste. Por último, el usuario o cliente de un producto constituye el *mercado consumidor*.

Cada uno de estos cuatro mercados deberá ser estudiado detenidamente para recopilar la información financiera necesaria para la evaluación, a la vez que para definir las características del propio proyecto en virtud de las oportunidades que se detecten en ese mercado. Sin embargo, tan importante como conocer sus características actuales es estimar las que podrían esperarse con la presencia del proyecto.

Por ejemplo, el alto consumo de queso puede hacer pensar a una empresa láctea que sería conveniente complementar su negocio de producción de derivados de la leche con una línea de producción de queso. Al aumentar la oferta de este producto, lo más probable es que no aumente el consumo por el solo hecho de producir más, lo que obligaría al inversionista a optar por una de las siguientes alternativas para lograr atraer a los consumidores de otras marcas:

a. bajar los precios para ser más competitivo;
b. aumentar el gasto en publicidad para atraer a los consumidores de la competencia o para crear nueva demanda; y
c. invertir en un sistema de distribución diferente, más amplio y más atractivo que el observado actualmente en el mercado.

Los equilibrios que se observan en el mercado actual entre oferentes y demandantes condicionan los precios de los insumos y de los productos o servicios. Si el proyecto rompe los equilibrios, por entrar en competencia por un proveedor o consumidor, los precios variarán.

En algunos casos, el aumento en los niveles demandados de ciertos insumos podría romper los equilibrios de mercado en sentido contrario, es decir, ocasionando una baja en sus precios. Esto se explicaría porque la aparición del proyecto podría permitir al proveedor trabajar en niveles de producción más eficientes y distribuir sus costos fijos entre más unidades fabricadas. En otros casos, la reducción en los precios de los insumos se podría deber a que la aparición del proyecto incentivaría la producción local de un insumo que, por la baja demanda actual, es importado o traído de otro lugar con los mayores costos ocasionados por el transporte, aranceles y otros gastos.

De lo anterior es fácil concluir que basarse en los precios observados en el mercado con la situación sin proyecto puede inducir a una decisión errada, tanto por sobredimensionar como por subestimar los costos y tarifas que deberá enfrentar el proyecto.

2.2.1 El mercado proveedor

En el mercado de los proveedores se deben estudiar tres aspectos fundamentales: los precios de los insumos, la disponibilidad y la calidad.

El precio de los insumos determinará una parte de los costos del proyecto e influirá en el monto de las inversiones, tanto de activos fijos como de capital operativo. En este sentido, se deberá investigar lo que se denomina *concepto ampliado del precio*, el que, además de determinar los valores actuales en que se transan los insumos en el mercado y sus tendencias a futuro, deberá establecer la existencia de condiciones de crédito y las políticas de descuento ofrecidas por los proveedores.

Cualquier empresa debe mantener un inventario de insumos que permita enfrentar su consumo promedio normal, más cualquier imprevisto. Si los proveedores no otorgan crédito, se deberá financiar la totalidad de los inventarios inmovilizados. Sin embargo, si los proveedores venden con crédito, se requerirán menos recursos propios para mantener el nivel de inventarios que garantice una adecuada respuesta a los clientes.

La *disponibilidad de insumos* se deduce del estudio de la existencia de capacidad productiva en toda la cadena de abastecimiento y determinará en definitiva el costo al cual podrá adquirirlo el proyecto. Si hay disponibilidad de materias primas, el precio al que se podrá comprar será inferior al que se lograría si no existiese disponibilidad.

En algunos casos, el estudio del proveedor deberá abarcar una cadena de investigación más larga que la del proveedor directo, ya que su producción futura puede depender, a su vez, del comportamiento de sus propios proveedores.

Por ejemplo, si un proyecto evalúa producir ácido cítrico como saborizante, a partir de residuos de limón derivados del limón fresco que desechan los fabricantes de aceites esenciales, deberá considerar que la disponibilidad de materias primas (que tendría un costo equivalente sólo a la recolección y transporte de los residuos) dependerá del nivel de operación de la fábrica de aceites esenciales el que, a su vez, dependerá de los precios del limón fresco.

Cuando existe disponibilidad en los proveedores para atender la nueva demanda del proyecto, el evaluador trabajará con el costo promedio observado en los insumos, por cuanto lo más probable es que pueda comprar a ese precio. Si no existe disponibilidad ni se vislumbra un crecimiento en la oferta, se deberá trabajar con el costo marginal del abastecimiento, es decir, con el costo que se deberá pagar por cada unidad adicional para obtener el insumo.

Ejemplo 2.5

Suponga que la totalidad de la leche que se produce en una zona es comprada por otras empresas a $100 el litro. Un nuevo proyecto que requiera este insumo, sólo se podría abastecer mediante la compra del producto desde otra localidad a un precio de $130 el litro, mayor precio que se explicaría por los costos del flete y otros en que se deberá incurrir para disponer de esos insumos. Alguien podría pensar que ofreciendo pagar $110 en el mercado local lo más probable sea que el proveedor prefiera vender al nuevo proyecto para ganar $10 más por unidad. Sin embargo, si así sucediese, también es posible pensar que el competidor preferirá pagar $113 en el mercado local y no comprar en otro a $130 y así sucesivamente con lo que, en una guerra de precios, ambos terminarán pagando $130, o sea, el costo marginal.

La determinación de la *calidad de los insumos* es un factor fundamental para calcular el costo. Generalmente, se considera el concepto de calidad como sinónimo de bueno. En el estudio de proyectos, la calidad se asocia con estándares de requerimientos

basados en las especificaciones técnicas de los insumos. No se deberá optar por una calidad superior a la requerida, la que aumentará los costos, ni por una inferior, la que atentaría contra el posicionamiento del producto final.

En la selección de un proveedor se podrán considerar otras variables como, por ejemplo, la perecibilidad de la materia prima, la existencia y características de sustitutos, la necesidad de infraestructura especial para su almacenaje, el tamaño del pedido mínimo, la oportunidad y eficiencia en la entrega, la calidad del servicio de venta y postventa, las garantías, e incluso el grado de solvencia económica del proveedor.

2.2.2 El mercado competidor

El estudio del mercado competidor tiene la doble finalidad de permitir al evaluador conocer el funcionamiento de empresas similares a las que se instalarían con el proyecto y de ayudarlo a definir una estrategia comercial competitiva con ellas. Sin embargo, los alcances del estudio van más allá de la sola determinación de la competencia para atender a un cliente. Además de conocer al competidor con el objeto de evaluar la posibilidad de captar a nuevos consumidores, se debe considerar un mercado no tradicional, donde se compite por un proveedor o distribuidor. A los primeros se les denomina *competidores directos*, mientras que a los últimos, *competidores indirectos*.

Por ejemplo, un proyecto que elaboraría productos agrícolas que requieren un servicio de frigorización puede competir por este servicio con otro que elabora productos de mar.

El estudio del *mercado competidor indirecto* busca identificar las relaciones comerciales que deberá asumir el proyecto para lograr contar con personal especializado, insumos, servicios, distribuidores y proveedores que garanticen su normal funcionamiento cuando sea implementado.

El *mercado competidor directo* es, sin duda, la principal fuente de información a la que una persona no experta en un tema puede recurrir para conocerlo. La mayoría de los expertos en evaluación de proyectos saben casi nada de clínicas obstétricas, fábricas de redes de pesca o tratamientos de aguas servidas, entre muchos otros. Por tal motivo, conocer lo que se hace en empresas similares, a qué tipo de usuario o cliente se atiende, cómo, con qué tarifas, con qué apoyo promocional, a través de qué distribuidor, etcétera, será una tarea básica en la definición de la propia estrategia comercial del proyecto que, a su vez, es la que determinará parte importante de las inversiones, costos y beneficios que se deberán estimar para evaluar el proyecto.

El primer elemento de la estrategia comercial es la definición del *producto real* con el que se va a competir. Un típico error es considerar el producto directo que ofrece la competencia, en circunstancias en que la decisión de optar por comprar una marca u otra no es siempre de tipo racional, sino que se ve influida por factores emocionales.

No siempre el paciente elige la mejor clínica por su capacidad resolutiva de la patología que lo afecta, sino que se preocupa del nombre de la clínica, de si tiene habitación individual con baño privado y televisor, acceso de visitantes a estacionamientos y precios de atención, entre otros. Es clásico el caso de muchos hospitales públicos, con capacidades demostradas de atención de patologías complejas, que reciben más pacientes derivados de otros establecimientos que por adscripción directa, por la mala imagen general (inmerecida muchas veces) de alta burocracia, la posibilidad de contraer contagios o la asociación de que por tener menores tarifas la atención son de menor calidad.

Lo anterior lleva a considerar el concepto ampliado del producto, ya que lo que percibe el usuario, más que el producto intrínseco, es un conjunto de atributos. En la correcta determinación de estos atributos, tanto de los servicios y productos de la competencia como de los que se definirán para el propio proyecto, recae una parte importante de la responsabilidad por su éxito o fracaso. Los principales atributos que deben estudiarse son:

a. *características del producto*: dependerán de la necesidad que se busca satisfacer, de las opciones tecnológicas disponibles para su fabricación, de la capacidad del inversionista para adoptar dicha tecnología y del resultado del estudio de sus viabilidades;
b. *complemento promocional*: ¿cuánta gente cambia su preferencia de un producto por otro que lleva adosado algún regalo al envase, o compra en una farmacia productos que encuentra en promoción u oferta y que no iba predispuesto a comprar? ¿Por qué algunos fabricantes de tabaco para pipa envían a sus clientes una publicación gratuita con información relativamente útil para el público en general? Todos estos elementos pueden ser parte integrante del producto final, así como también la acumulación de tickets por cada compra de gasolina que, al acumularse, podrán ser canjeados por vajilla u otro regalo. Si se entra en una industria que agrega un complemento promocional a su producto, deberán cuantificarse los mayores costos de esa adquisición de su publicidad, almacenaje, seguros, sistemas de información para el control y reposición de existencias en los locales de ventas, etc;
c. *marca*: ¿cuánto vale una clínica antes y después de que se dé a conocer que en ella falleció alguna figura pública por un tratamiento inadecuado, aunque en poco tiempo no recuerden el nombre del médico que se equivocó? Muchas empresas invierten enormes cantidades de dinero para posicionar una imagen corporativa, al igual que muchos profesionales invierten en posicionar una imagen personal asociada al éxito, porque ello les atrae más clientes;
d. *tamaño y envase*: en muchos casos el envase tiene, además de la función de protección del producto, una finalidad promocional que busca diferenciarlo de otros productos competitivos, ya sea por su color, forma, texto del

mensaje, tamaño o uso. De la misma manera, es fácil encontrar un mismo producto en cajas con diferentes cantidades de unidades. Aunque el producto sea el mismo, los gastos asociados a envases, al manejo de inventarios, control de despacho, atención al cliente, etcétera, aumentarán sólo por la diferenciación de tamaños;

e. *calidad del producto*: generalmente la oportunidad de un proyecto radica en la imperfección de un mercado que ofrece un servicio de una calidad superior o inferior a la deseada por los usuarios. Es el caso, por ejemplo, de la gran demanda oftalmológica por parte de chilenos de escasos recursos por atención gratuita de profesionales extranjeros que, sin dar una mala atención, a otros les parecían de inferior calidad a la de sus colegas chilenos;

f. *calidad del servicio*: parte importante de la apreciación que las personas tienen de una empresa, se asocia más con las percepciones que con las variables objetivas. La mayoría de los clientes no tiene capacidad para valorar la calidad y pertinencia de los activos que se usarán en su producto, pero sí la imagen del vendedor, el tiempo que éste dedica a explicarle el uso de la compra, la calidad de los servicios complementarios, el tiempo de espera, la agilidad en los trámites burocráticos y hasta el vestuario de quienes lo atienden, entre muchos otros.

El segundo elemento de la estrategia comercial de la competencia es el *precio*. La tarifa que se fije deberá ser lo suficientemente competitiva como para tener éxito comercial, entendiendo por competitivo no necesariamente un precio similar o inferior al de la opción que tiene el cliente. Mucha gente asocia calidad con precio y busca diferenciarse de otras personas pagando un precio alto por un producto que otros no están dispuestos o no están en condiciones de hacerlo.

Al igual que en el estudio del mercado proveedor, aquí conviene considerar el concepto ampliado del precio que cobra la competencia: tarifa, descuentos y formas de pago como anticipos, plazo de los créditos, cobro de intereses, etcétera. El precio que se defina para el proyecto deberá tener en consideración –además del cobrado por la competencia– los costos del proyecto, el precio de los productos sustitutos y lo que el cliente esté dispuesto a pagar.

El tercer elemento de la estrategia comercial de la competencia es la *promoción*. La decisión de optar por una u otra marca está muchas veces asociada a la sugerencia de la publicidad. Mucha gente puede afirmar que una marca de vino es excelente sin siquiera haberla probado. El posicionamiento de una marca se logra transfiriendo información a los potenciales clientes, ya sea mediante publicidad o por la transmisión de experiencias de un comprador a su círculo de amistad.

Para determinar cuál es el factor comunicacional más eficiente para cada proyecto, se deben observar los logros de la competencia, que pueden estar asociados a montos significativos de inversión para dar a conocer la existencia del proyecto, o a gastos publicitarios permanentes para el mantenimiento de la imagen buscada. En los

estudios que se realizan a nivel de prefactibilidad, el cálculo de estos desembolsos se suele obtener aplicando un porcentaje de gastos sobre las ventas esperadas, porcentaje que se determina de acuerdo con lo observado en los balances contables de empresas similares (que a veces se publican en una *Memoria Anual*), o solicitando una cotización a una agencia de publicidad.

Un último elemento que se debe estudiar de la estrategia comercial de la competencia es lo que se denomina *plaza*. Es decir, la forma en que se vincula con los clientes, los canales de distribución, la venta directa, etc. Por ejemplo, algunas clínicas privadas ofrecen ir a la oficina de los ejecutivos, siempre escasos de tiempo, para realizarles algunos examenes médicos.

Al estudiar el mercado competidor siempre será conveniente analizar su comportamiento histórico además de la situación actual en que se encuentre. De esta forma, el evaluador podrá conocer qué estrategias comerciales de otros fueron exitosas y cuáles fracasaron.

2.2.3 El mercado distribuidor

En muchos casos, especialmente cuando el proyecto estudia la generación de un producto más que de un servicio, la magnitud del canal de distribución para llegar al usuario o consumidor final explicará parte importante de su costo total. Si el canal es muy grande, probablemente se llegará a más clientes, aunque con un mayor precio final, debido a los costos y márgenes de utilidad agregados en la intermediación. Al subir el precio por este motivo, la empresa no ve aumentados sus ingresos, pero sí ve afectados sus niveles de venta, puesto que el aumento en el precio final podría hacer caer la cantidad demandada del producto. En economía, como ya se explicó, se usa el concepto de elasticidad para medir el impacto de una variación en los precios finales sobre la cantidad consumida.

Si el precio de un libro que baja a la mitad de lo que cuesta hoy hace que la cantidad vendida aumente a más del doble, se le denomina *elástica*. Por el contrario, es inelástica cuando el valor de una atención de apendicitis baja sin hacer aumentar la cantidad de operaciones quirúrgicas por esta patología.

Al estudiar la relación entre precio y cantidad se debe, en consecuencia, trabajar con el precio al que el consumidor recibirá el producto ofertado, incluyendo el efecto de todos los costos y márgenes de intermediación. La complejidad de este tema radica en que cada canal tiene asociados distintos costos y niveles de efectividad en las ventas. Esto obliga a analizar todas las opciones de distribución como un subproyecto típico de la formulación, con todos los efectos económicos vinculados a su administración, que sean ocasionados por las tareas de supervisión, remuneraciones, inversiones en obras físicas y equipamiento o sistemas de información, etcétera.

Aunque el costo es un antecedente útil para seleccionar el canal de intermediación, existen otros elementos que se debe ponderar para tomar la decisión, como, por ejemplo, la calidad. Tal como en la determinación del insumo se opta por la calidad

justa y necesaria para maximizar los beneficios netos, el canal que se seleccione no deberá ser ni mejor ni peor al requerido. Mientras que los canales de superior calidad pueden encarecer el costo de distribución por sobre los beneficios incrementales que con ese medio de distribución se logre, los de inferior calidad pueden ser más baratos pero posiblemente reduzcan la efectividad de las ventas. En estos casos, se agregan los costos de la gestión de las devoluciones, de mantener sobrestocks o de producción en escalas ineficientes, entre otros.

También en esta parte del estudio se deberá determinar si se optará por una distribución con recursos internos o externos. Esta decisión dependerá de la cobertura del mercado objetivo, la exclusividad del producto, la segmentación del mercado y los recursos financieros y humanos calificados disponibles.

2.2.4 El mercado consumidor

La información que entrega el mercado consumidor es, por lo general, la más importante para el proyecto. La decisión del consumidor para adoptar una tecnología, comprar un producto o demandar un servicio, tiene componentes tanto racionales como emocionales, por lo que la predicción del comportamiento del uso o compra del servicio o producto que ofrecerá el proyecto se hace más compleja de lo esperado. La forma en que se hace, se ve, se usa o valora algo varía, no sólo entre una sociedad y otra, sino también entre personas. Los cambios en los gustos y preferencias, los hábitos de consumos y motivaciones o el grado de aceptabilidad y rechazo a una campaña promocional varían para cada proyecto y lugar, dado el fuerte componente subjetivo de la decisión.

En general, se puede afirmar que los principales factores subjetivos o emocionales se asocian con la moda, la marca, el nivel de exclusividad y la confianza sobre aspectos inmedibles por el decisor, los que son fundamentales en el momento de optar: existencia de repuestos, servicio de posventa, etcétera.

Por otra parte, entre los factores objetivos o racionales se destacan la comparación de precios, formas y condiciones de crédito o la antigüedad y prestigio de la empresa.

Es importante señalar que el precio es, a veces, un factor emocional, como, por ejemplo, cuando se asocia la calidad del producto con un alto costo. El comportamiento de las personas es difícil de predecir por cuanto reaccionan de manera diferente frente una combinación de estímulos que se modifican permanentemente. ¿Cuántas veces se elige un producto o servicio pensando que "lo barato sale caro"? La incapacidad –para discriminar entre diferentes calidades ofertadas– hace, frecuentemente, asociar al precio con la calidad. La falta de información o la incapacidad para analizarla hace que la decisión pierda objetividad.

Lo anterior no es tan significativo en los proyectos que se hacen en empresas funcionando, donde la demanda o el nivel de operación que se busca alcanzar es un dato conocido, como, por ejemplo, cuando se evalúa la conveniencia de sustituir una maquinaria antigua por otra nueva.

La posibilidad de efectuar una proyección más certera del comportamiento de la demanda es cada vez mayor a causa del desarrollo de modelos computacionales, bases de datos y registros de información. A pesar de los avances logrados, las técnicas disponibles no son suficientes para demostrar el resultado de una estimación, debido a la imposibilidad de prever la reacción de los competidores frente a la aparición del proyecto y la incorporación de otros competidores que pudieran también estar evaluando un proyecto similar.

La posibilidad de éxito que tendrá un proyecto para incorporarse a un mercado particular dependerá fuertemente de las *barreras a la entrada* de nuevos competidores existentes en él. Es decir, de las dificultades que encontrará un nuevo inversionista para insertarse en el mercado.

Puede haber una importante *barrera a la entrada* en las economías de escala que pudieran tener las empresas de la competencia que ya están en el mercado y que posiblemente ya hayan recuperado parte importante de su inversión. Si se quiere competir con empresas que por su tamaño distribuyen sus costos fijos entre muchos productos, ello obligaría al inversionista a entrar también en gran escala para lograr funcionar en una escala de producción competitiva.

Una opción es que el inversionista intente iniciar su negocio en pequeña escala para después crecer. En este caso, podría tener que competir desventajosamente contra instituciones ya establecidas y que trabajan en escalas de operación más grandes. Por otra parte, si opta por una inversión en gran escala para competir con costos menores, podría tener que asumir un mayor riesgo, ya que deberá alcanzar una mayor meta de participación de mercado, enfrentando la natural reacción de las empresas existentes. Si la competencia tuviera una fuerte y arraigada imagen, más difícil será lograr una participación de mercado exitosa y, aunque logre funcionar con costos similares a los de la competencia, probablemente deba incurrir en una fuerte inversión promocional.

Para elaborar una proyección de la demanda se deben ejecutar tres etapas en su estudio: un análisis del comportamiento histórico, un estudio de la situación vigente y una estimación de la situación futura con y sin el proyecto.

El estudio del comportamiento histórico busca recolectar información cuantitativa que pueda servir para estimar tendencias de carácter estadístico y para identificar experiencias exitosas y fracasadas vinculadas a decisiones que otros agentes económicos hayan tomado en el pasado, de manera tal que se puedan explicar las relaciones *causa–efecto* que determinaron cambios en el pasado.

La importancia del análisis de la situación vigente radica en que constituye la base de cualquier predicción y en que permite la identificación de los precios de equilibrio vigentes en los mercados de los insumos y del producto o servicio. La proyección de

comportamientos futuros basados sólo en consideraciones históricas y vigentes, conlleva el problema de suponer el mantenimiento de las variables condicionantes de ese comportamiento pasado y actual. A veces, la sola creación del proyecto alterará el orden de cosas establecido en el mercado.

Un elemento pertinente para realizar cualquier estudio de los consumidores se denomina *segmentación de mercados* y corresponde a la forma de agrupación de los usuarios o consumidores: edad, sexo, nivel de ingreso, educación o lugar de residencia, entre otros.

Una segmentación más particular es la que clasifica a los consumidores por variables sicológicas, como la clase social a la que pertenecen, la aversión a los cambios e innovaciones o el grado de libertad para tomar decisiones.

El mercado de consumidores institucionales se puede segmentar por rubro, localización, tamaño o volúmenes de compra. La necesidad de segmentar el mercado por tipo de institución más que por la de los individuos, se debe a que muchos productos o servicios tienen como objeto atender unidades de negocio.

Existen diferentes formas de clasificar la demanda con la finalidad de recolectar información: su oportunidad, necesidad, temporalidad, destino y permanencia.

En relación con su *oportunidad*, la demanda se clasifica como insatisfecha o satisfecha. Existe *demanda insatisfecha* cuando el comprador debe trasladarse a otro lugar para adquirir el producto deseado o simplemente se abstiene de comprarlo.

La *demanda satisfecha* se puede dividir en saturada (cuando no es posible hacerla crecer) y no saturada (cuando es posible hacerla crecer con apoyo de acciones de marketing).

En relación con su *necesidad*, la demanda se puede clasificar en *básica* (la que se requiere ineludiblemente) y *suntuaria* (la que satisface un gusto más que una necesidad).

En relación con su *temporalidad*, la demanda puede ser *continua*, *cíclica* o *estacional*.

De acuerdo con su *destino*, la demanda puede ser *final* (la que demanda un producto o servicio para ser consumido) o *intermedia* (la que se demanda para ser utilizada en la elaboración de otros bienes o en la prestación de otros servicios).

De acuerdo con la *permanencia*, la demanda puede ser de *flujo* o de *stock*. La *demanda de flujo* es de carácter permanente, pero puede ser variable, y la de *stock* es de carácter finito y predecible en el tiempo. La suma de ambas da por resultado la *demanda total*, tal como se puede observar en el gráfico 2.9.

Cuando aparecieron los ecógrafos y las unidades dentales de alta velocidad, la venta inicial fue substancialmente mayor que la proyectada, por cuanto muchos establecimientos compraron o adoptaron la nueva tecnología. Posteriormente, otros establecimientos ven la ventaja de adquirirlos para mantener su posición competitiva y, finalmente, otro grupo termina adquiriéndolos por necesidad. De ahí en adelante la demanda crece sólo en función de la creación de nuevos establecimientos, de las ampliaciones y de las reposiciones normales del activo.

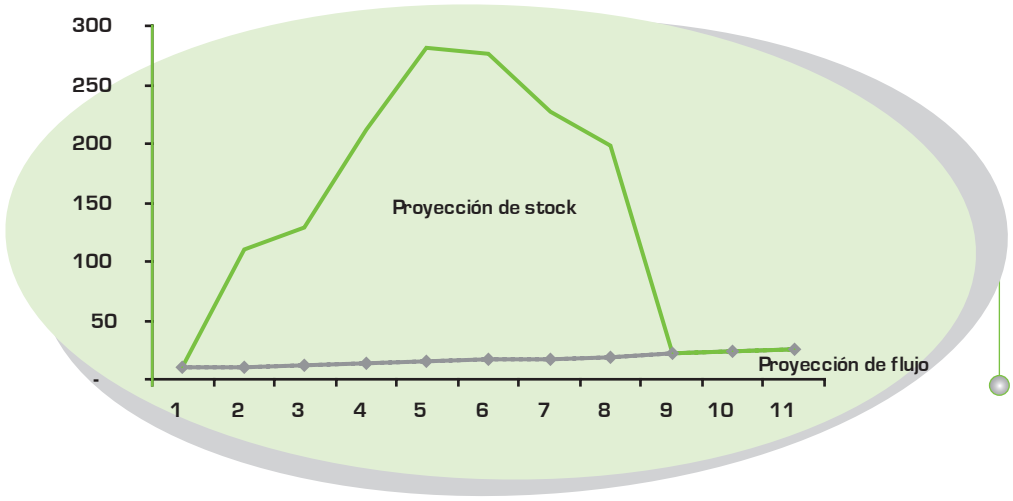


Gráfico 2.9
Comportamiento de la demanda.

2.3 Técnicas de predicción para análisis económicos

La predicción de los comportamientos de las variables económicas constituye, sin duda, una de las mayores dificultades en el estudio de propuestas de inversión. Sin embargo, su realización es ineludible por cuanto la esencia de la evaluación de proyectos es comparar una inversión o desinversión actual con el flujo de caja posible de esperar en el futuro, si se opta por tomar la decisión. Las condiciones que imperarán en los próximos años difícilmente coincidirán con aquellas observadas en proyectos similares en el pasado. Por ello, el resultado de una predicción se debe considerar sólo como una medición de evidencias incompletas, basadas en comportamientos empíricos de situaciones parcialmente similares o en inferencias de datos estadísticos disponibles.

Las técnicas de pronóstico se clasifican de diversas formas en la literatura económica. En este texto se usarán dos grandes categorías: las cuantitativas y las cualitativas.

2.3.1 Técnicas cuantitativas de predicción

Las *técnicas cuantitativas de predicción* poseen la ventaja de que al estar expresadas matemáticamente, su procedimiento de cálculo y los supuestos empleados carecen de toda ambigüedad. Dos grupos se identifican en esta categoría: los *modelos causales* y los *modelos de series de tiempo*.

a. Modelos causales

Un *pronóstico causal* se fundamenta en la posibilidad de confiar en el comportamiento de una variable que podría explicar los valores que asumiría la variable a proyectar. La variable conocida se denomina *variable independiente* y la estimada *variable dependiente*.

Variables independientes típicas son la tasa de crecimiento de la población, la tasa de ocupación de un insumo por unidad producida, el crecimiento esperado en el producto interno bruto, etc.

Los modelos causales requieren que exista una relación entre los valores de ambas variables y que los de la *variable independiente* sean conocidos o que su estimación otorgue una mayor confianza. La forma más común de hacer proyección causal es el *ajuste de curvas*, el cual se puede realizar aplicando el método de los *mínimos cuadrados* o el de la *función polinómica*.

El método de los *mínimos cuadrados* selecciona una línea de tendencia recta del tipo $y = a + bx$, donde y es la variable dependiente, x la independiente, a el punto de intersección de la función en el eje vertical y b la pendiente de la función. Este método se conoce también como *regresión lineal* y busca determinar la recta que represente de mejor manera la tendencia de las relaciones observadas en el pasado, para usarlas como base de la proyección de la tendencia futura.

Como primer paso se debe recoger toda la información histórica que permita expresar las relaciones observadas entre las variables x e y que parezcan estrechamente relacionadas entre sí, para luego determinar la ecuación que mejor se ajuste a dichas relaciones. Para ello se calcula el valor de a y b, aplicando las siguientes ecuaciones:

(2.13)
$$b = \frac{n\Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

(2.14)
$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Donde $\bar{x}$ e $\bar{y}$ son los valores promedio de las variables y n es el número de observaciones.

Ejemplo 2.6

Una empresa requiere proyectar la demanda potencial de juegos de entretenimiento electrónico para niños antes de decidir respecto de la conveniencia de emprender una ampliación de sus instalaciones en otro sector de la ciudad. La información disponible

en la cadena de negocios de la empresa (doce locales en total) muestra los promedios históricos anuales de venta por local que se exponen en la tabla 2.5.

Reemplazando en las ecuaciones 2.13 y 2.14 se obtienen los siguientes valores:

$$b = \frac{12(2.903.465{,}41) - (346{,}08)(86.737{,}00)}{12(11.876{,}79) - (346{,}08)^2} = 212{,}03$$

$$a = 7.228 - (212{,}03)\,(28{,}84) = 1.113{,}20$$

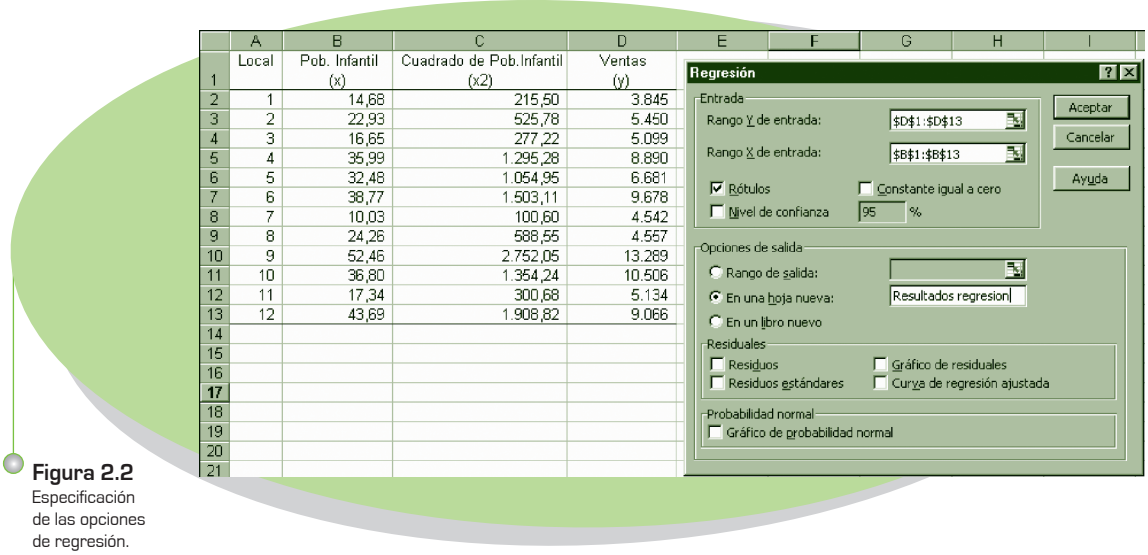
Cantidad Y	Pobl. Infantil x (en miles)	Ventas y	xy	X^2
1	14,68	3.845	56.445	216
2	22,93	5.450	124.969	526
3	16,65	5.099	84.898	277
4	35,99	8.890	319.951	1.295
5	32,48	6.681	216.999	1.055
6	38,77	9.678	375.216	1.503
7	10,03	4.542	45.556	101
8	24,26	4.557	110.553	589
9	52,46	13.289	697.141	2.752
10	36,80	10.506	386.621	1.354
11	17,34	5.134	89.024	301
12	43,69	9.066	396.094	1.909
Suma	346,08	86.737	2.903.465	11.877
Promedio	28,84	7.228		

Tabla 2.5
Cuadro de información del negocio.

Una forma simple de calcular estos valores es recurrir a una planilla electrónica, Excel®, por ejemplo. A continuación se exponen tres métodos que se diferencian por el mayor o menor grado de complejidad en la operación y del nivel de detalle de los resultados proporcionados.

Método 1: Comando Análisis de datos del menú Herramientas

1. En el menú **Herramientas**, elija **Análisis de datos**;
2. En el cuadro de diálogo **Análisis de datos**, seleccione la opción **Regresión** y elija **Aceptar**;
3. En el cuadro de diálogo **Regresión**, use el casillero **Rango Y de entrada** para anotar la posición de los datos de la variable dependiente (Ventas);
4. Use el casillero de **Rango X de entrada** para especificar la posición de los datos de la variable independiente (Población infantil);
5. Si incluye los títulos de columna, debe activar la casilla de verificación **Rótulos**. Esto le permitirá identificar de mejor manera las variables en la salida de regresión;
6. Utilice las **Opciones de salida** para especificar el lugar donde quiere ubicar los resultados. Si elige la opción **En una hoja nueva**, asígnele un nombre (Resultados regresión);
7. Finalmente, elija **Aceptar**. Excel insertará una nueva hoja de cálculo con los resultados de la regresión.



	A	B	C	D
1	Local	Pob. Infantil (x)	Cuadrado de Pob.Infantil (x2)	Ventas (y)
2	1	14,68	215,50	3.845
3	2	22,93	525,78	5.450
4	3	16,65	277,22	5.099
5	4	35,99	1.295,28	8.890
6	5	32,48	1.054,95	6.681
7	6	38,77	1.503,11	9.678
8	7	10,03	100,60	4.542
9	8	24,26	588,55	4.557
10	9	52,46	2.752,05	13.289
11	10	36,80	1.354,24	10.506
12	11	17,34	300,68	5.134
13	12	43,69	1.908,82	9.066

Figura 2.2
Especificación de las opciones de regresión.

	A	B	C
1	Resumen		
2			
3	*Estadísticas de la regresión*		
4	Coeficiente de correlación múltiple	0,933542294	
5	Coeficiente de determinación R^2	0,871501214	
6	R^2 ajustado	0,858651335	
7	Error típico	1121,008547	
8	Observaciones	12	
9			
10	ANÁLISIS DE VARIANZA		
11		*Grados de libertad*	*Suma de cuadrados*
12	Regresión	1	85228887,3
13	Residuos	10	12566601,61
14	Total	11	97795488,92
15			
16		*Coeficientes*	*Error típico*
17	Intercepción	1113,201397	809,9666902
18	Pob. Infantil (x)	212,0278064	25,74591521

Figura 2.3
Resultados de la regresión.

De acuerdo con los resultados de la regresión, la ecuación de la recta que mejor representa el comportamiento de las ventas (y) en función de la población infantil (*x*), es coincidente con los resultados obtenidos mediante el uso de las fórmulas.

De este modo, si la población infantil asociada al sector donde se quiere instalar el nuevo local fuera 45 (45.000 personas), entonces el modelo predeciría ventas de $10.654,45.

B22 = =B17+B18*B21

	A	B
16		*Coeficientes*
17	Intercepción	1113,20
18	Pob. Infantil (x)	212,03
19		
20		
21	Pob. Infantil nuevo sector	45,00
22	Ventas estimadas	10.654,45

Figura 2.4
Utilización de los resultados de la regresión.

Como se puede observar, en las celdas B17:B18 de las figuras 2.3 y 2.4, aparecen directamente los valores de a y b, denominados como "Intercepción" y "Población infantil (x)", respectivamente.

Una información importante del cuadro "Resumen" en la figura 2.3, es la que muestran las filas de *Estadísticas de la regresión*. El *coeficiente de correlación* es un indicador de la precisión y confiabilidad de la relación entre las variables y puede tomar valores desde –1 a 1. Si el coeficiente de correlación es positivo y elevado (muy cercano a uno) las variables x e y tienen comportamientos altamente relacionados. Si el coeficiente de correlación muestra valores negativos, el comportamiento de las variables es opuesto, es decir, mientras mayor sea el valor de x menor será el de y. Si el coeficiente es cero, no existe correlación entre las variables. En el ejemplo se observa una correlación del 93,35%. El coeficiente de determinación R2 muestra cuán confiable es la línea de regresión y corresponde a una medida de lo cercano del ajuste. Se calcula como la suma de los cuadrados de las desviaciones, su resultado está en el rango de 0 a 1 e indica qué cantidad de la variación total en y respecto a su media, es explicada por la línea de regresión y = a + bx. Cuando esta línea está perfectamente ajustada, el coeficiente de correlación es igual a 1. En el ejemplo de la figura 2.3, el valor 0,871 de la celda B5 indica que se puede explicar aproximadamente el 87% de la variación de los valores de y, mediante el comportamiento de la variable x.

Para determinar el grado de confianza en la estimación, la planilla muestra en la celda B7 que el *error estándar* o *error típico* (Se) es de 1.121,01. Este valor corresponde a la cantidad de dispersión de los datos reales alrededor de la tendencia determinada por la línea de regresión. Este valor se utiliza con una *distribución normal*, denominada también *distribución de Gauss*, que indica que para un grado de confianza del 68%, la proyección de las ventas para una población de 45.000 niños estará entre 10.645,45 + 1Se y que para tener un 95%, ese valor estará entre 10.645,45 + 2Se. Es decir, el *intervalo de confianza* estará entre 9.524,44 y 11.766,46 para un grado de confianza de 68% y entre 8.403,43 y 12.887,47 para un 95%.

Método 2: Funciones Tendencia y Coeficiente.R2

Para determinar rápidamente cuál es el pronóstico de un modelo de regresión basándose en datos históricos de las variables dependientes e independientes, es conveniente utilizar la función *Tendencia*. Esta función ajusta una recta (calculada con el método de *mínimos cuadrados*) a los valores de la variable dependiente y devuelve el pronóstico para un nuevo valor de la *variable independiente* (x) especificado.

Por otra parte, la función Coeficiente.R2 devuelve el valor R cuadrado para una línea de regresión lineal creada con los datos de las variables x e y conocidas.

Para usar estas funciones se ingresa en una celda el nuevo valor de la variable independiente (x) para la cual se desea hacer el pronóstico (figura 2.5).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Local	Pob. Infantil (x)	Cuadrado de Pob.Infantil (x2)	Ventas (y)			
2	1	14,68	215,50	3.845		Pob Infantil nuevo sector	45
3	2	22,93	525,78	5.450		Venta estimada	
4	3	16,65	277,22	5.099		Coeficiente R2	
5	4	35,99	1.295,28	8.890			
6	5	32,48	1.054,95	6.681			
7	6	38,77	1.503,11	9.678			
8	7	10,03	100,60	4.542			
9	8	24,26	588,55	4.557			
10	9	52,46	2.752,05	13.289			
11	10	36,80	1.354,24	10.506			
12	11	17,34	300,68	5.134			
13	12	43,69	1.908,82	9.066			

Figura 2.5
Modelo de planilla para realizar un pronóstico usando TENDENCIA Y COEFICIENTE. R2.

Para el cálculo de la venta estimada, se procede como sigue:

1. Seleccione la celda donde desea realizar la estimación (G3 en el ejemplo de la figura. 2.5);
2. Haga clic sobre el botón **Pegar función** en la barra de herramientas **Estándar**;
3. En el cuadro de diálogo **Pegar función**, desde la categoría de funciones **Estadísticas** seleccione la función **Tendencia** y elija **Aceptar**;

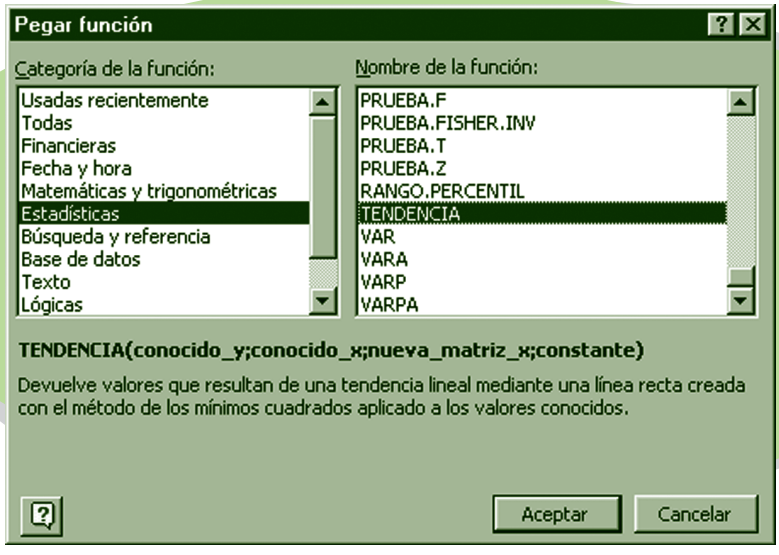


Figura 2.6
Cuadro de diálogo **Pegar función**.

4. En el cuadro de la función **Tendencia**, utilice el recuadro **Conocido_y** para establecer la ubicación de los valores de la variable dependiente (y), tal como se muestra en la figura 2.7;
5. El recuadro **Conocido_x** se usa para establecer la ubicación de los valores de la variable independiente (x), como se muestra en la figura 2.7;
6. En el recuadro **Nueva_matriz_x**, indique la posición de la celda donde se anotó el valor de la población infantil (x) para la cual se desea hacer la estimación y elija **Aceptar**.

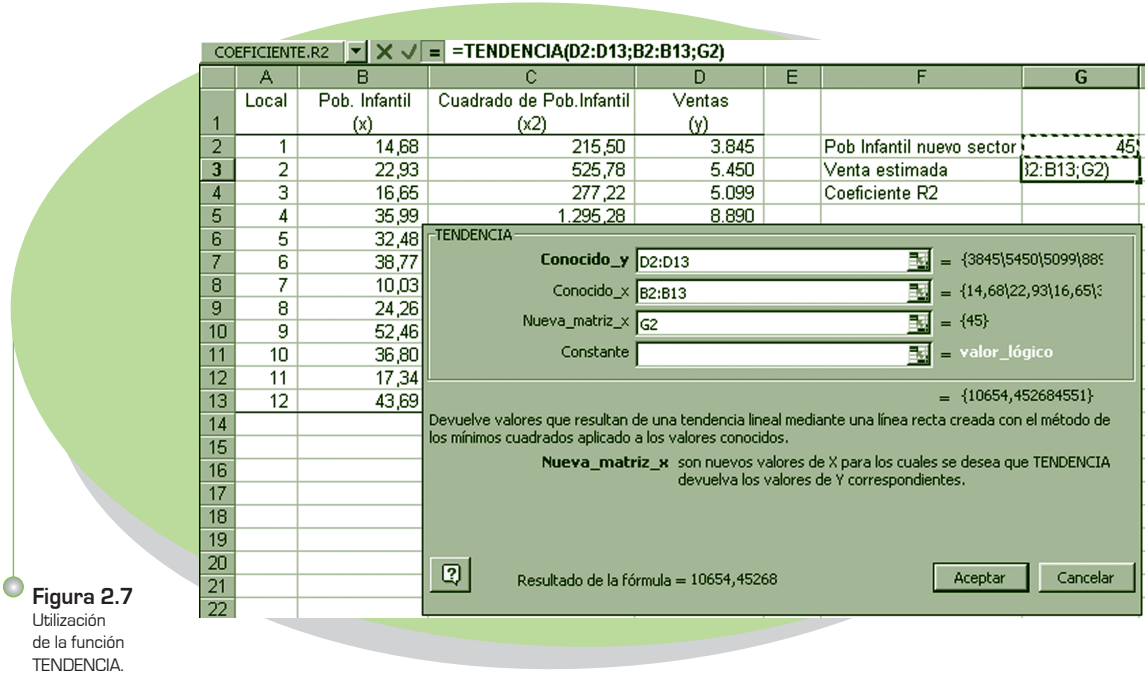


Figura 2.7
Utilización de la función TENDENCIA.

7. Para calcular el valor de R cuadrado, seleccione una celda (como G2 en el ejemplo de la figura 2.7) y haga clic en el botón **Pegar función** de la barra de herramientas **Estándar**;
8. En el cuadro de diálogo **Pegar función**, desde la categoría de funciones **Estadísticas**, seleccione la función COEFICIENTE.R2 y elija **Aceptar**;
9. En el cuadro de la función COEFICIENTE.R2, utilice el recuadro **Conocido_y** para establecer la ubicación de los valores de la variable dependiente (y), tal como se muestra en la figura 2.8;
10. Use el recuadro **Conocido_x** para establecer la ubicación de los valores de la variable independiente (x) y finalmente elija **Aceptar**.

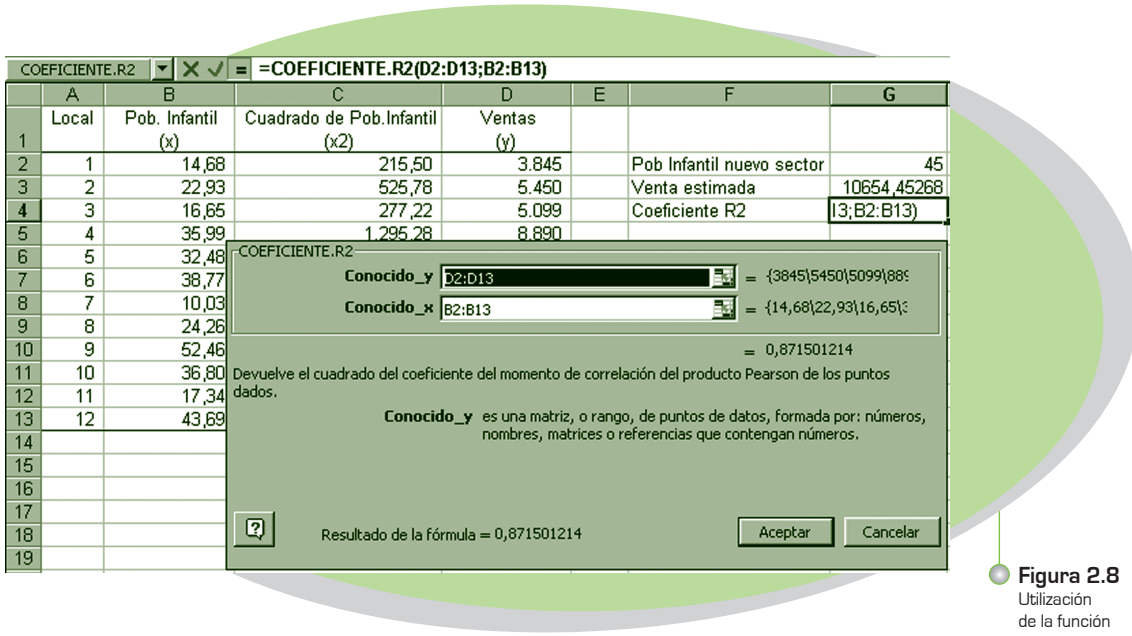


Figura 2.8
Utilización de la función COEFICIENTE.R2,

Los valores obtenidos para la venta estimada y el Coeficiente.R cuadrado deberán coincidir con los obtenidos a través del método anterior.

Método 3: Ajuste de líneas de tendencia a un gráfico de dispersión

Este método aprovecha las posibilidades que proporciona Excel® de ajustar una línea de tendencia para una serie de datos en un gráfico de dispersión (XY) y visualizar la función y R cuadrado asociados a esta línea de tendencia.

Para utilizar este método, se debe proceder como sigue:

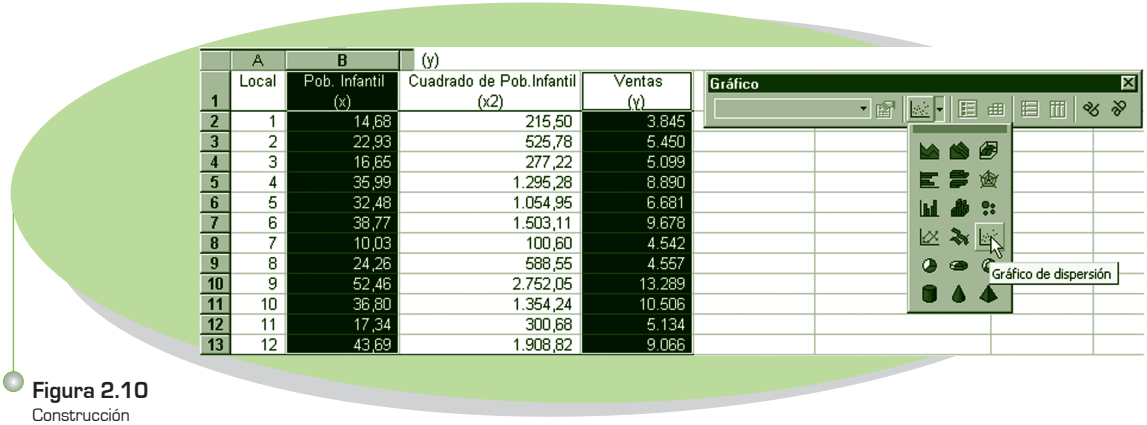
1. Asegúrese de tener visible la barra de herramientas **Gráfico**;



Figura 2.9
Barra de herramientas **Gráfico.**

2. Seleccione las series de datos x (*Pob. Infantil*) e y (*Ventas*). Si las series de datos se encuentran en columnas no adyacentes, seleccione la primera serie normalmente y luego seleccione la segunda serie mientras mantiene presionada la tecla CTRL (Control), obteniendo el resultado que se observa en la figura 2.10;

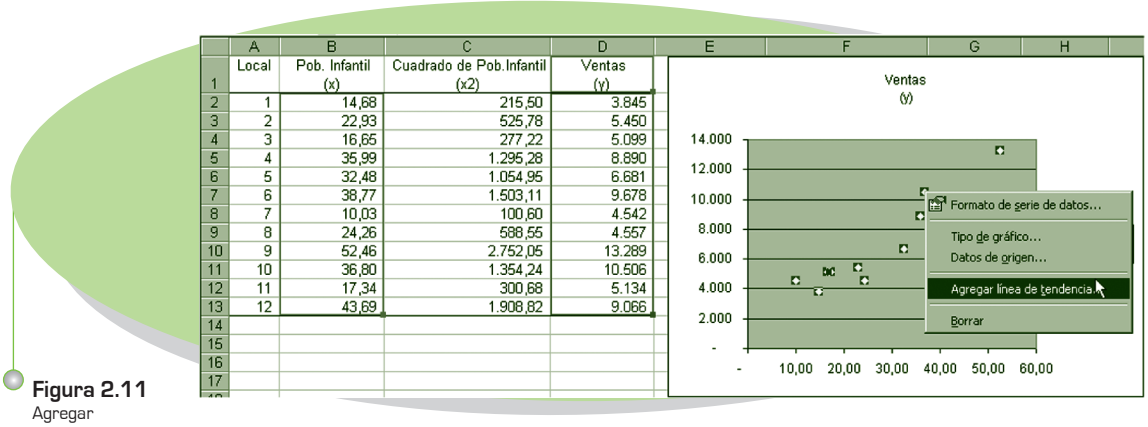
3. Desde la barra de herramientas, elija **Tipo de gráfico** y seleccione el tipo **Gráfico de dispersión**;



	A	B	C	D
1	Local	Pob. Infantil (x)	Cuadrado de Pob.Infantil (x2)	Ventas (y)
2	1	14,68	215,50	3.845
3	2	22,93	525,78	5.450
4	3	16,65	277,22	5.099
5	4	35,99	1.295,28	8.890
6	5	32,48	1.054,95	6.681
7	6	38,77	1.503,11	9.678
8	7	10,03	100,60	4.542
9	8	24,26	588,55	4.557
10	9	52,46	2.752,05	13.289
11	10	36,80	1.354,24	10.506
12	11	17,34	300,68	5.134
13	12	43,69	1.908,82	9.066

Figura 2.10
Construcción de un gráfico de dispersión.

4. Un nuevo objeto flotante se mostrará sobre la hoja de cálculo, conteniendo el gráfico deseado. Haga clic, con el botón derecho del mouse, sobre cualquiera de los puntos de la serie en el gráfico y elija la opción **Agregar línea de tendencia**... como se muestra en la figura 2.11;



	A	B	C	D
1	Local	Pob. Infantil (x)	Cuadrado de Pob.Infantil (x2)	Ventas (y)
2	1	14,68	215,50	3.845
3	2	22,93	525,78	5.450
4	3	16,65	277,22	5.099
5	4	35,99	1.295,28	8.890
6	5	32,48	1.054,95	6.681
7	6	38,77	1.503,11	9.678
8	7	10,03	100,60	4.542
9	8	24,26	588,55	4.557
10	9	52,46	2.752,05	13.289
11	10	36,80	1.354,24	10.506
12	11	17,34	300,68	5.134
13	12	43,69	1.908,82	9.066
14				
15				
16				
17				

Figura 2.11
Agregar una línea de tendencia a un gráfico de dispersión.

5. En la ficha **Tipo** del cuadro de diálogo **Agregar línea de tendencia**, seleccione el tipo **Lineal**, tal como se indica en la figura 2.12;

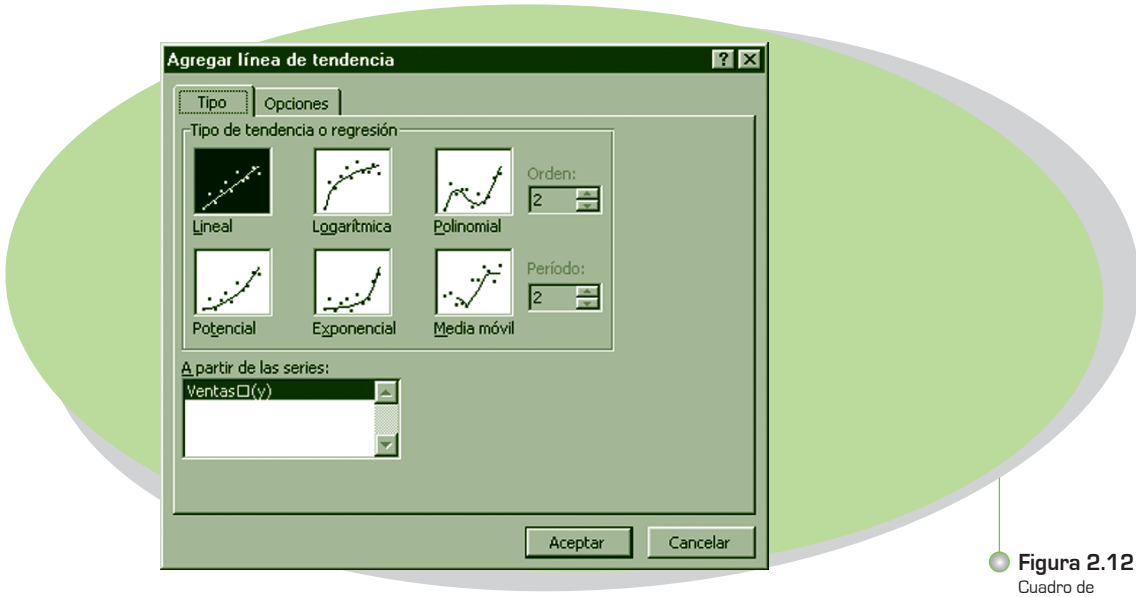


Figura 2.12
Cuadro de diálogo **Agregar línea de tendencia**, ficha **Tipo**.

6. En la ficha **Opciones** del cuadro de diálogo **Agregar línea de tendencia**, puede asignar un nombre a la línea de tendencia (Tendencia lineal) y debe activar las casillas **Presentar ecuación en el gráfico** y **Presentar el valor R cuadrado en el gráfico**, como lo muestra la figura 2.13;

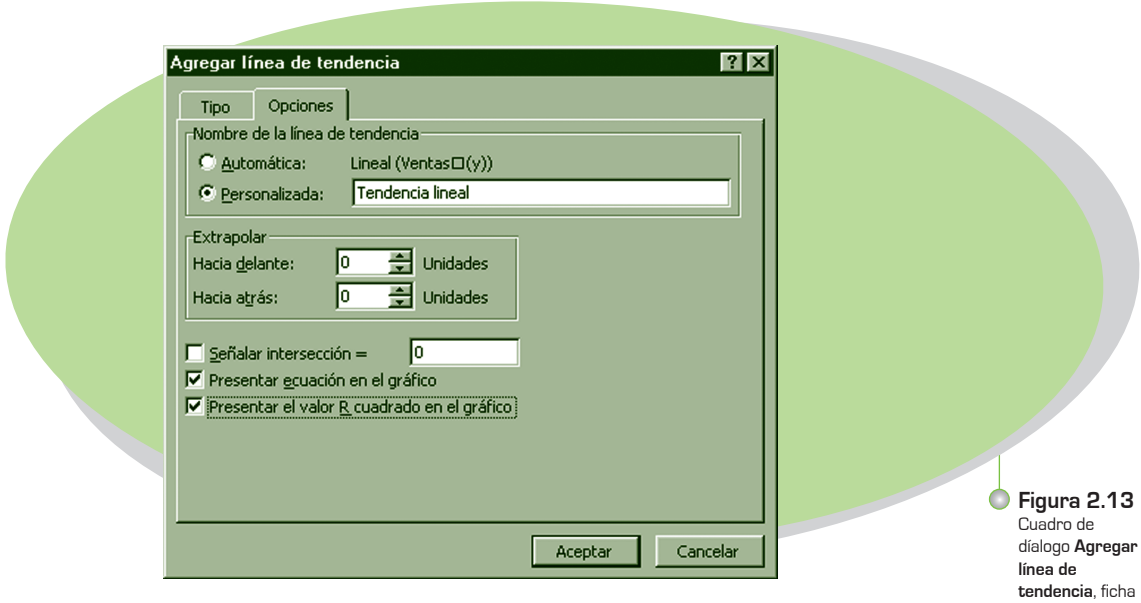


Figura 2.13
Cuadro de diálogo **Agregar línea de tendencia**, ficha **Opciones**.

7. Eligiendo **Aceptar**, el gráfico se mostrará con la correspondiente línea de tendencia y los datos requeridos para hacer las estimaciones. Los valores obtenidos nuevamente no difieren de los métodos anteriores.

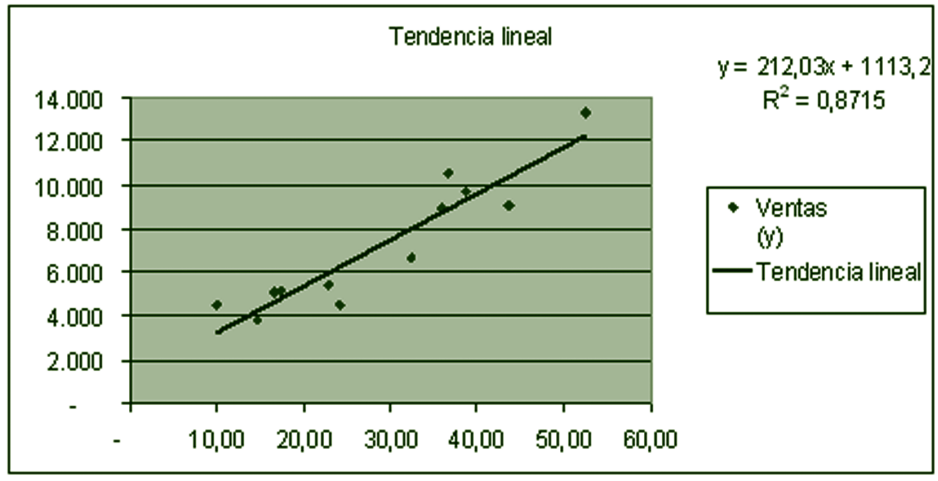


Figura 2.14
Gráfico de dispersión con tendencia lineal.

El criterio inicial para escoger el tipo de línea de tendencia es la forma que adoptan los puntos de la serie de datos. Por ejemplo, si se aprecia que la serie de datos muestra un crecimiento a tasas constantes, es probable que una tendencia lineal se ajuste mejor. En cambio, si el crecimiento mostrado es a tasas crecientes o decrecientes, es probable que se logren mejores ajustes con una línea de tendencia exponencial o logarítmica, respectivamente.

El modelo anterior puede incluir más de una variable y la función asumir cualquier forma como, por ejemplo, una de tipo polinómica. La línea de tendencia polinómica asume la forma $y = a_o + a_1x + a_2x^2$, donde se buscará determinar los valores de a_o, a_1 y a_2 que minimicen la suma de los cuadrados de las desviaciones. Esto se puede lograr en una plantilla como Excel utilizando la herramienta **Solver**[2].

Para dar solución al ejemplo dado usando esta herramienta, se deberá configurar una planilla de cálculo de manera tal que permita manejar el problema como un *Modelo de Solver*, como se muestra en la figura 2.15.

Las celdas B2, B3 y B4 sólo contienen valores cero (0). La fórmula empleada para el cálculo de la columna **Pronóstico** no es más que la construcción de la función polinómica $a_o+a_1x+a_2x^2$ usando la población infantil como valores de x, y cuyos coeficientes corresponden a los valores de las celdas B2, B3 y B4. La columna **Error** se calcula empleando la función **ABS**, de modo de obtener el valor absoluto de la diferencia entre valor real de las ventas registradas y el pronóstico. La última columna sólo registra el cuadrado de los errores calculados en la columna adyacente.

[2] La opción **Solver** no siempre se encuentra activa. Si no se encuentra en el menú **Herramientas**, se debe ejecutar el mandato **Herramientas / Complementos** y activar la casilla de verificación correspondiente a **Complemento Solver**.

	A	B	C	D	E	F
1				=$B$2+$B$3*B7+$B$4*B7^2		
2	a_0	0				
3	a_1	0			=ABS(C7-D7)	
4	a_2	0				=E7^2
5						
6	Local	Pob. Infantil (x)	Ventas (y)	Pronóstico	Error	$(Error)^2$
7	1	14,68	3.845	0	3.845	14.784.025
8	2	22,93	5.450	0	5.450	29.702.500
9	3	16,65	5.099	0	5.099	25.999.801
10	4	35,99	8.890	0	8.890	79.032.100
11	5	32,48	6.681	0	6.681	44.635.761
12	6	38,77	9.678	0	9.678	93.663.684
13	7	10,03	4.542	0	4.542	20.629.764
14	8	24,26	4.557	0	4.557	20.766.249
15	9	52,46	13.289	0	13.289	176.597.521
16	10	36,80	10.506	0	10.506	110.376.036
17	11	17,34	5.134	0	5.134	26.357.956
18	12	43,69	9.066	0	9.066	82.192.356
19					Suma	724.737.753

Figura 2.15
Modelo de planilla para estimar una función polinómica usando **Solver**.

Una vez construido este modelo se procede como sigue:

1. En el menú **Herramientas**, elija **Solver**. El cuadro de diálogo **Parámetros de Solver** se mostrará;

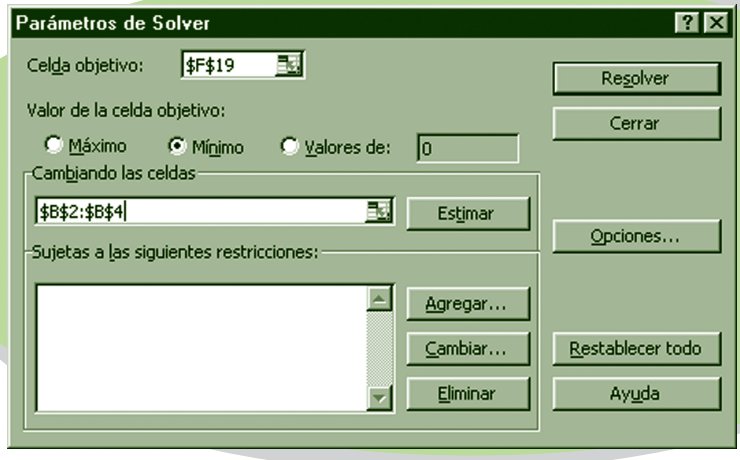


Figura 2.16
Cuadro de diálogo **Parámetros de Solver**.

2. Use el casillero **Celda objetivo** para establecer la suma de los errores al cuadrado, como la función que se pretende optimizar (celda F19);
3. En la sección **Valor de la celda objetivo**, elija la opción **Mínimo**, de modo de minimizar la suma de los cuadrados de los errores;
4. Utilice el casillero **Cambiando las celdas** para establecer la ubicación de coeficientes de la función que se pretende encontrar (rango B2:B4). En este caso no se incorporarán restricciones. Dado que la función objetivo es una función cuadrática y además $a_2 > 0$, es dable suponer que está acotada inferiormente y debe existir un mínimo que es único;
5. Eligiendo el botón **Resolver**, **Solver** iniciará el proceso de búsqueda de una solución y mostrará el cuadro de diálogo **Resultados de Solver** al finalizar;

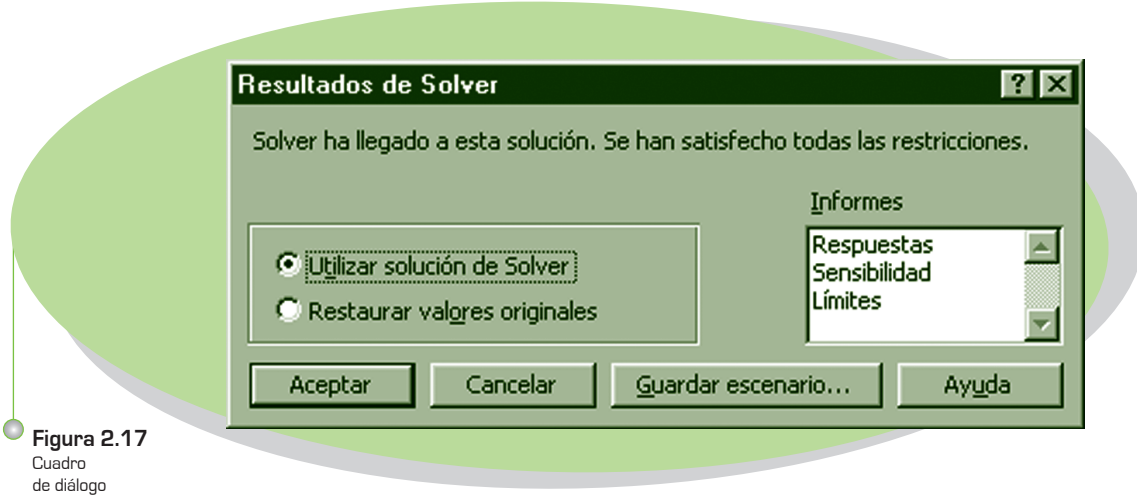


Figura 2.17
Cuadro de diálogo **Resultados de Solver**.

6. En el cuadro de diálogo **Resultados de Solver**, puede elegir **Utilizar solución de Solver**, seleccionar los **Informes** adicionales de resultados que desee examinar y finalmente el botón **Aceptar**. **Solver** empleará las celdas designadas como **Cambiando las celdas** (B2:B4) para mostrar los resultados, tal como se muestra en la figura 2.18.

	A	B	C	D	E	F
1						
2	a_0	3538,389092				
3	a_1	17,43313805				
4	a_2	3,21998615				
5						
6	Local	Pob. Infantil (x)	Ventas (y)	Pronóstico	Error	$(Error)^2$
7	1	14,68	3.845	4.488	643	413.735
8	2	22,93	5.450	5.631	181	32.816
9	3	16,65	5.099	4.721	378	142.655
10	4	35,99	8.890	8.337	553	306.261
11	5	32,48	6.681	7.502	821	673.291
12	6	38,77	9.678	9.054	624	389.033
13	7	10,03	4.542	4.037	505	254.846
14	8	24,26	4.557	5.856	1.299	1.688.524
15	9	52,46	13.289	13.314	25	650
16	10	36,80	10.506	8.541	1.965	3.862.944
17	11	17,34	5.134	4.809	325	105.722
18	12	43,69	9.066	10.446	1.380	1.905.516
19					Suma	9.775.993

Figura 2.18
Utilización de los resultados de **Solver**.

Otro método para ajustar una tendencia polinómica es recurrir al **Asistente para gráficos**. La única diferencia con lo que se hizo para proyectar una tendencia lineal consiste en escoger el tipo **Polinomial** en la ficha **Tipo** del cuadro de diálogo **Agregar línea de tendencia** que se mostró en la figura 2.12.

De este modo, para el ejemplo dado, obtendrá un gráfico como el siguiente:

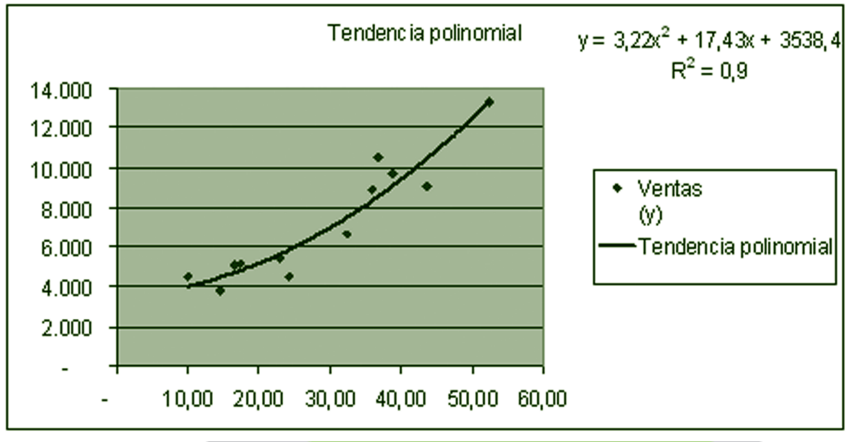


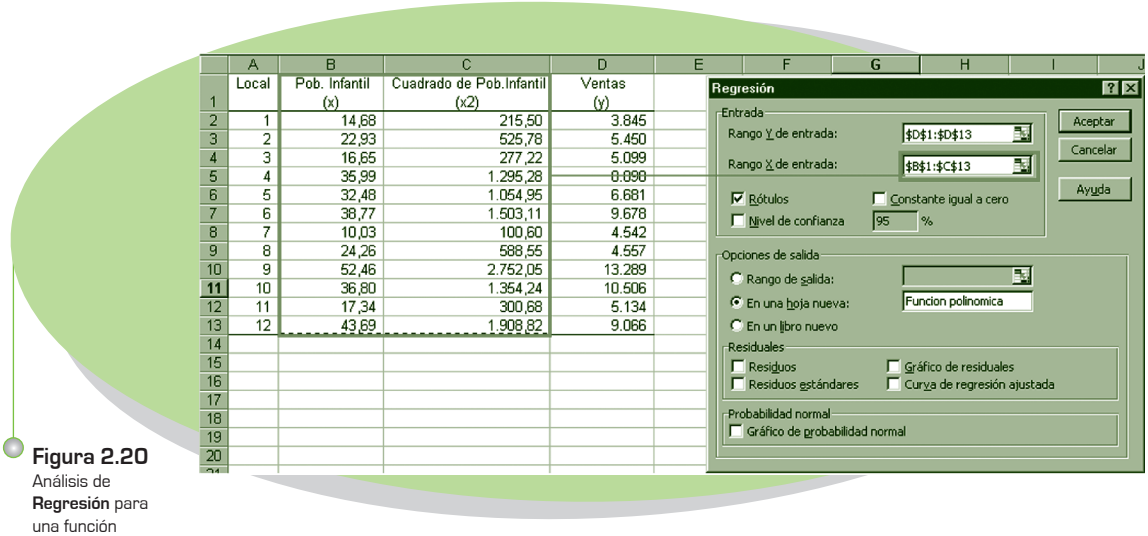
Figura 2.19
Gráfico de dispersión con una curva de tendencia polinominal.

Nótese que el valor de R cuadrado 0,90 es superior al de 0,87 que se obtuvo ajustando una tendencia lineal a la serie de datos históricos.

Los valores de los coeficientes a_0=3538,4; a_1=17,43 y a_2=3,22 para una población infantil de 45.000 hab. (45), permiten predecir las siguientes ventas:

$$\text{Ventas}(y) = 3{,}22*(45)^2 + 17{,}43*(45) + 3538{,}4 = 10843{,}25$$

Otra posibilidad para obtener estos resultados es usar el comando **Análisis de datos-Regresión**, descrito previamente para encontrar los valores de los coeficientes de la función polinómica. Para ello bastará con calcular una nueva columna elevando los valores de la variable independiente al cuadrado (x^2) y utilizarla como una segunda variable independiente.



	A	B	C	D
1	Local	Pob. Infantil (x)	Cuadrado de Pob.Infantil (x2)	Ventas (y)
2	1	14,68	215,50	3.845
3	2	22,93	525,78	5.450
4	3	16,65	277,22	5.099
5	4	35,99	1.295,28	8.098
6	5	32,48	1.054,95	6.681
7	6	38,77	1.503,11	9.678
8	7	10,03	100,60	4.542
9	8	24,26	588,55	4.557
10	9	52,46	2.752,05	13.289
11	10	36,80	1.354,24	10.506
12	11	17,34	300,68	5.134
13	12	43,69	1.908,82	9.066

Figura 2.20
Análisis de **Regresión** para una función polinómica.

De este modo, el resumen de resultados de la regresión mostrará ahora el valor de tres coeficientes (el término libre o intercepto y los coeficientes asociados a la variable independiente y la variable independiente al cuadrado).

	A	B	C	D	E	F
1	Resumen					
2						
3	*Estadísticas de la regresión*					
4	Coeficiente de correlación múltiple	0,948702462				
5	Coeficiente de determinación R^2	0,900036362				
6	R^2 ajustado	0,87782222				
7	Error típico	1042,219472				
8	Observaciones	12				
9						
10	ANÁLISIS DE VARIANZA					
11		*Grados de libertad*	*ma de cuadradio de los cua*		*F*	*alor crítico de*
12	Regresión	2	88019496,1	44009748	40,5163689	3,1571E-05
13	Residuos	9	9775992,85	1086221,43		
14	Total	11	97795488,9			
15						
16		*Coeficientes*	*Error típico*	*Estadístico t*	*Probabilidad*	*Inferior 95%*
17	Intercepción	3538,445889	1690,12246	2,09360326	0,06579765	-284,879653
18	Pob. Infantil(x)	17,42971691	123,74538	0,14085146	0,89108945	-262,501995
19	Cuadrado de Pob.Infantil(x2)	3,220027381	2,00895066	1,60284045	0,1434335	-1,32453821

Figura 2.21
Resultados de regresión para estimar una función polinómica.

b. Modelos de series de tiempo

Los *modelos de series de tiempo* pronostican el valor futuro de la variable que se desea estimar extrapolando el comportamiento histórico de los valores observados para esa variable. En esta categoría se clasifican los métodos de *promedios móviles*, el de *extrapolación de la tendencia histórica* y el de las *variables aleatorias*, entre otros. Cualquiera sea el método, el análisis de las series de tiempo se aplica cuando se considera que el valor que asume la *variable dependiente* se explica por el paso del tiempo.

El método de *promedios móviles* más simple es el denominado *promedio móvil simple de n períodos*, donde el valor esperado para la variable y se calcula por:

$$\hat{y}_{t+1} = \frac{y_t + y_{t-1} + \ldots + y_{t-n+1}}{n} \qquad (2.15)$$

Donde y es el valor proyectado para la variable y.

Por ejemplo, para calcular el valor esperado de las ventas para el período 13 con 4 observaciones, la ecuación 2.15 toma la forma de:

$$\hat{y}_{13} = \frac{y_{12} + y_{11} + y_{10} + y_9}{4}$$

Si las ventas fueran, respectivamente de 116.000, 104.000, 132.000 y 158.000 pesos para los últimos cuatro meses, la proyección para el mes 13 será de:

$$\frac{116.000 + 104.000 + 132.000 + 158.000}{4} = 127.500$$

Si las ventas reales en el mes 13 fueran de $144.000, para pronosticar las ventas del mes 14 se incorpora en el numerador de la ecuación anterior este monto en sustitución de la observación más antigua, es decir, en vez de los $158.000 del mes 9.

El cuestionamiento a este método se basa principalmente en que asigna el mismo peso relativo a las observaciones incluidas en el análisis y a la cantidad de información que debe mantenerse disponible para efectuar los cálculos, cuando existe una gran cantidad de productos con distintos comportamientos de ventas en la canasta a pronosticar.

Una variante a este método se conoce como la del promedio *móvil ponderado de n períodos*, que asigna a cada valor observado una ponderación diferente de acuerdo con la antigüedad de la información. En este caso, la ecuación 2.15 queda como:

(2.16)

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha_0 y_t + \alpha_1 y_{t-1} + ... + \alpha_{t-n+1}$$

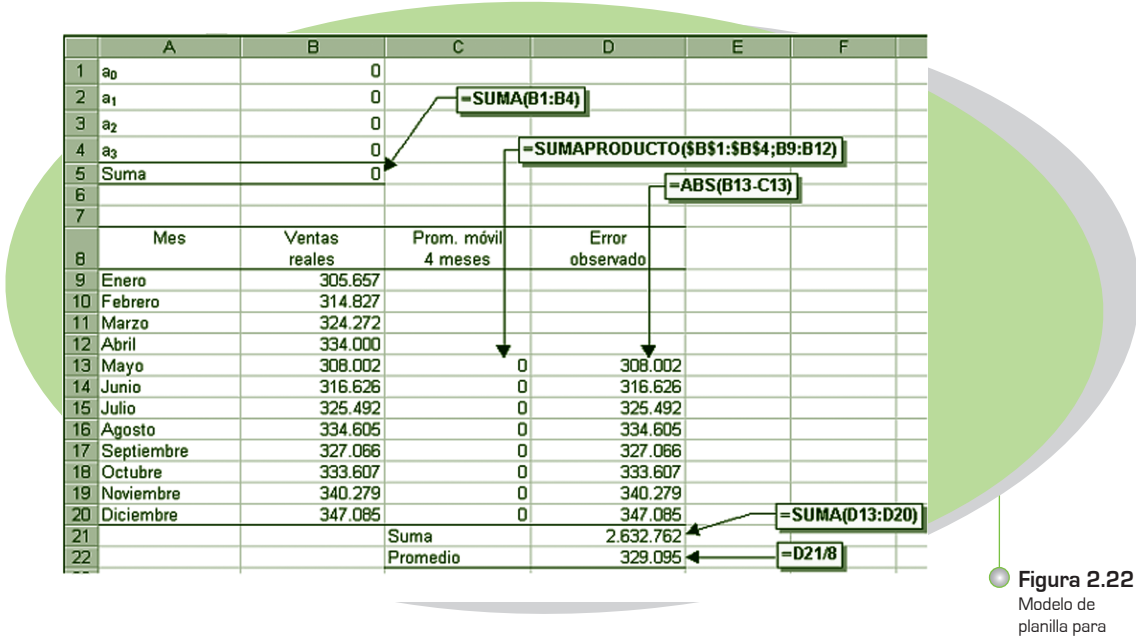
Donde a corresponde al *coeficiente de ponderación de los promedios móviles*. La ecuación 2.16 toma la siguiente forma para calcular el pronóstico de ventas del período 13:

$$\hat{y}_{13} = \alpha_0 y_{12} + \alpha_1 y_{11} + \alpha_2 y_{10} + \alpha_3 y_9$$

La suma de los a debe ser igual a 1 y se asigna de manera decreciente desde y_t, hasta y_{t-n+1}. Una manera de hacerlo es asignando arbitrariamente los coeficientes, por ejemplo $\alpha_0 = 0{,}40$; $\alpha_1 = 0{,}30$; $\alpha_2 = 0{,}20$ y $\alpha_3 = 0{,}10$. Alternativamente, si se dispone de información histórica suficiente, se pueden determinar los coeficientes con la herramienta **Solver**, para minimizar la suma del error medio absoluto.

Ejemplo 2.7

Considere la información de la figura 2.22 sobre ventas mensuales del año anterior en una empresa que aplica un promedio móvil ponderado de 4 meses para pronosticar su nivel de ventas. La hoja de cálculo sobre la cual se aplicará la herramienta **Solver** para determinar los coeficientes sobre bases históricas debe construirse de la forma que se explica a continuación para lograr el resultado correcto.



	A	B	C	D	E	F
1	a_0	0				
2	a_1	0				
3	a_2	0				
4	a_3	0				
5	Suma	0				
6						
7						
8	Mes	Ventas reales	Prom. móvil 4 meses	Error observado		
9	Enero	305.657				
10	Febrero	314.827				
11	Marzo	324.272				
12	Abril	334.000				
13	Mayo	308.002	0	308.002		
14	Junio	316.626	0	316.626		
15	Julio	325.492	0	325.492		
16	Agosto	334.605	0	334.605		
17	Septiembre	327.066	0	327.066		
18	Octubre	333.607	0	333.607		
19	Noviembre	340.279	0	340.279		
20	Diciembre	347.085	0	347.085		
21			Suma	2.632.762		
22			Promedio	329.095		

Figura 2.22
Modelo de planilla para estimar coeficientes de ponderación.

Para una mejor interpretación del modelo, a continuación se describen e identifican los elementos que lo conforman:

a. el rango de celdas B1:B4 representa los coeficientes de ponderación que se desea estimar y constituyen las variables de decisión o ***celdas variables*** del modelo de **Solver**;
b. la celda D22 representa el *error medio absoluto* que se quiere minimizar y constituye la función objetivo o ***celda objetivo*** del modelo de **Solver**;
c. las ***restricciones*** del modelo se identifican como sigue:
   - Cada uno de los valores del rango B1:B4 (coeficientes) debe ser mayor o igual que cero y menor o igual que 1. En términos de **Solver** esto queda como B1:B4>=0 y B1:B4<=1.

- Cada valor de las celdas del rango B1:B4 (coeficientes) debe ser mayor o igual que el anterior, de modo de dar más peso relativo a las últimas observaciones ($a_3 \geq a_2 \geq a_1 \geq a_0$). En el modelo de **Solver** esto queda como B4>=B3, B3>=B2 y B2>=B1.
- El valor de la celda B5, equivalente a la suma de los coeficientes de ponderación, debe ser igual 1. En el modelo esto queda como B5=1.

Para iniciar la estimación de los coeficientes, se procede como sigue:

1. En el menú **Herramientas**, se elige **Solver**;
2. En el cuadro de diálogo **Parámetros de Solver**, se usa el casillero **Celda objetivo** para establecer la celda D22, como la función que se pretende optimizar;
3. En la sección **Valor de la celda objetivo**, se elige la opción **Mínimo** para minimizar el error medio absoluto;
4. Utilice el casillero **Cambiando las celdas** para establecer el rango B1:B4 como las celdas variables o valores que se desea estimar;
5. Se elige el botón **Agregar** para desplegar el cuadro de diálogo **Agregar restricción** e incorporar las restricciones descritas previamente;

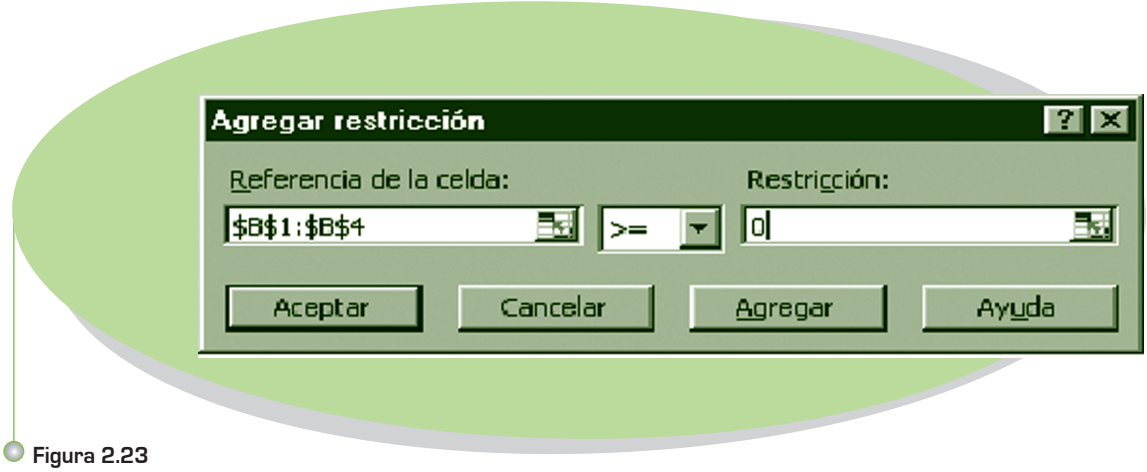


Figura 2.23
Cuadro de diálogo **Agregar restricción.**

6. Una vez agregadas todas las restricciones el cuadro de diálogo **Parámetros de Solver** debería verse como en la siguiente figura;

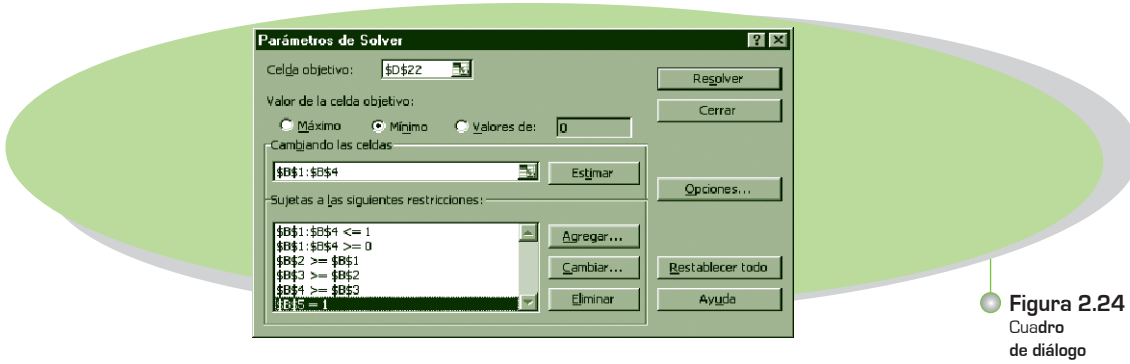


Figura 2.24 Cuadro de diálogo Parámetros de Solver en la estimación de coeficientes de ponderación.

7. Eligiendo el botón **Resolver** y luego el botón **Aceptar** en el cuadro de diálogo **Resultados de Solver** se obtiene la planilla con los resultados deseados, tal como se muestra en la figura 2.25.

	A	B	C	D	E	F
1	a_0	0,176				
2	a_1	0,176				
3	a_2	0,176				
4	a_3	0,473				
5	Suma	1,000				
6						
7						
8	Mes	Ventas reales	Prom. móvil 4 meses	Error observado		
9	Enero	305.657				
10	Febrero	314.827				
11	Marzo	324.272				
12	Abril	334.000				
13	Mayo	308.002	323.945	15.943		
14	Junio	316.626	316.626	0		
15	Julio	325.492	319.506	5.986		
16	Agosto	334.605	322.357	12.248		
17	Septiembre	327.066	325.173	1.893		
18	Octubre	333.607	326.280	7.327		
19	Noviembre	340.279	331.208	9.071		
20	Diciembre	347.085	335.790	11.295		
21			Suma	63.763		
22			Promedio	7.970		

Figura 2.25 Resultados para la estimación de los coeficientes de ponderación.

El resultado que se obtiene al pulsar **Solver** asigna una ponderación de 0,176 a cada uno de los tres primeros coeficientes y de 0,473 al último, es decir, da más peso relativo a la observación más reciente.

2.3.2 Técnicas cualitativas de predicción

Las técnicas cuantitativas de estimación descritas anteriormente constituyen una fuente de información importante para apoyar el proceso de torma de decisiones de inversión en cualquier empresa. Sin embargo, como ya se mencionó, la esencia del proceso decisorio es la incertidumbre respecto al comportamiento que asumirá en el futuro el valor de una determinada variable. Esto explica la importancia que se otorga a las *técnicas cualitativas de predicción* como complemento de la información que deberá estar disponible antes de aprobar o rechazar un proyecto.

Los principales métodos cualitativos se basan en opiniones de expertos que se obtienen de la aplicación de una (o una combinatoria) de las técnicas conocidas como el *método Delphi*, la *investigación de mercados* y la *predicción tecnológica*. En general, estas técnicas se fundamentan en el valor que se otorga a las experiencias pasadas y a la capacidad de las personas para intuir anticipadamente efectos sobre las variables más relevantes en la viabilidad de un proyecto, así como el conocimiento especializado de éxitos, fracasos y estándares de desempeño en materias similares

El *método Delphi* se desarrolla como respuesta a las debilidades del modelo de *consenso de panel,* que busca la predicción de un grupo de expertos en una discusión abierta y que, por factores psicológicos, conducía al grupo a seguir la posición de quienes demostraban tener una reputación, una habilidad para el debate o una personalidad dominante, capaz de imponerse a la calidad de otros argumentos. El consenso de panel se sigue aplicando en proyectos que se evalúan en empresas en funcionamiento, donde el personal interno demuestra experiencia y conocimiento del mercado. Uno de los casos más comunes es el de los vendedores que, con el conocimiento adquirido durante años en sus relaciones con los clientes, pueden opinar calificadamente sobre las reacciones y comportamientos que podrían resultar de la posible introducción o modificación de un producto en el mercado; asimismo, el del personal de adquisiciones vinculado con los proveedores de insumos de la empresa.

El *método Delphi* supera las dificultades del consenso de panel al constituir un grupo heterogéneo de expertos en un proceso en que todos proporcionan información de manera interactiva, la cual es tratada sistemáticamente por un coordinador para concluir en una convergencia de la información colectiva; de ella nace la predicción. Para ello, la participación de cada experto es anónima y se la proporciona al coordinador, quien recopila, procesa y retroalimenta a todos los expertos con las opiniones del resto. Mediante la reiteración del proceso en varias rondas, se tiende a una convergencia de opiniones que resulta en una predicción ampliamente consensuada. Este método se fundamenta en que la suma de las especialidades particulares de los integrantes del grupo cubre todo el ámbito de conocimiento que se requiere para la predicción, y en que el conocimiento combinado supera las capacidades predictivas de cada individuo.

Ejemplo 2.8

Para hacer una predicción del mercado habitacional mediante la aplicación del *método Delphi*, se puede constituir un grupo de expertos integrado por un agente corredor de propiedades, una ex autoridad económica del sector vivienda del gobierno, un empresario de la construcción, un analista de una institución bancaria especializado en créditos para la compra de viviendas, un analista bancario especializado en otorgar

financiamiento a proyectos inmobiliarios, un funcionario de la Dirección de Obras Municipales de la comuna donde se insertaría el proyecto y un universitario recién egresado de la carrera de administración que, con un nulo conocimiento del mundo real, con seguridad aportará la aplicación de uno o más de los modelos cuantitativos ya explicados. El equipo interdisciplinario así constituido, entre otros expertos, podrá aportar su experiencia en cada uno de los campos de trabajo y áreas de interés para conducir a un solo pronóstico del grupo.

La *investigación de mercados* considera la opinión de los clientes como pertinente en la actividad predictiva. Para ello recurre a diversas formas de recopilación de sus opiniones como, por ejemplo, la toma de encuestas a una muestra representativa de la población, la realización de experimentos o la observación de los consumidores potenciales en mercados de prueba, entre otras, buscando probar o refutar hipótesis sobre un mercado específico, es decir, las características de algún producto o de los consumidores.

El procedimiento más característico de este modelo es la realización de una encuesta. Por ejemplo, si se busca medir la intencionalidad de compra para un nuevo producto que la empresa evalúa lanzar al mercado, se debe en primer lugar seleccionar el tamaño y ubicación de la muestra representativa, para luego efectuar la toma de la encuesta y analizar la información recopilada.

La selección de la muestra se puede hacer por un procedimiento no probabilístico, donde cada elemento de la población no tiene la misma probabilidad de ser elegible para la toma de la encuesta; o por un método probalibilístico, donde todos tienen la misma posibilidad de ser encuestados. Es importante la estratificación previa de la población para determinar quiénes pueden tener una opinión fundada sobre la materia en estudio. Por ejemplo, para recopilar información sobre preferencias de los automovilistas, es necesario conocer primero quiénes tienen vehículo.

La *predicción tecnológica,* por su parte, es un método que incentiva la capacidad de anticipar el desarrollo de nuevas tecnologías o productos y el impacto que podrían tener en el mercado específico de la empresa. Casos típicos son la posibilidad de introducir el gas en sustitución del petróleo en diversos procesos productivos, la comunicación inalámbrica o el desarrollo de nuevos insumos para la construcción. El método trata de prever un ciclo de vida y anticipar una *curva de sustitución* para definir la oportunidad del reemplazo de un mercado, un producto, insumo o tecnología, con la antelación suficiente para no tener que enfrentar los costos de la improvisación o de la decisión reactiva a un hecho consumado. Los principales supuestos del método son que, cuando aparece una innovación tecnológica, los rendimientos (aumento de productividad o reducción de costos) crecientes terminarán por dejar obsoleta a la tecnología actual y que cuando se inicia la incorporación de la nueva tecnología, el proceso sustitutivo es irreversible hasta desplazar a la antigua. Por ejemplo, esto se ha

observado en el pasado con la luz eléctrica en reemplazo de las lámparas a petróleo, el material sintético en vez del natural o las ventanas de aluminio en vez de las de hierro. El método requiere un seguimiento permanente de toda innovación que se empiece a introducir en el mercado para que, mediante análisis comparado de la tasa de adopción de tecnologías similares en el pasado, se defina el ciclo de vida que se estima más probable en función de algún indicador de desempeño.

El gráfico 2.10 ejemplifica la curva típica del ciclo de vida de una tecnología.

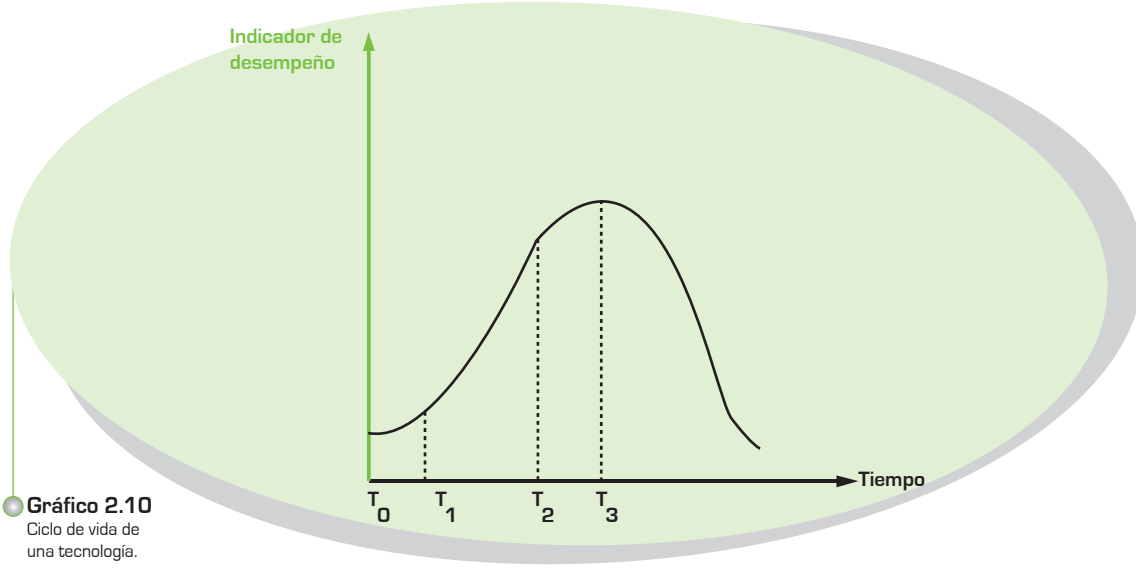


Gráfico 2.10
Ciclo de vida de una tecnología.

En el período que va de T_0 a T_1 se introduce la nueva tecnología o producto. En este momento la empresa debe ser capaz de prever la posibilidad de éxito y anticipar el momento de la sustitución. Para ello, debe predecir la función que asumirá el indicador de desempeño en el tiempo. Entre el T_1 y T_2 se produce una adopción intensiva de la innovación, al mostrar claras mejoras en su indicador de desempeño. Entre T_2 y T_3 el crecimiento sigue pero a tasas de rendimiento decrecientes y, a partir de T_3, la tasa declina por la aparición de otra tecnología con un mejor indicador de desempeño. En el momento T_3 la empresa ya debería haber adoptado la tecnología más eficiente. El gráfico 2.11 muestra esta relación.

Esta misma técnica se utiliza para predecir cambios estructurales en la función de ventas de productos nuevos. Cuando una empresa evalúa, por ejemplo, introducir en el mercado un nuevo producto que significa un fuerte cambio tecnológico, es posible que la tendencia del consumo histórico se altere durante el período en que el consumidor que disponía de la tecnología anterior la sustituye por la nueva. Sin embargo, una vez cubierta la demanda de sustitución, las ventas bajan para continuar con la proyección de la tendencia histórica, la que se explica por el crecimiento natural del mercado o por la sustitución normal derivada del desgaste del producto. Esta situación se aprecia en el gráfico 2.12.

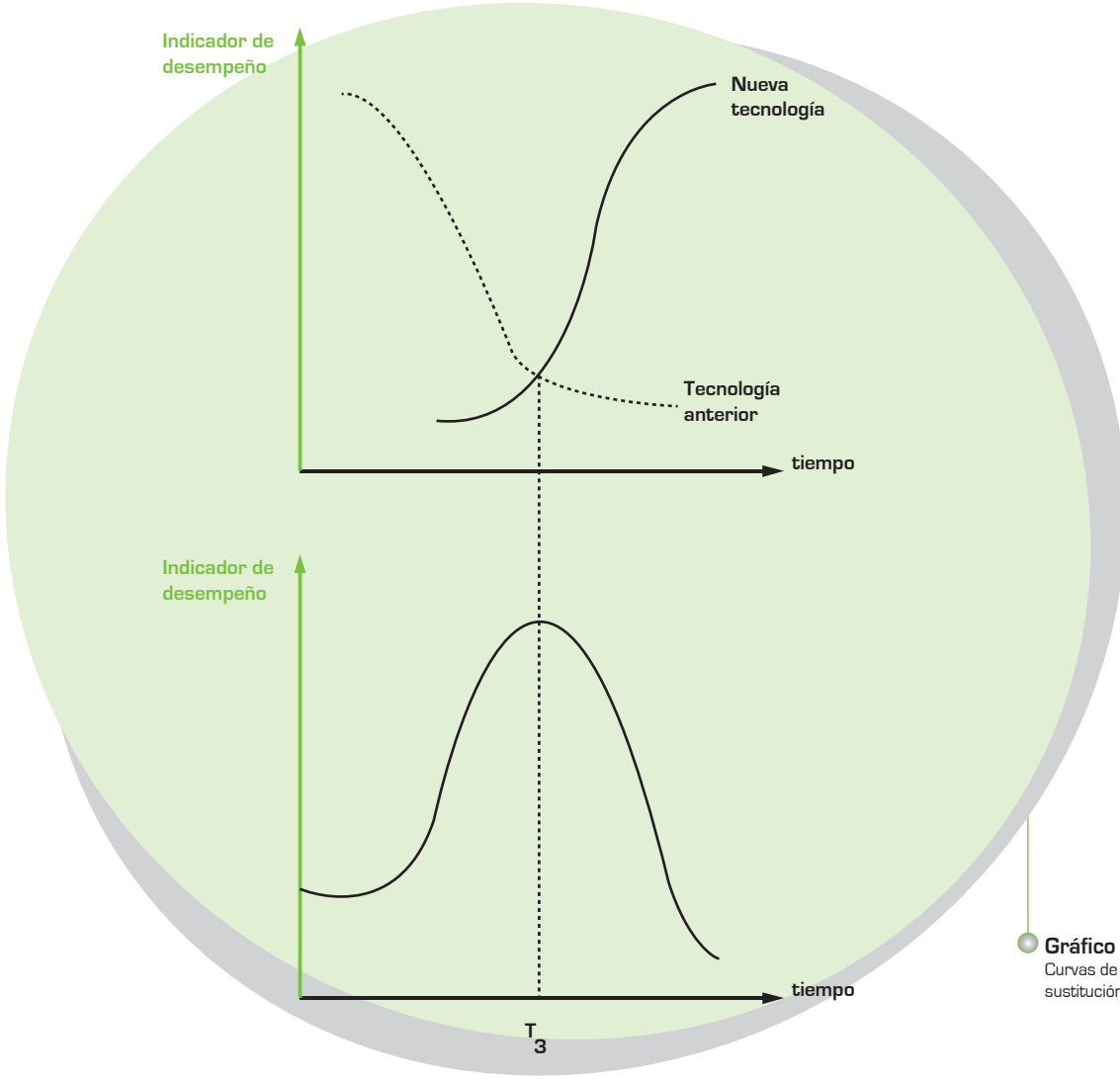


Gráfico 2.11
Curvas de sustitución.

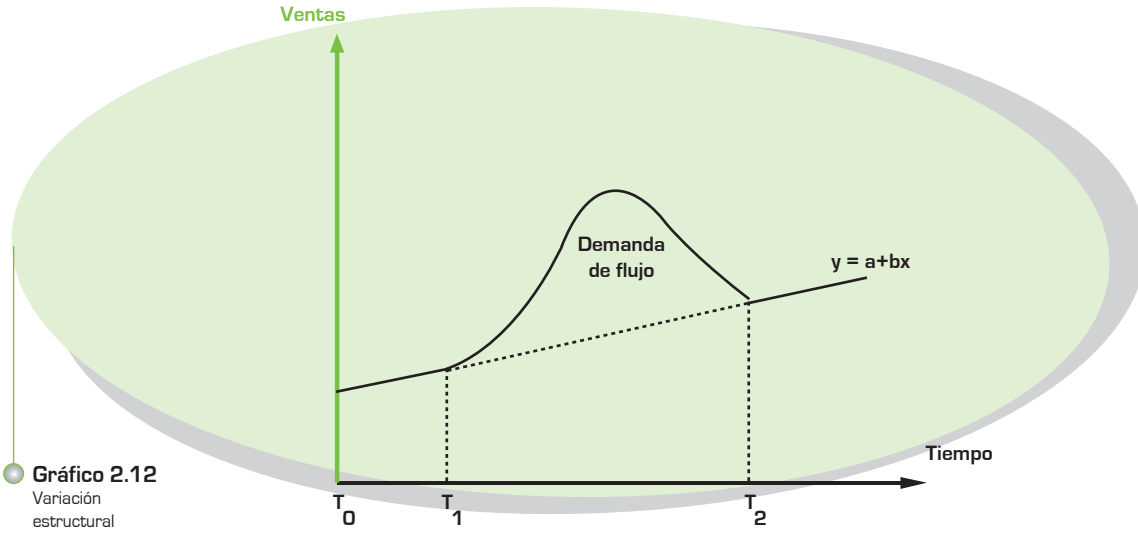


Gráfico 2.12
Variación estructural en la curva de tendencia.

Entre T_0 y T_1 las ventas históricas de un producto (ventanas de hierro, por ejemplo) se han ajustado a una curva de tendencia lineal. En T_1 se rompe la tendencia por empezar a incorporarse la sustitución de las ventanas de hierro por las de aluminio. Nótese que la tendencia se modifica hasta que el proceso de sustitución termina en T_2. Después de T_2, la demanda por ventanas metálicas vuelve a la línea de tendencia ajustada por extrapolación de los datos históricos (T_0 a T_1). A la demanda normal, ocasionada por las nuevas construcciones, se le denominará *demanda de flujo* y corresponde al área bajo la línea de tendencia, mientras que a la demanda agregada por la innovación tecnológica se le llamará *demanda de stock*.

Esta situación ha sido fácilmente observada en el pasado con la aparición de los televisores, vídeo grabadoras, pisos de alfombras y un sinnúmero de electrodomésticos. Actualmente, se aprecia el inicio de procesos de sustitución en las cámaras fotográficas tradicionales por las digitales, los reproductores de DVD, etcétera.

Como se ha expuesto, las técnicas cuantitativas proporcionan información relevante a la plana ejecutiva de las empresas; sin embargo, en las decisiones importantes prima el juicio de quien debe tomar la decisión. Por esto es común que las técnicas cuantitativas se complementen con las cualitativas y con el criterio del decisor.

Preguntas y problemas

2.1 ¿Qué factores explican el comportamiento de la demanda? Analice los efectos de cada factor.

2.2 Explique los conceptos de bienes superiores, bienes neutros y bienes inferiores.

2.3 Defina el concepto de elasticidad precio de la demanda y explique las cinco formas que puede asumir.

2.4 Si una función de demanda se puede expresar como $Q = 40.000 - 2p^2$, calcule la elasticidad precio de la demanda para intervalos de $ 10, desde p = 10 hasta p = 100. Interprete los resultados que obtenga.

2.5 Explique qué mide la elasticidad precio cruzada de la demanda y enuncie cómo se pueden clasificar los bienes según el resultado.

2.6 Si al bajar el precio de un producto relacionado en un 5%, baja la cantidad demandada del producto de la empresa de 10.000 a 9.680 unidades, ¿qué tipo de relación existe entre ambos bienes?

2.7 Explique en qué consiste y dé ejemplos de bienes complementarios, sustitutos e independientes.

2.8 ¿En qué caso los bienes se denominan normales o inferiores? Ejemplifique ambos conceptos.

2.9 Describa y ejemplifique los conceptos de bienes necesarios y bienes de lujo. Relaciónelos con la elasticidad ingreso de la demanda.

2.10 ¿Qué se entiende por precio de equilibrio y en qué situaciones se altera?

2.11 Comente la siguiente afirmación: "Una de las ventajas de un proyecto de ampliación es que permite lograr economías de escala en el abastecimiento de materias primas, al aumentar la capacidad negociadora por los mayores volúmenes de compra".

2.12 ¿Una misma función de costo variable medio puede presentar tendencias contrapuestas (aumentar o bajar) al analizar crecimientos constantes en el nivel de producción?

2.13 Explique en qué consisten la ley de rendimientos marginales finalmente decrecientes y la ley de rendimientos no proporcionales. Describa las distintas fases en los rendimientos vinculados con el nivel de producción.

2.14 Describa y justifique el comportamiento de los costos fijo medio, variable medio, total medio y marginal.

2.15 "Un buen proyecto es aquel que permite maximizar los ingresos de la empresa". Comente y fundamente gráficamente su respuesta.

2.16 ¿En qué se diferencian los modelos causales y los de series de tiempo para pronosticar comportamientos futuros de una variable relevante para evaluar un proyecto?

2.17 Comente la siguiente afirmación: "Un criterio adecuado para lograr un buen ajuste de curva es la minimización de las desviaciones totales observadas".

2.18 Para el conjunto de datos promedios siguientes, que se obtuvieron de los registros históricos de la empresa:

a. Construya el gráfico de dispersión;
b. Ajuste la curva de tendencia lineal por método de los mínimos cuadrados;
c. Estime el valor de la variable dependiente cuando la independiente es de 64;
d. Estime el intervalo de confianza para lograr un grado de confianza del 95%.

X	480	880	110	320	960	950	240	510	750
Y	362	750	143	410	458	1.002	320	365	618

2.19 Elabore el diagrama de dispersión y ajuste la tendencia lineal y polinómica para el siguiente conjunto de datos:

X	100	210	290	405	515	585	714
Y	200	166	458	400	506	442	622

2.20 Con los resultados de la pregunta anterior, compare y analice la bondad de ambos ajustes.

2.21 Considere la siguiente información histórica para pronosticar las ventas para los períodos 5 al 13, mediante el método del promedio móvil simple de cuatro períodos.

Mes	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Ventas	106	145	201	253	308	344	416	452	522	546	613	538

2.22 Determine los coeficientes de ponderación para aplicar el promedio móvil ponderado de tres períodos a la serie de datos sobre ventas mensuales del año anterior, explique el resultado y aplíquelo para proyectar el nivel esperado de ventas del mes 13.

Mes	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Ventas	104	126	155	132	144	168	157	183	191	178	202	188

2.23 Con la siguiente información histórica, proyecte las ventas de la empresa para los años 2001 – 2005.

Año	Ventas
1986	178.454
1987	135.620
1988	141.909
1989	173.528
1990	206.030
1991	198.215
1992	221.893
1993	216.631
1994	260.026
1995	295.313
1996	280.666
1997	348.912
1998	389.992
2000	443.806

Con los resultados que obtenga:

a. Grafique un diagrama de dispersión para el período 1986 – 2000.
b. Dibuje la tendencia lineal y polinómica para el período 1986 – 2000.
c. Determine cuál función se ajusta más a la serie de datos.
d. Calcule el intervalo de confianza de estimación de las ventas del año 2001, para tener un grado de confianza del 95%.

2.24 ¿Cómo seleccionaría el grupo de trabajo para aplicar el método Delphi en la estimación preliminar del precio del pasaje de un tren rápido Santiago – Melipilla? ¿Y el de la demanda del servicio de información sobre planes de salud provisional?

2.25 ¿Qué vincula y qué diferencia al método Delphi del de Consenso de Panel?

2.26 Explique el concepto de ciclo de vida de una tecnología y las etapas que lo componen.

2.27 Identifique diez productos que se encuentren en la actualidad en la etapa inicial de una curva de sustitución.

2.28 Describa la importancia de predecir una variación estructural en la curva de tendencia e identifique cinco productos que en el pasado enfrentaron una demanda de stock y cinco que se encuentran en plena etapa de variación de demanda estructural.

Bibliografía

AAKER, D. KUMAR, V. y DAY, G. *Investigación de mercados*. Limusa Wiley, México, 2001.

BIERMAN, H.,C. BONINI y W. HAUSMAN. *Análisis cuantitativo para la toma de las decisiones*. Reading, Ma. Addision, Wesley, 1994.

BOX, G y G. JENKINS, *Time Series, Analysis Forecasting and control*. Holder-Day Inc. San Francisco, 1970.

CANADA, J. y otros. Análisis de la inversión de capital para ingeniería y administración. Prentice-Hall Hispanoamericano S.A., México, 1997.

EPPEN G.D. y otros. *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa*. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., México, 2000.

KAZMIER, L. *Estadística aplicada a la administración y la economía*. McGraw-Hill, México, 1999.

KINNEAY, T. y J. TAYLOR. *Investigación de mercados*. McGraw-Hill, Bogotá, 1998.

LAMBIN, J.J. *Marketing estratégico*. McGraw. Hill, Madrid, 2003.

MAKRIDAKIS, S. y S. WHEELWRIGHT. *Forecasting Methods for Management*. John Wiley & Sons Inc., Singapore, 1989.

MALHOTRA, N.K. *Investigación de mercados: un enfoque aplicado*. PEARSON, México, 2004.

SAMUELSON P. y W. NORDHAUS, *Economía*. McGraw-Hill, México, 1996.

SANTESMASES, M. *Marketing, Conceptos y Estrategias*. Pirámide, Madrid, 2004.

SAINZ, J. M. *El plan de Marketing en la Práctica*. Esic, Madrid, 2001.

CAPÍTULO

3

Estudio técnico del proyecto

El estudio de la viabilidad técnica evaluó si era físicamente posible hacer el proyecto. El objetivo del estudio técnico que se hace dentro de la viabilidad económica de un proyecto es netamente financiero. Es decir, calcula los costos, inversiones y beneficios derivados de los aspectos técnicos o de la ingeniería del proyecto. Para ello, en este estudio se busca determinar las características de la composición óptima de los recursos que harán que la producción de un bien o servicio se logre eficaz y eficientemente. Para esto se deberán examinar detenidamente las opciones tecnológicas posibles de implementar, así como sus efectos sobre las futuras inversiones, costos y beneficios. El resultado de este estudio puede tener mayor incidencia que cualquier otro en la magnitud de los valores que se incluirán para la evaluación. Por tal motivo, cualquier error que se cometa podrá tener grandes consecuencias sobre la medición de la viabilidad económica.

Frecuentemente, quien evalúa el proyecto no es la persona que más conoce de sus aspectos técnicos. Por el contrario, quienes se consideran expertos en evaluación son (somos), por lo general, ignorantes de una gran cantidad de aspectos vinculados con la ingeniería y funcionamiento de muchos proyectos. En este respecto, una forma de reducir los errores u omisiones que podría generar este desconocimiento técnico operativo del negocio se basa en la sistematización de toda la información relacionada con el proceso de prestación de un servicio o la fabricación de un producto para lograr la cuantificación de todos los recursos involucrados en cada una de sus etapas.

Un proceso productivo bien definido permitirá determinar los requerimientos de obras físicas, maquinaria y equipos, su vida útil, los recursos humanos y los recursos materiales,

los cuales deberán ser cuantificados monetariamente para proyectar los flujos de caja que posibilitarán las evaluaciones posteriores. La cantidad de estos activos e insumos determinará la cuantía de las inversiones iniciales y de reposición, y los costos de operación directa o indirecta (como los de mantenimiento y seguros). La distribución de los equipos en planta determinará la inversión en construcciones para la fábrica, el bodegaje, los patios de movimiento de carga y vehículos, etcétera.

Cuando el proyecto es de creación de una nueva empresa, se hace conveniente calcular el efecto económico de cada componente que permitirá hacer funcionar al proyecto. Una forma de recolectar esta información es recurriendo a unos formularios especiales denominados balances. Para simplificar, se denominará al ordenamiento de todo tipo de equipamiento como *balance de equipos*. Aunque a continuación se presenta la forma de recolección de la información mediante un solo cuadro, lo más probable es que se deba elaborar una gran cantidad de ellos –todos con la misma estructura– para facilitar el proceso de identificación de los ítems mediante el estudio desagregado de cada cuadro. Así, por ejemplo, existirán balances de maquinaria de mantenimiento, de mobiliario de las bodegas, de pañoles de herramientas y de vehículos, entre muchos otros.

La conveniencia de separar la información se explica porque la gran diversidad de activos que se podría requerir hace que muchas veces se omitan algunos que individualmente pueden no ser significativos, pero que sumados sí lo son. Es frecuente, por ejemplo, encontrar un excelente detalle del instrumental y equipamiento médico de una unidad de atención ginecológica, donde se omite el teléfono, las sillas o el computador. Un criterio es diferenciar entre equipos de carácter productivo, de oficinas, de atención de público y de servicios (aseo, lavandería, mantenimiento o alimentación). En cada uno de estos se diferenciará, a su vez, entre maquinarias, vehículos y mobiliario, todos los cuales también se podrán separar por área de especialidad, piso o sucursal. Obviamente, cada proyecto tendrá un desagregado diferente. Si el equipo de comunicaciones fuese muy complejo, podrá ser conveniente hacer un balance especial y si se considera tener un solo vehículo, no será necesario construir un balance de vehículos.

Todos estos balances tienen la misma estructura y se componen de tres partes principales:

a. la identificación de cada ítem, su cantidad y costo;
b. la vida útil que permita estimar las inversiones de reposición de cada activo; y
c. el valor de liquidación de cada activo al final de su vida útil. Como se verá más adelante, podrá haber consideraciones adicionales a las meramente técnicas para determinar la sustitución de los activos, como las de carácter económico o comercial.

Los costos contables y sus implicancias sobre los costos tributarios serán tratados especialmente, pues constituyen, en general, un factor decisivo en el resultado de la evaluación, particularmente en aquellos países con alta tasa impositiva.

El término *costo* tiene muchas acepciones distintas, dependiendo del tipo de decisión que se quiera tomar, aunque la definición más adecuada para el análisis de inversiones es la que lo considera como la reducción en dinero que implica comprometer este recurso para una opción particular de negocio, antes de calcular el beneficio que ella reporta. En este sentido, el concepto de costo involucra la totalidad de egresos ocasionados por una alternativa, ya sea que se derive de una inversión, un gasto de operación o un costo de oportunidad.

Un *costo de oportunidad* corresponde al beneficio dejado de percibir cuando se abandona la opción de usar los recursos en otra oportunidad de negocio de la empresa. Por ejemplo, si un proyecto de ampliación requiere hacer uso de una bodega desocupada, no puede considerarse ni un costo cero, ni una inversión a costo de construcción, ni su valor contable para valorizarlo. Lo que corresponde es asignarle como costo el mayor valor entre la posibilidad de vender la bodega, alquilarla o usarla en otra opción, es decir, el mejor costo alternativo de ella.

Cuando el proyecto que se evalúa es para una empresa en funcionamiento, como los de ampliación o reemplazo, es frecuente recurrir a estándares que simplifican el cálculo de estos costos. Este capítulo analiza, primero, la forma de usar los formularios que permiten calcular los costos, inversiones y beneficios asociados a la ingeniería del proyecto y después expone los criterios simplificados de uso de estándares.

3.1 Balance de equipos

La primera inversión que se debe calcular incluye a todos los activos físicos necesarios para asegurar el correcto funcionamiento operativo, administrativo y comercial del proyecto. En esta etapa no interesa definir si convendrá obtenerlos mediante una compra, un *leasing* o un arriendo normal, ya que su objetivo es recolectar información. En caso de existir más de una opción tecnológica de solución, se tendrán que elaborar balances diferenciados para cada una de ellas. La estructura típica de este balance se muestra en la tabla 3.1.

Balance de equipos						
Ítem	Cantidad	Costo	Costo total	Vida útil	Valor de liquidación	Ingreso total
Tractor TI80	1	$30.000	$30.000	8 años	$ 1.000	$ 2.000
Pulverizador	2	400	800	4 años	100	500
Arado vertedera	1	5.000	5.000	10 años	500	1.500
Motobomba	1	1.200	1.200	6 años	2.000	2.000
Carro esparcidor	1	7.000	7.000	8 años	1.200	1.200
Carro remolque	1	3.000	3.000	8 años	200	1.000

Tabla 3.1
Balance de equipos.

Las dos primeras columnas deben estar íntimamente relacionadas y explicadas en un anexo o apartado especial donde se demuestre que, con esa configuración de equipos y en la cantidad ahí señalada, es posible atender los niveles de operación estimados. De igual manera, los antecedentes de costos de la tercera columna se deben respaldar con cotizaciones o con las formas de cálculo empleadas. El total de la inversión por ítem se obtiene de multiplicar las columnas 2 y 3.

La vida útil técnica se expresa en años y se anota en la quinta columna, aunque se deben considerar los estándares de medición usados para ello: kilómetros recorridos, unidades producidas, horas de funcionamiento, etcétera. Por ejemplo, si un vehículo se sustituye con un recorrido de 300.000 kilómetros y recorre en promedio 60.000 kilómetros anuales, se proyectará su vida útil técnica en 5 años. Si el proyecto considera tres y no un vehículo, el promedio de vida de cada uno será con seguridad superior a sólo uno.

En algunos casos, es posible usar un criterio distinto del técnico para definir esa vida útil: el *comercial* (que por imagen corporativa recomienda sustituir antes de un mobiliario); el *contable* (que por las dificultades de calcular por otro método su vida útil hace conveniente asumir que coincide con el plazo de depreciación contable de los activos) y el *económico* (que calcula el momento óptimo económico del reemplazo).

A nivel de perfil o prefactibilidad simple, es usual considerar la suma de las inversiones como un monto único de desembolso inicial. Sin embargo, lo correcto es elaborar un calendario de inversiones previas a la puesta en marcha que refleje el momento en que cada activo se pagó, para poder aplicar el costo de oportunidad a los recursos que quedan inmovilizados en distintos períodos.

Al final de su vida útil, el activo puede tener algún valor, ya sea por la posibilidad de venderlo, o de usarlo en otra actividad. Aunque no es fácil determinar por

anticipado ese valor, es posible averiguar qué porcentaje de valor pierde anualmente en promedio un activo similar o en qué porcentaje de su valor se vende hoy un equipo similar con esa cantidad de años.

Si la vida útil del activo excede el horizonte de evaluación, no es necesario estimar sus valores de liquidación, por cuanto el ingreso no quedará registrado en el flujo de caja que se elabore para el proyecto.

Los precios de liquidación unitario y total de cada ítem se anotan, respectivamente, en la sexta y sétima columna, tal como se muestra en la tabla 3.1.

Con la información del balance de equipos se determinará el total de inversiones previas a la puesta en marcha –que correspondería a la suma de los valores de la cuarta columna ($47.000)– y se construirán dos calendarios de flujos importantes para la evaluación: un *calendario de inversiones de reposición* y un *calendario de ingresos por venta de activos* durante el horizonte de evaluación del proyecto que, generalmente, es de diez años, aunque más adelante se define el criterio de fijación del horizonte de evaluación.

Manteniendo el supuesto de un horizonte de evaluación de diez años, el *Calendario de inversiones de reposición* quedaría como se muestra en la tabla 3.2.

Calendario de inversiones de reposición

Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tractor TI80								30.000		
Pulverizador				800				800		
Arado vertedera										5.000
Motobomba						1.200				
Carro esparcidor								7.000		
Carro remolque								3.000		
Total				800		1.200		40.800		5.000

Tabla 3.2
Calendario de inversiones de reposición.

Este calendario permite disponer de una información complementaria que, aunque necesaria para toda evaluación, no siempre se incluye: el monto de las inversiones futuras que hacen posible mantener la capacidad operativa del negocio. No se puede suponer que es posible mantener el nivel de actividad o de los ingresos sin reponer los activos al final de su respectiva vida útil, por lo que estas reinversiones, así como aquéllas necesarias para una eventual ampliación, deben siempre ser consideradas en la evaluación del proyecto.

Nótese que al término del horizonte de evaluación (finales del año 10) se incluyó el valor de reposición del arado de vertedera. Esto debe ser así, porque uno de los métodos para valorizar el remanente de la inversión está basado en la capacidad del

proyecto para seguir generando recursos a futuro, lo que sólo es posible si la empresa tiene todos los activos que posibilitan tal producción. Este método se analiza en detalle en el capítulo 6.

La mayoría de las veces que se va a evaluar un proyecto, la configuración de los equipos y la tecnología ya están decididas. Sin embargo, es importante considerar una serie de variables para asegurar una selección adecuada del equipo y del proveedor:

a. *la identificación de todos los proveedores pertinentes*, para comparar las cotizaciones y las calidades del servicio de venta y posventa;
b. *las características y dimensiones de los equipos*, para determinar la viabilidad técnica de su instalación en el lugar previsto o el requerimiento del espacio y obra física que se deberá construir o reacondicionar;
c. *las capacidades de diseño*, para no optar por un equipo sobre o subdimensionado, que podría generar "cuellos de botella" o tener exceso de capacidad ociosa;
d. *el grado de flexibilización del uso de los equipos*, para adecuarse a niveles de operación y procesos cambiantes;
e. *el nivel de especialización y calificación del personal*, para estimar el costo de las remuneraciones o la inversión en su capacitación;
f. *la tasa de crecimiento de sus costos –mantenimiento y operación– y su vida útil*, para determinar si conviene optar, por ejemplo, por una tecnología más cara pero con un plazo de reposición mayor;
g. *la necesidad de equipos auxiliares;*
h. *el costo de instalación y puesta en marcha*;
i. *las garantías y el servicio técnico de posventa*.

3.2 Balance de obras físicas

Conocida la cantidad de equipos y su distribución física más adecuada, se pueden determinar los requerimientos de espacios para su instalación, así como los de los lugares para bodegaje, salas de descanso o alimentación para el personal, vías de tránsito, salas de espera, baños, estacionamientos, casetas de vigilancia, etcétera. Además de la inversión necesaria en construcción soportante de los ítems anteriores, el proyecto por lo general presenta una gran variedad de obras físicas, muchas de las cuales son omitidas por falta de prolijidad en el análisis, como la reparación de caminos, la construcción de vías de acceso interiores (peatonales y de vehículos), cercos, casetas de control de accesos, estacionamientos para clientes, jardines, bodegas para materiales de aseo, techumbre en lugares de carga de vehículos, sala cuna para los hijos de los trabajadores (si correspondiera), comedores, etcétera.

El dimensionamiento de los espacios físicos requeridos para acciones médicas, por ejemplo, se basa en la idea de una distribución óptima de los equipos, lo que debe tomar en cuenta la reducción al mínimo de los costos de manejo de pacientes e insumos y la posibilidad de maximizar la efectividad del trabajo con una agrupación secuencial de tareas propiamente médicas.

Las bases de cálculo de las áreas construidas deben incluir también otros factores como:

a. área de ingreso de proveedores;
b. recepción de materiales, volumen de maniobra, frecuencia de la recepción, exigencias para la manipulación y formas de recepción de los insumos;
c. bodegaje para insumos generales y de aquellos productos o insumos que requieran condiciones especiales de almacenamiento;
d. servicios auxiliares como central de calefacción, sala de mantenimiento interno de equipos, cocina, baños, etcétera;
e. oficinas administrativas, salas de espera, central de datos y guardarropa del personal, entre muchas otras dependencias.

Igual que en el caso de los equipos, es conveniente elaborar un balance de obras físicas que obligue a especificar y costear cada ítem de construcción, ya que la unidad de medida de su característica de construcción –o especificación técnica– es totalmente diferente para cada uno de ellos. Por ejemplo, un metro lineal del camino de acceso de transeúntes tendrá características de resistencia, grosor y costo muy diferentes de las de los vehículos y estas, a su vez, serán probablemente distintas de las de los estacionamientos. De igual forma, el costo de una caseta de vigilancia será muy diferente si es de madera, albañilería o fibra de vidrio.

La estructura de un balance de obras físicas se muestra en la tabla 3.3. Sólo con fines didácticos se ha simplificado la cantidad de ítems que suelen encontrarse en un proyecto y su selección se ha hecho buscando la diversidad más que la coherencia.

Balance de obras físicas

Ítem Construcción	Unidad de medida	Especificación técnica	Tamaño	Costo unitario	Costo total
Edificio institucional	m^2	Hormigón	12.000 m^2	20	240.000
Estacionamientos	m^2	Hormigón	2.600 m^2	6	15.600
Bodegas	m^2	Estruct. metálica	500 m^2	16	8.000
Caseta vigilancia	unidad	Fibra de vidrio	2 unidades	60	120
Cercos	ml*2,20 m alto	Pandereta	220 mts/lin.	4	880
Accesos peatonales	Caja 10 unidades	Baldosa	520 cajas	2	1.040
Lavandería	m^2	Albañilería	400 m^2	9	3.600

Tabla 3.3
Balance de obras físicas.

La suma de los valores de la última columna corresponde a la inversión estimada en obras físicas o construcciones. Aquellas obras físicas que se arrienden en vez de comprarse o construirse, no se incluyen en el balance anterior, sino que se incorporarán como gasto operacional del proyecto. De acuerdo con la proyección de los niveles de actividad, se podrá considerar una inversión suficiente para atender las producciones iniciales, más otras en ampliaciones futuras para enfrentar un eventual crecimiento o definir una inversión inicial capaz de responder al crecimiento proyectado de la actividad. En este caso, lo más probable es que existan economías de escala en la construcción, con lo que se reduce la inversión total en el proyecto, pero se enfrenten costos de operación mayores inicialmente, por mantener una capacidad instalada ociosa o desocupada.

3.3 Balance de personal

La forma más eficiente de calcular el costo del recurso humano es desagregando al máximo las funciones y tareas que se deben realizar en la operación del proyecto, con el objeto de definir el perfil de quienes deben ocupar cada uno de los cargos identificados y calcular la cuantía de las remuneraciones asociadas con cada puesto de trabajo. Para esto, lo usual es especificar todas las actividades productivas, las comerciales, administrativas y de servicio. Dependiendo de la magnitud del proyecto, podrá ser necesario desagregar cada una de estas clasificaciones hasta tener la certeza de haber minimizado el error en su estimación.

La importancia de las remuneraciones en la estructura total de costos del proyecto dependerá de una gran cantidad de factores, como el grado de automatización, el nivel tecnológico de los procesos y la situación general del mercado laboral. Generalmente, mientras mayor es el nivel tecnológico, menor cantidad de personal se requerirá, aunque probablemente mayor remuneración unitaria.

Un proyecto que incorpora una tecnología de manga neumática para el transporte de biopsias en forma rápida entre el pabellón y el servicio de anatomía patológica de un hospital, probablemente requerirá menos personal que si hace dicho transporte manualmente, como en la actualidad. Sin embargo, el costo total en remuneraciones será más alto por la mayor especialización exigida al personal que manejará la manga neumática.

El balance de personal incorpora las estructuras de remuneraciones fijas, incluyendo gratificaciones, leyes sociales, bonos de alimentación y movilización y costos de turnos especiales. Como se muestra en la tabla 3.4, este balance consta de cuatro columnas que deben explicitar el cargo, la cantidad de puestos en cada cargo, la remuneración fija anual unitaria de cada puesto y la remuneración fija anual total. La suma de los valores de la última columna corresponde a la proyección de los costos en remuneraciones estimadas para un año con un nivel de actividad predeterminado.

Balance de personal			
Cargo	Nº de puestos	Remuneración mensual (en miles)	
		Unitaria	Total
Médico	2	$3.600	$7.200
Enfermera	2	2.100	4.200
Kinesiólogo	4	2.300	9.200
Terapeuta ocupacional	5	2.200	11.000
Nutricionista	1	2.200	2.200
Asistente social	1	2.200	2.200
Psicólogo	1	2.500	2.500
Foniatra (1/4 jornada)	1	600	600
Técnicos paramédicos	7	900	6.300
Podólogos	1	900	900
Chofer	2	900	1.800
Secretaria clínica	2	900	1.800
Auxiliar de servicio	5	500	2.500
Manipulador alimentos	1	800	800
Auxiliar pe portería	1	700	700
Total mensual			53.900
Total anual			646.800

Tabla 3.4
Balance de personal.

El balance de personal se deberá repetir tantas veces como sea necesario, de acuerdo con la variedad y magnitud de las actividades que se deberán desarrollar. En una empresa productiva muy grande, por ejemplo, se podría justificar hacer un balance de personal de aseo u otro de mantenimiento preventivo de equipos.

La información así obtenida se debe complementar con las remuneraciones de carácter variable, como los honorarios por prestación médica y toma de muestras o por bonos de productividad.

3.4 Balance de insumos

La estimación de los costos de los insumos que se utilizarán en el proceso de producción, embalaje, distribución y venta, tiene la dificultad de depender de la configuración de los tipos y de la cantidad de productos que se pronostique elaborar.

En una clínica, por ejemplo, un procedimiento que facilita estos análisis es la construcción de un *Balance de insumos médicos*, como el que se muestra en la tabla 3.5, basado

en la confección de varios balances de insumos por tipo de prestación, de manera tal que posibiliten determinar el costo de los elementos empleados en cada prestación, ya sea individual o por grupo de pacientes. Estos, finalmente, se expresan –en función del número de prestaciones esperadas para cada año– en el *balance total de insumos*.

La siguiente es una estructura típica de un balance de insumos (resumido e incompleto con fines didácticos) que debe repetirse para cada tipo de prestación que considere ofrecer un proyecto de centro médico.

Balance de insumos por examen urodinámico

Insumo	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Catéter doble lumen	1	$8.260	$8.260
Parches de electrodos	3	220	660
Bajada de suero	1	1.090	1.090
Jeringa 20 ml	1	880	880
Llave 3 pasos	1	400	400
Par guantes estériles	1	140	140
Par guantes procedimientos	3	150	450
Tubo endogel	1	2.030	2.030
Agua biodestilada 500 ml	2	320	640
Catéter	1	6.440	6.440
Máquina afeitar desechable	1	250	250
Total			21.240

Tabla 3.5
Balance de insumos por examen.

La suma de los valores de la última columna muestra el costo variable de los insumos calculados por cada examen urodinámico.

Repitiendo este cuadro, tantas veces como sea necesario para poder precisar la magnitud del gasto en materiales de cada prestación, se procederá a elaborar el balance de insumos médicos por año, tal como se muestra en la tabla 3.6, aunque en muchos casos este se puede elaborar directamente, sin detallar el costo específico de cada tratamiento.

Balance de insumos médicos			
Examen	**Atenciones por año**	**Costo por atención**	**Costo anual**
Urodinámico	520	$21.240	$11.044.800
Gástrico	800	19.880	15.904.000
Dermatológico	2.220	14.350	31.857.000
Ginecológico	750	22.200	16.650.000
Endocrinológico	108	27.640	2.985.120
Hematológico	160	25.990	4.158.400
Total			82.599.320

Tabla 3.6
Balance de insumos médicos.

Como en los casos anteriores, el resultado de la suma de los valores de la última columna expresará el costo anual del proyecto en insumos médicos.

Obviamente, también se deberán considerar todos los otros insumos de apoyo a la actividad principal como, por ejemplo, los de alimentación, traslado de pacientes, aseo, mantenimiento, lavandería y, como se verá más adelante, los de oficinas administrativas y los relacionados con la actividad comercial. Para cada una de estas áreas se deberá elaborar el balance de insumos correspondiente.

3.5 Tamaño

El estudio del *tamaño de un proyecto* es fundamental para determinar el monto de las inversiones y el nivel de operación que, a su vez, permitirá cuantificar los costos de funcionamiento y los ingresos proyectados. Varios elementos se conjugan para la definición del tamaño: la demanda esperada, la disponibilidad de insumos, la localización del proyecto, el valor de los equipos, etcétera.

Las especificaciones técnicas de los equipos pueden presentar tres características respecto del tamaño:

a. que la cantidad demanda total sea menor que la capacidad de producción de la menor tecnología existente en el mercado;
b. que la cantidad demandada sea similar a la capacidad de producción de alguna tecnología; y
c. que la cantidad demandada sea mayor que la capacidad de producción de la tecnología disponible.

En el primer caso, se evaluará la conveniencia de tener una capacidad ociosa de producción, la que eventualmente podrá, a futuro, ser ocupada si se proyecta un crecimiento de la demanda. En el último caso, se evaluarán las opciones: dejar demanda insatisfecha, con el riesgo de bajar las barreras a la entrada de nuevos competidores; comprar dos unidades tecnológicas aunque se genere capacidad ociosa que eleva las barreras a la entrada de nuevos competidores; contratar un segundo turno o pagar sobretiempo al personal para que con una unidad tecnológica se cubran los requerimientos de producción.

En el capítulo 11 se expone un ejemplo completo para determinar la tecnología que optimice el tamaño de un proyecto con demanda creciente.

El tamaño de un proyecto corresponde a su *capacidad instalada* y se expresa en número de unidades de producción por año. Se distinguen tres tipos de capacidad instalada:

a. *capacidad de diseño*: tasa estándar de actividad en condiciones normales de funcionamiento;
b. *capacidad del sistema*: actividad máxima posible de alcanzar con los recursos humanos y materiales trabajando de manera integrada;
c. *capacidad real*: promedio anual de actividad efectiva, de acuerdo con variables internas (capacidad del sistema) y externas (demanda).

Por ejemplo, un hotel puede tener cien habitaciones disponibles, lo que constituye la *capacidad de diseño* de la unidad expresada en días de permanencia de los pasajeros. Si diez de estas habitaciones quedan permanentemente reservadas para atender clientes especiales o una mayor permanencia de algunos pasajeros, la *capacidad del sistema* es de noventa habitaciones. Si el promedio de ocupación ha sido, por problemas de demanda o de capacidad de respuesta del establecimiento, de 72 camas, esta es la *capacidad real* del hotel.

Para evaluar un proyecto, tanto la estimación de los costos de funcionamiento como de los beneficios se deben calcular sobre la base de esta última capacidad. Aunque la demanda actual y proyectada es uno de los factores más importantes en la determinación del tamaño, existen otros factores como el proceso tecnológico, el financiamiento y la estructura organizacional de apoyo existente o capaz de crearse.

En algunos casos, el tamaño que se asigne a una actividad limitará la capacidad de realizar otras, obligando al evaluador del proyecto a buscar la combinatoria óptima entre ellas. Esto es común, por ejemplo, cuando una misma infraestructura física o una misma dotación de personal pueden emplearse en más de una función. Una forma fácil de encontrar la solución óptima es mediante el uso de la programación lineal –que se ha simplificado con la aparición de la función Solver del Excel– y que permite determinar la distribución óptima de recursos excluyentes, tal como se muestra en el capítulo 11.

Muchas veces, el tamaño se deberá supeditar a otras variables complementarias a la proyección de la cantidad demandada como, por ejemplo, la estrategia comercial. Si el proyecto busca maximizar los beneficios económicos, podría ser más conveniente concentrarse en un segmento del mercado que esté dispuesto a pagar caro por un producto, que masificar su cobertura.

En muchos casos podría observarse que un tamaño mayor –aunque tenga capacidad ociosa inicial– es más rentable que un tamaño menor que se vaya adecuando al crecimiento de la demanda. Sin embargo, esto no significa que la decisión que se tome sea la que se muestra como más rentable, ya que ésta podría no dar la opción de revertir el proyecto si las cosas no marchan como estaba previsto.

3.6 Localización

La localización que se elija para el proyecto puede ser determinante en su éxito o fracaso, por cuanto de ello dependerán –en parte importante– la aceptación o rechazo tanto de los clientes por usarlo como del personal ejecutivo por trasladarse a una localidad que adolece de incentivos para su grupo familiar (colegios, entretenimiento, etcétera). Además de variables de índole económica, el evaluador de un proyecto deberá incluir en su análisis variables estratégicas de desarrollo futuro, flexibilidad para cambiar su destino y factores emocionales de la comunidad, entre muchos otros.

La ubicación más adecuada será la que posibilite maximizar el logro del objetivo definido para el proyecto, como cubrir la mayor cantidad de población posible o lograr una alta rentabilidad. Aunque las opciones de localización pueden ser muchas, en la práctica éstas se reducen a unas pocas, por cuanto las restricciones y exigencias propias del proyecto eliminan a la mayoría de ellas.

La selección de la localización del proyecto se define en dos ámbitos: el de la macrolocalización, donde se elige la región o zona; y el de la microlocalización, que determina el lugar específico donde se instalará el proyecto.

Los principales factores que influyen en la ubicación del proyecto son los siguientes:

a. mercado que se desea atender: hoteles de cinco estrellas en sectores de altos ingresos, nuevos centros de atención pediátrica en comunas donde la tasa de crecimiento de la población infantil se proyecta como más alta en el futuro, cercanía a las fuentes de abastecimiento, etcétera;
b. transporte y accesibilidad de los usuarios: es ilógico ubicar un centro maternal para familias de escasos recursos a doce cuadras de distancia del paradero más cercano al transporte colectivo;
c. regulaciones legales que pueden restringir la posibilidad de instalar una empresa en una zona de exclusividad residencial o los planos reguladores municipales que limitan la construcción en altura;

d. viabilidad técnica: la calidad de la construcción existente puede impedir la instalación de equipos pesados en el último piso del actual edificio;
e. viabilidad ambiental: el flujo de vehículos que ingresará a los estacionamientos en la calle donde se instalará el proyecto puede exceder las normas de impacto vial existentes;
f. costo y disponibilidad de terrenos o edificaciones adecuados a las características del proyecto;
g. entorno y existencia de sistemas de apoyo.

En toda decisión de localización entran en juego factores a veces contrapuestos: los dominantes (influyen directamente en la viabilidad económica del proyecto) y los preferentes o de carácter más emocional. El que prima, desde el punto de vista del evaluador, será el que permita alcanzar el objetivo central de su trabajo: dar la mayor cobertura comercial, lograr la mayor eficiencia en el uso de los recursos o maximizar la rentabilidad del inversionista.

Un efecto importante de la localización es sobre el costo de los insumos necesarios para atender los requerimientos de la producción.

Ejemplo 3.1

Una empresa que procesa remolacha (betarraga) para la producción de azúcar, estudia la ampliación de su planta procesadora. Si toda la producción actual de la zona donde se ubica es vendida a ella misma y a terceros, deberá recurrir a productores más lejanos para abastecerse de las 370 toneladas que demandará la ampliación. El mercado proveedor identificó las siguientes fuentes alternativas:

Tabla 3.7

LOCALIZACIÓN	A	B	C
Distancia	32	66	78
Producción disponible	180	90	100
Costo tonelada de remolacha	100	102	98
Costo flete (ton/km)	$2	$2	$2

De acuerdo con esta información, se deducen los siguientes costos por ítem, costos totales, costos marginales y costos medios por localidad.

LOCALIZACIÓN	A	B	C
Costo MP (precio por cantidad)	18.000	9.180	9.800
Costo flete ($2 por tonelada por km)	11.520	11.880	15.600
COSTO TOTAL	**29.520**	**21.060**	**25.400**
Costo marginal (costo total dividido por cantidad)	164	234	254
Costo medio (costo acumulado dividido por la cantidad acumulada)	164	187	205

Tabla 3.8

Si el proyecto contempla comprar en el predio y asumir el costo del flete, debe trabajarse con el costo medio, es decir, $205 por tonelada puesta en planta. Sin embargo, si se decide abrir un poder comprador para la remolacha puesta en planta, quizás el primer año pueda suponer costo medio, pero a partir del segundo año y siguientes deberá hacerlo a costo marginal. Esto se explica por la transferencia de información. Si el primer año inicia ofreciendo $164, logrará motivar a los agricultores de la localidad A para que le vendan 180 toneladas, ya que a ese precio recuperan el costo del flete y su propio precio. Para lograr que los productores de B le vendan, deberá subir el precio a $234 y, para lograr motivar a los de C, deberá al final ofrecer comprar a un precio de $254. Sin embargo, el segundo año difícilmente los productores de A volverán a vender a $164 si saben que se terminó pagando $254 el año anterior, por lo que lo más probable es que esperen que el precio suba a ese nivel para vender. Como los productores de B harán lo mismo, se terminará pagando el costo marginal a todos.

3.7 Técnicas de estimación de costos usando estándares

A nivel de prefactibilidad, es posible utilizar una serie de técnicas de estimación de los costos del proyecto, basándose en información histórica de la propia empresa o recurriendo a estándares generalmente aceptados. Entre estas, destacan tres por su simpleza y por el valor de la información que proveen:

a. técnica de factores combinados;
b. cálculo de costo exponencial;
c. análisis de regresión;

Ninguna de ellas se aplica a nivel de factibilidad cuando la información de costos que se busca calcular es determinante en el éxito o fracaso de un proyecto.

3.7.1 Factores combinados

La *técnica de factores combinados* es el más simple de los métodos de estimación de costos y consiste en combinar estándares con valores reales. Generalmente se aplica en situaciones donde existe un componente de costos muy pertinente y otro poco significativo. Mientras el primero de ellos se calcula en forma más precisa (costeo de etapas de producción, cotización de proveedor, etc.), el segundo usa información secundaria como estándares de costos. La ecuación 3.1 expresa este modelo:

$$C = \Sigma C_d + \Sigma cu_i * q_i \quad (3.1)$$

Donde C es el costo que se busca calcular, C_d el costo real de cada componente pertinente, CU_i, el costo unitario del componente i de la estructura de costos, y q_i la cantidad del componente i.

Ejemplo 3.2

Suponga que se desea calcular el costo total de instalar una red interna de comunicación, para lo cual se estima emplear 1.000 metros lineales de cable coaxial para enlazar las dependencias de la empresa, cuatro unidades de interfaz, dos módems y un administrador de red. El administrador de red es el componente más caro, por lo que se realizó un estudio acabado de su costo, que se definió en $ 30.000. El resto de los componentes se estimó de la siguiente forma.

Componente	Estándar de costo $
Cable coaxial	3 por metro lineal
Instalación	2 por metro lineal
Interfaz	2.000 c/uno
Módems	300 c/uno

Tabla 3.9 Costo de los componentes.

Reemplazando estos valores en la ecuación 3.1 se obtiene:

$$C = 30.000 + 3(1.000) + 2(1.000) + 4(2.000) + 2(300) = 43.600$$

3.7.2 Factor exponencial

La técnica de factor exponencial se usa cuando el proyecto genera economías o deseconomías de escala respecto del nivel de costos existentes.

El método supone que la estructura de costos varía en proporción distinta a la variación en la capacidad o niveles de producción.

El modelo general, que se explica en detalle en el capítulo 11, se expresa en la ecuación 3.2:

$$\frac{C_2}{C_1} = \left[\frac{q_2}{q_1}\right]^{\beta} \qquad (3.2)$$

Donde C_2 es el costo de operación en la situación con proyecto; C_1 el costo de operación para el nivel de producción actual; q_2 la capacidad de producción con proyecto q_1 la capacidad de producción actual y B el factor de costo exponencial o factor de exponente de costo.

Despejando la variable a determinar, se deduce:

$$C_2 = \left[\frac{q_2}{q_1}\right]^{\beta} * C_1 \qquad (3.3)$$

Ejemplo 3.3

Una empresa empaca en bolsas 200.000 unidades de su producto con un costo de $ 240.000. Si se evalúa ampliar la producción en un 50% y el factor de costo exponencial es de 0,8, el nuevo costo sería de:

$$C_2 = \left[\frac{300.000}{200.000}\right]^{0,8} * 240.000 = 331.954$$

Nótese que si se hubiese supuesto que el costo aumenta proporcionalmente con la producción se habría calculado un costo total de $ 360.000, al no considerar las economías de escala que es posible obtener.

El factor de costo exponencial no refleja cambios en función de niveles de producción distintos porque supone una linealidad común en las economías de escala, aunque lo más probable es que, de acuerdo con el tamaño, también cambie la función exponencial. Al utilizarse como un instrumento facilitador del proceso de toma de

decisiones en estudios de prefactibilidad, esta limitación se obvia dando al modelo la importancia de la simplificación de cálculo en industrias donde el factor de la escala o factor de costo exponencial es conocido y confiable en determinados rangos.

Remer y Chai[1] ofrecen una lista de los factores más comunes de exponentes de costos o inversiones, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

Ítem	ß	Ítem	ß
Transportador de rodillo	0,9	Grúas	0,6
Elevadores	0,4	Calderas de vapor	0,5
Compresor de aire	0,4	Empaque bolsas	0,8
Secador de aire	0,6	Motores eléctricos	0,8

Tabla 3.10
Factores exponenciales de costos e inversiones.

3.7.3 Regresión simple

También es posible recurrir a un método que permita calcular los costos futuros como una función de los costos históricos en moneda de igual valor. Para ello se utiliza la función analizada en el capítulo anterior:

$$y = a + bx \tag{3.4}$$

Donde y corresponde al costo total (CT) observado mensualmente, a al costo fijo (CF), b al costo variable unitario (cv) y x a la cantidad producida.

Dicho de otra manera, el costo total es igual al costo variable unitario por la cantidad de unidades a producir, más el costo fijo. Es decir:

$$CT = CF + (cv)q \tag{3.5}$$

Con este procedimiento se determinan los valores estimados de a y b, calculados sobre la base de una regresión de datos disponibles, los cuales se aplicarán a la estimación de los costos fijos y variables en la construcción del flujo de caja.

Aunque muchos costos son fácilmente clasificados como fijos o variables, existe una importante gama que cae en una clasificación intermedia conocida como costos

[1] Remer, D.S. y CHAI, L.H. "Design cost Factors Form scaling-up Engineering Equipment" en: Chemical Engineering Progress, agosto 1990, pp. 77-82.

semivariables, entre los que se puede mencionar el consumo de luz, el mantenimiento de maquinarias o las reparaciones. En estos casos, el uso de la regresión simple constituye una adecuada opción para estimar su componente fijo y variable cuando existe información confiable en la empresa.

Ejemplo 3.4

Si una empresa registra mensualmente la producción y los costos totales que se presentan en el siguiente cuadro, los valores de a y b se calcularán mediante las ecuaciones 2.13 y 2.14, explicadas en el capítulo anterior, o mediante una planilla electrónica.

Mes	Producción (x)	Costo (y)	xy	x^2
1	2.300	48.110	110.653.000	5.290.000
2	2.420	50.200	121.484.000	5.856.400
3	2.150	47.000	101.050.000	4.622.500
4	2.630	53.600	140.968.000	6.916.900
5	2.630	52.990	139.363.700	6.916.900
6	2.150	48.200	103.630.000	4.622.500
7	2.470	50.200	123.994.000	6.100.900
8	2.220	49.510	109.912.200	4.928.400
9	2.590	52.800	136.752.000	6.708.100
10	2.400	49.920	119.808.000	5.760.00
11	2.190	50.800	111.252.000	4.796.100
12	2.370	47.890	113.499.300	5.616.900
Sumas	28.520	601.220	1.432.366.200	68.135.600

Tabla 3.11
Cuadro de costos y producción histórica.

De lo anterior se deduce que $\bar{y}$ es igual a 50.101,67 y que $\bar{x}$ es 2.376,67.

Reemplazando estos valores en las ecuaciones 2.13 y 2.14 del capítulo anterior se obtiene:

$$b = \frac{12(1.432.366.200) - (28.520)(601.220)}{12(68.135.600) - (28.520)(28.520)} = 9,82$$

y

$$a = 50.101,67 - 9,82\ (\ 2.376,67) = 26.765,82$$

Por lo tanto, si se definió a como costo fijo y b como costo variable unitario, al reemplazar con estos valores la ecuación 3.5 de costo total, resulta:

$$CT = 26.765{,}82 + 9{,}82q$$

Como se explicó en el capítulo anterior, una forma rápida de calcular este costo es recurrir a un modelo de regresión del Excel, procediendo del siguiente modo:

1. Asegúrese de ingresar los datos en una hoja de cálculo como se aprecia en la figura 3.1;
2. Elija la opción **Análisis de datos** en el menú **Herramientas**; luego, seleccione desde el cuadro de diálogo la opción **Regresión**;
3. En el cuadro de diálogo **Regresión**, establezca los parámetros de regresión, tal como se aprecia en la siguiente figura;

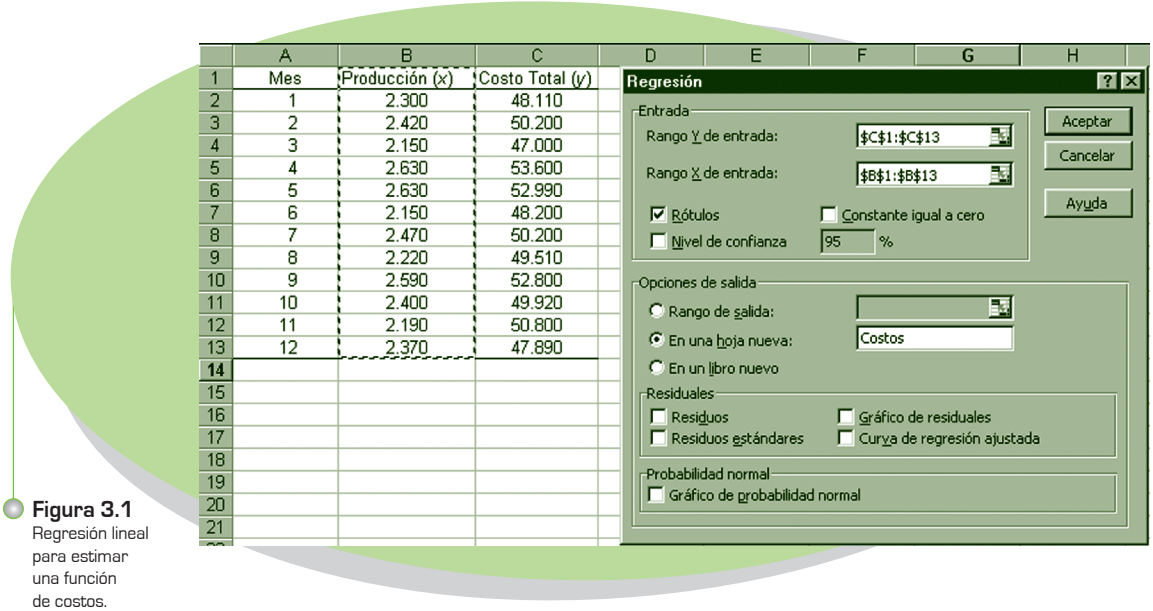
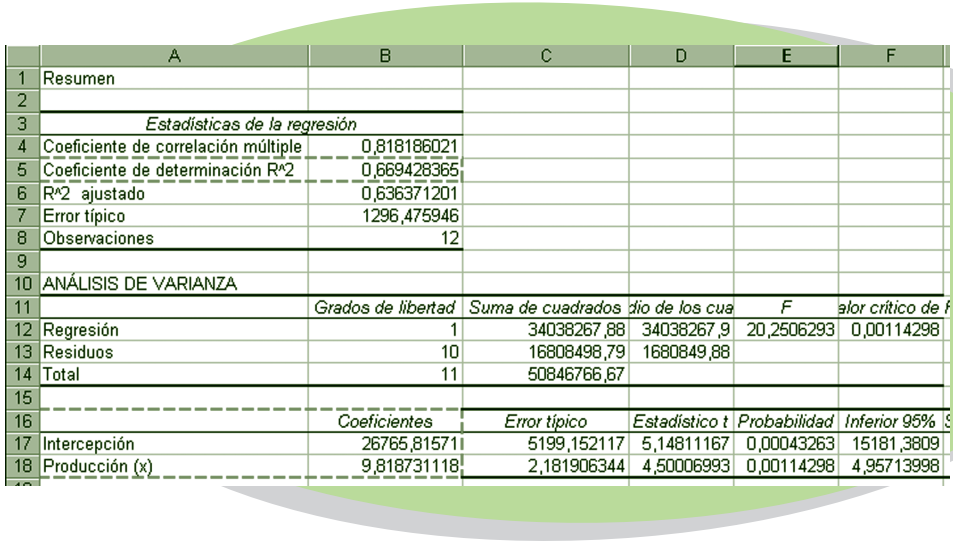


Figura 3.1
Regresión lineal para estimar una función de costos.

4. Finalmente, elija el botón **Aceptar**. Excel insertará una nueva hoja con los resultados de la regresión.



	A	B	C	D	E	F
1	Resumen					
2						
3	*Estadísticas de la regresión*					
4	Coeficiente de correlación múltiple	0,818186021				
5	Coeficiente de determinación R^2	0,669428365				
6	R^2 ajustado	0,636371201				
7	Error típico	1296,475946				
8	Observaciones	12				
9						
10	ANÁLISIS DE VARIANZA					
11		*Grados de libertad*	*Suma de cuadrados*	*dio de los cua*	*F*	*alor crítico de F*
12	Regresión	1	34038267,88	34038267,9	20,2506293	0,00114298
13	Residuos	10	16808498,79	1680849,88		
14	Total	11	50846766,67			
15						
16		*Coeficientes*	*Error típico*	*Estadístico t*	*Probabilidad*	*Inferior 95%*
17	Intercepción	26765,81571	5199,152117	5,14811167	0,00043263	15181,3809
18	Producción (x)	9,818731118	2,181906344	4,50006993	0,00114298	4,95713998

Figura 3.2
Resultados de regresión para la estimación de una función de costos.

Así, entonces, de acuerdo con los resultados obtenidos, la función de costos estimada para la empresa es la misma calculada mediante fórmulas:

$$CT=26.765,82+9,82*q$$

Si el nivel de producción previsto para la empresa, por ejemplo, es de 2.500 unidades, el costo variable asociado será de 24.550 y el costo total (CT) de 51.315,82.

Preguntas y problemas

3.1 Explique el concepto de costo de oportunidad y mencione tres ejemplos.

3.2 Explique el comportamiento de los costos fijos y comente respecto de su carácter diferencial.

3.3 Si el factor de costo exponencial es 0,5, determine en qué porcentaje aumentan los costos en relación con una variación en la cantidad.

3.4 ¿Cuál es el factor de escala de un equipo transportador de materiales que al aumentar su capacidad en un 30% ocasiona un aumento de costos de un 20%? ¿Y cuál sería el factor si los costos aumentaran en un 45%?

3.5 Se necesita conocer cuál es el costo total de la instalación de una nueva central telefónica para el edificio donde funcionan las oficinas de la empresa, para lo que se estima emplear 1.250 metros de cable telefónico simple, 42 anexos telefónicos simples, 8 anexos telefónicos de multiconferencia, 50 conectores, una tarjeta telefónica y una central telefónica. Los valores unitarios de cada componente son los siguientes:

Componente	Estándar de costo
Cable telefónico	- $ 10 metro lineal
Anexo simple	$ 12.500 / unidad
Anexo multiconferencia	$ 23.330 / unidad
Tarjeta telefónica	$ 86.000 / unidad
Conector telefónico	$ 2.350 / unidad
Central telefónica	$835.500 en total

3.6 El costo de distribución de 54.000 unidades de un producto es de $ 545.000. ¿Cuál será el costo de distribuir 67.500 unidades si se sabe que el factor de costo exponencial es 0,85?

3.7 La empresa Hillary & Co. elabora molduras metálicas para la industria aeronáutica. Muchos costos son fácilmente clasificables como fijos y variables, aunque no se aprecia así con el consumo de luz y las reparaciones. Para ambos costos se dispone del siguiente registro de comportamientos de costo:

Mes	Consumo de luz		Reparaciones	
	KW	Costo mensual	Horas mano de obra	Costo mensual
Enero	230.000	150.000	3.740	151.500
Febrero	246.600	165.100	3.910	157.000
Marzo	260.800	163.300	3.570	146.080
Abril	295.900	179.200	3.420	140.400
Mayo	232.600	150.400	3.920	157.900
Junio	210.000	140.500	4.010	162.000
Julio	207.000	139.400	4.260	168.200
Agosto	208.800	139.800	4.450	173.500
Setiembre	211.600	141.100	4.590	178.900
Octubre	215.300	142.700	4.420	162.400
Noviembre	277.600	171.200	4.080	162.600
Diciembre	270.100	168.300	3.890	157.000

Con esta información, calcule el costo fijo estimado y el costo variable unitario del consumo de luz y de las reparaciones.

¿Cuál sería el costo total anual esperado en consumo de luz y en reparaciones para el año siguiente, si se estima un aumento promedio del nivel de actividad en un 20% después que se implemente una inversión en ampliación de la capacidad productiva?

3.8 Determine la función de costos de una empresa manufacturera de la que se tiene la siguiente información histórica:

Trimestre	Producción	Costo
1	7.355	115.900
2	7.500	116.500
3	8.200	115.800
4	8.860	117.250
5	8.900	117.550
6	8.950	117.950
7	9.120	118.200
8	9.230	118.420
9	9.400	118.950
10	9.650	119.510
11	9.800	119.900
12	10.350	121.460

Bibliografía

ÁLVAREZ, C. *Evaluación financiera de proyectos*. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Valparaíso, 1995.

BIERMAN, H., C. BONINI y W. HAUSMAN. *Análisis cuantitativo para la toma de decisiones*. Reading, Ma. Addison-Wesley, 1994.

CHASE, R. y N. AQUILANO. *Dirección y administración de la producción y de las operaciones*. Reading, Ma. Addison-Wesley, 1994.

EROSSA, V. *Proyectos de inversión en ingeniería*. Limusa, México,1987.

HORNGREEN, C. y G. FOSTER. *Contabilidad de costos; un enfoque gerencial*. Prentice-Hall Hispanoamericana, México. 1990.

NEWMAN, D. *Análisis económico en ingeniería*. McGraw-Hill, México 1984.

ORELLANA, J. *Proyectos de inversión*. Upsa, Santa Cruz, 2000.

SAPAG, N. *Criterios de evaluación de proyectos*. McGraw-Hill, Madrid, 1993

SAPAG, N. *Evaluación privada de proyectos de inversión*. Ed. Universitaria, Santiago, 2003.

SUMANTH, D. *Ingeniería y administración de la productividad*. McGraw-Hill, México, 1990.

TAYLOR, G. *Ingeniería económica; toma de decisiones económicas*. Limusa, México, 1976.

VARELA, R. *Evaluación económica de inversiones*. Norma, Bogotá, 1989.

VÉLEZ, I. *Decisiones de inversión: una aproximación al análisis de alternativas*. Centro Editorial Javeriano, Santa Fe de Bogotá, 1989.

CAPÍTULO

4

Aspectos tributarios, legales y administrativos

De la misma forma como las variables técnicas determinan de manera importante las inversiones y costos del proyecto, hay un conjunto de variables relacionadas con la gestión, que inciden –a veces significativamente–, en el resultado de la evaluación, por la magnitud que pueden alcanzar en la estructura total de los egresos. Su estudio, sin embargo, se observa generalmente como el más débil de todos los que se hacen en la viabilidad económica, pues es considerado por muchos evaluadores como un elemento de baja incidencia relativa en el total de inversiones y gastos. Aunque esto puede ser válido en muchos proyectos, sólo después de su cuantificación se podrá confirmar la validez de este supuesto, por lo que siempre se deberá incluir en la investigación.

Obviamente, cuando se evalúan proyectos en empresas en marcha –como el reemplazo de una maquinaria– es posible presumir que la nueva inversión no implicará cambios en la estructura organizacional ni en los procedimientos administrativos. Lo mismo sucede cuando las características particulares de la inversión hacen claramente posible definir un apoyo administrativo mínimo, con un costo a su vez irrelevante dentro del total del proyecto.

A continuación se analizan los efectos tributarios sobre los resultados del proyecto, el tratamiento del IVA, las inversiones y costos derivados de la gestión, y el impacto económico de las variables legales.

4.1 Efectos tributarios

Un elemento típico de costo que influye directamente en cualquier proyecto de inversión es el tributario. En muchos casos, tendrá un efecto negativo (expresándose como un mayor costo) sobre los flujos de caja, pero en otros será positivo (beneficio por ahorro de impuestos).

El *efecto tributario* se vincula al impuesto que enfrentan las empresas y generalmente corresponde a un porcentaje sobre las utilidades del negocio o a un porcentaje sobre su patrimonio[1].

En los casos en que exista un impuesto a las utilidades, se deberá considerar como efecto indirecto el mayor pago que deberá hacerse por todo proyecto que genere un aumento en los beneficios netos de la empresa. De igual manera, deberá incluirse el efecto tributario de cualquier utilidad o pérdida por la venta de un activo, por el aumento o disminución de costos, por endeudamiento y por la variación en los ingresos del negocio.

Los efectos tributarios se analizan a continuación para cuatro casos típicos existentes en distintos tipos de proyectos de cambio en empresas en marcha: por la venta de activos (con utilidad y pérdida), por la compra de activos, por el incremento o disminución de algún costo y por el endeudamiento, entre otros.

4.1.1 Venta de activos

Uno de los efectos indirectos más fáciles de observar en la evaluación de proyectos de desinversion, como los de *outsourcing*, reemplazo o abandono, es el vinculado al pago de impuestos por la venta de un activo que se libera por hacer el proyecto. Si el activo se vende con utilidades, la empresa deberá enfrentar el pago de un impuesto proporcional a esa utilidad. Si se vende con pérdidas, tendrá un efecto tributario positivo hacia el resto de la empresa, al permitir reducir las utilidades totales del negocio y, en consecuencia, el pago total de ese tributo. Si la venta no tiene ni utilidades ni pérdidas, el efecto tributario será nulo.

[1] En Chile, la tasa de impuesto a las utilidades, o Impuesto a la Renta de Primera Categoría, es del 17%; en Colombia del 30%, en Perú del 30%, en Argentina del 35%, en Bolivia del 25%, en San Salvador del 25%, en Honduras del 25%, en Guatemala del 31%, etcétera. En otros países no existe este impuesto, pero se reemplaza por un impuesto al patrimonio. En Ecuador hay un impuesto a las utilidades –junto con un impuesto porcentual sobre el saldo después del impuesto a las utilidades–, equivalente a un impuesto laboral. En Chile, al adquirir bienes y muebles o al construir bienes de activo fijo nuevos, exceptuando el terreno, se tiene derecho a un crédito equivalente al 4% del valor de la compra, con tope de 500 unidades tributarias.

La utilidad o pérdida en la venta de un activo se determina por la diferencia entre el precio de venta y el costo contable del activo al momento de efectuarse la venta. Para fines tributarios, el costo contable es definido sobre una base general que promedia situaciones en nivel país y que considera una estimación de la pérdida anual del valor de un activo por su uso.

Esta pérdida anual se define como *depreciación* y corresponde a la pérdida contable de valor promedio de un activo fijo por año transcurrido. Por ejemplo, una computadora, aunque puede ser utilizada durante algunos años, tiene, en varios países, una vida útil contable de tres años y, por lo tanto, se considera que pierde un tercio de su valor cada año. Países como Bolivia deprecian un 25% anual, porque el fisco les asigna una vida útil contable de cuatro años.

El *valor libro*, o costo contable de un activo, se calcula como la diferencia entre el valor de adquisición y la depreciación acumulada a la fecha de la venta. Es decir, representa lo que falta por depreciar al activo en el momento de su venta. La *depreciación acumulada* corresponde a la suma de las depreciaciones anuales registradas hasta ese momento.

La depreciación anual, cuando se evalúan proyectos a niveles de perfil y prefactibilidad, se calcula generalmente por un método lineal, sin considerar valores residuales para el activo al final del período de depreciación. El valor residual es el valor que se le asigna al activo al finalizar su período de depreciación, independientemente de su vida útil real, y se usa contablemente para determinar, por diferencia, la pérdida de valor durante la vida útil contable del activo. Por la casi nula incidencia en la configuración de los flujos de caja, se le considera con valor cero para el cálculo de la depreciación. Esto es:

$$D = \frac{V_\alpha}{n} \qquad (4.1)$$

Donde D representa el monto para depreciar anualmente, V_α el valor total de adquisición del activo y n el número de años en que es posible depreciar el activo.

Contablemente, existen varios métodos de depreciación. Sin embargo, con fines de evaluación de proyectos, la convención generalmente aceptada usa sólo el método lineal, por cuanto la depreciación no constituye un egreso de caja y el método empleado sólo tiene un efecto marginal en el resultado de la evaluación, ya que afecta indirectamente sólo al momento en que se registran los impuestos y no a su cuantía.

Reuniéndose determinados requisitos, los bienes de activo fijo se pueden depreciar aceleradamente, reduciendo a un tercio la vida útil contable.

Ejemplo 4.1

Suponga que una maquinaria que se compra en $10.000 y se deprecia linealmente en diez años, se vende, por razones económicas, en $2.500 al final del octavo año. Para calcular el efecto tributario se determina, en primer lugar, la depreciación anual, que en este caso corresponde a $1.000[2]. Al final del octavo año, el activo tendrá una

[2] Los $10.000 de valor de adquisición, divididos en los diez años de su período de depreciación.

depreciación acumulada de $8.000 y, en consecuencia, su valor libro, o lo que faltará por depreciar, será de $2.000.

Luego, si la máquina se vende en $2.500 y tiene un valor libro de $2.000, la utilidad contable es de $500 y sobre este monto se debe pagar el impuesto. Si el impuesto a las utilidades fuese del 15%, deberán desembolsarse $75 por concepto de tributos. Como el valor libro no es un egreso de caja, el efecto neto de la venta del activo es de $2.425 (los $2.500 de ingreso por la venta menos los $75 de impuesto).

Una alternativa de cálculo, que se muestra en la tabla 4.1, y que es la que se empleará en el resto de este texto, anula la deducción del valor libro efectuada antes de impuesto, por no ser un gasto desembolsable, sumándolo a la utilidad neta después de haber incorporado su efecto tributario.

Ítem	$
Venta de activo	2.500
Valor libro	-2.000
Utilidad	500
Impuesto (15%)	-75
Utilidad neta	425
Valor libro	2.000
Flujo neto	2.425

Tabla 4.1
Cálculo del flujo neto de la venta de un activo.

Que es lo mismo que:

$$VA_c = (Y_{Ac} - VL)(1 - t) + VL \quad (4.2)$$

Donde VA_c es el valor del activo después de incluir el efecto de los impuestos; Y_{Ac} el ingreso por la venta del activo; VL el valor libro del activo que se vende y t la tasa de impuesto a las utilidades.

En este caso, después de calcular la utilidad neta, se anuló la resta efectuada del valor libro, por no constituir movimiento de caja, sumando el mismo valor que antes se había deducido. De esta forma, se elimina el efecto de restar algo que no sale de caja, pero después de haber incorporado el efecto tributario en el valor que tendrá el activo para la empresa.

Es decir, aunque el mercado valore el activo en $2.500, el valor que tendrá para la empresa será de sólo $2.425, lo que se explica porque si se vende, parte obligada de

los $2.500 deberá destinarse a pagar el impuesto sobre la utilidad contable generada por esa venta.

Si la venta del activo se hace a un precio inferior a su valor libro, la contabilización de la venta arrojará una pérdida. En este caso, no puede decirse que no hay impuesto porque no hay utilidades, ya que la empresa, al no llevar una contabilidad por activo sino por toda la institución, aprovecha la pérdida contable de esta operación para reducir eventuales utilidades que el resto de la empresa podría tener en el momento de la venta de ese activo.

Ejemplo 4.2

Considérese una empresa que, antes de la venta del activo, tiene una utilidad de $14.000 en el período, resultante de ingresos anuales de $50.000 y costos de $36.000. Para una tasa de impuesto del 15%, tendría que pagar tributos equivalentes a $2.100.

Si por otra parte, el activo se vende en ese mismo período en $3.000 y su valor libro fuese de $4.000, la venta se haría con una pérdida de $1.000. La empresa, en consecuencia, ve reducida su utilidad como un todo a $13.000 y, por lo tanto, tendría que enfrentar un pago de impuestos de sólo $1.950.

El ahorro de impuestos, de $150, es atribuible a la venta del activo. Se tendrá, entonces, una situación donde la venta del activo con pérdidas contables generará un flujo de caja neto para la empresa de $3.150, que resulta de sumar el ingreso por la venta con el ahorro tributario que obtiene la empresa, como se observa en la tabla 4.2:

	Situación base	Venta del activo	Total empresa
Ingresos	50.000		50.000
Venta activo		3.000	3.000
Costos	-36.000		-36.000
Valor libro		-4.000	-4.000
Utilidad	14.000	-1.000	13.000
Impuesto	-2.100	150	-1.950
Utilidad neta	11.900	-850	11.050
Valor libro		4.000	4.000
Flujo neto	11.900	3.150	15.050

Tabla 4.2
Cálculo del efecto tributario neto incremental de la venta de un activo.

Como se puede observar, con la venta del activo a pérdidas, la empresa ve incrementado su flujo de $11.900 a $15.050. Es decir, en $3.150 que corresponden a los $3.000 recibidos de la venta más los $150 ahorrados de impuestos. El valor de este activo es, en consecuencia, de $3.150 para la empresa, aunque el mercado lo valore en $3.000.

4.1.2 Compra de activos

En proyectos que contemplan la compra de activos, también se observan efectos tributarios para la empresa, aunque no en el momento en que se adquiere, sino a partir del período siguiente.

Cuando una empresa compra un activo, en ese momento no cambia su utilidad contable, ya que, como se explicó antes, simultáneamente con el aumento de un activo fijo (la compra del activo) puede aumentar un pasivo (si se financió con deuda) o puede disminuir otro activo (como la cuenta caja, si se pagó al contado) y, por lo tanto, la adquisición no está afecta al impuesto a las utilidades. Esto, por cuanto la compra de un activo no cambia la riqueza de la empresa en el momento en que ella se efectúa. Sin embargo, cuando el tiempo transcurre, el activo comprado pierde valor por su uso, pudiéndose cargar la depreciación como un gasto contable al estado de pérdidas y ganancias de la empresa, bajando las utilidades y posibilitando una reducción en el pago de su impuesto, con excepción de aquellos activos que no se deprecian, como, por ejemplo, el terreno.

Ejemplo 4.3

Suponga que una empresa en funcionamiento, que tiene utilidades contables, compra una computadora en $9.000, la que se puede depreciar contablemente en tres años. Al término de cada uno de los tres primeros años, el equipo se podrá depreciar en $3.000.

En la tabla 4.3 se muestra el flujo de caja esperado por la empresa al final del primer año de operación[3] si no se compra la computadora (situación base), el flujo de caja con la depreciación que puede cargar contablemente si la compra (situación con proyecto) y el efecto incremental.

	Situación base	Con proyecto	Incremental
Ingresos	60.000	60.000	
Costos	-36.000	-36.000	
Depreciación	-8.000	-11.000	-3.000
Utilidad	16.000	13.000	-3.000
Impuesto	-2.400	-1.950	450
Utilidad neta	13.600	11.050	-2.550
Depreciación	8.000	11.000	3.000
Flujo neto	21.600	22.050	450

Tabla 4.3
Cálculo de beneficio tributario de la depreciación.

[3] Un período después de la adquisición de la computadora.

En la situación base, la empresa genera ingresos por $60.000 y costos por $36.000. Además, carga una depreciación contable de $8.000 por otros activos que actualmente posee. De esto resulta una utilidad de $16.000 sobre la que paga el 15% de impuesto, quedando una utilidad neta de $13.600.

Al igual que en el caso anterior, aquí se restó la depreciación, que no es salida de caja, por lo que se debe volver a sumar después de calcular el impuesto para anular su efecto. Obsérvese que se obtiene el mismo resultado si se consideran sólo las cuentas de ingresos y egresos[4].

Al permitírsele a la empresa incorporar la depreciación del equipo adquirido, la utilidad baja en un monto igual a la depreciación y el impuesto se reduce de $2.400 a $1.950. Es decir, la contabilización de la depreciación ocasiona a la empresa un ahorro de $450 en los impuestos que debe pagar.

Como los $450 corresponden al 15% de los $3.000, puede afirmarse que la empresa se ahorra, cada año, el 15% de la depreciación y, como todo el activo se deprecia en el transcurso del tiempo, el ahorro tributario corresponde al 15% de todo el valor de ese activo[5].

La columna incremental tiene la importancia de que permite trabajar sólo con la información relevante para la evaluación del proyecto. Si se considera que el nuevo activo no modifica el comportamiento de los ingresos y costos de la empresa (el reemplazo no cambia los niveles de operación ni de gastos asociados con la antigüedad del equipo) no interesa conocer la cuantía de los ingresos ni de los egresos del proyecto, por ser irrelevantes para la decisión. Por lo tanto, se excluyen del análisis.

Sin embargo, como la depreciación se asume sólo si se compra el nuevo activo, debe ser considerada como un costo relevante del proyecto. Independientemente de la utilidad que tenga la empresa antes de la compra de la computadora, su adquisición y posterior depreciación permitirá disminuirla en $3.000. Es decir, si antes la empresa debía pagar el 15% de una determinada utilidad, cualquiera sea su monto, ahora debe pagar el 15% del valor resultante de deducir $3.000 a esa misma cantidad. Esto es, hay la posiblidad de ahorrar impuestos por el 15% de la depreciación.

Así queda demostrada la importancia de los efectos indirectos de la compra de un activo en la evaluación de un proyecto, ya que por el solo hecho de comprar un activo, el 15% se recupera automáticamente si la empresa tiene utilidades[6].

---

[4] Como se observa en el siguiente cuadro, el flujo de caja resultante de comparar ingresos y egresos coincide con el resultado del flujo calculado por la suma de la utilidad neta con la depreciación.

Ingresos	60.000
Costos	-36.000
Impuesto	- 2.400
Flujo	21.600

[5] Sin embargo, como el ahorro de impuestos se produce en varios periodos futuros, el efecto neto del ahorro debe corregirse todavía por el impacto del valor tiempo del dinero.

[6] Como se verá más adelante, hay un efecto del valor tiempo del dinero, que se manifiesta en que la empresa se ahorra este impuesto en distintos períodos futuros.

Un caso particular de efectos tributarios en la compra de activos se refiere al financiamiento de la inversión mediante un *leasing* financiero. Tributariamente, todas las cuotas del *leasing*, con excepción de la opción de compra, se consideran como un alquiler y, por lo tanto, afectan a la utilidad contable y al cálculo de los impuestos representa sólo la cuota de la opción el valor de compra del activo. Financieramente, los intereses implícitos en el *leasing* y la depreciación del bien se consideran como gastos financieros, es decir, se tratan financieramente como una adquisición financiada mediante un préstamo. Un análisis más detallado de estas materias se trata en el capítulo 7.

4.1.3 Variación de costos

El efecto indirecto de los impuestos también se observa en la variación de los costos, tanto en aquellos proyectos que los incrementan (una ampliación) como en los que reducen (un reemplazo de tecnología ineficiente por otra más eficiente).

Para analizar sólo el efecto tributario de una variación de costos, se supondrá, en el siguiente ejemplo, que estos varían sin que se produzcan cambios en los niveles de beneficios, aunque al evaluar un proyecto donde hay aumentos de costos, es indudable que se aceptará incurrir en ellos porque se esperan cambios positivos en los beneficios.

El análisis es similar al que realiza una empresa, para averiguar el impacto de un reajuste especial de las remuneraciones del personal. En él, el efecto neto de costo para la empresa corresponde sólo al 85% del mayor gasto, ya que el 15% restante se recupera por la vía de los menores impuestos que se deberán pagar por la reducción de las utilidades que ello conlleva.

Ejemplo 4.4

En la tabla 4.4 se muestra una *situación base* en lo que la empresa tiene utilidades contables; una *situación con proyecto* donde se aumenta el costo de un factor (por ejemplo, sueldo); y un *análisis incremental* en el que se muestra el impacto sólo de la variación de costos.

Como se puede observar, un aumento de costos de $4.000 hace que se reduzca el flujo de caja en sólo $3.400 (la diferencia entre $15.900 y $12.500). Como se explicó antes, cualquier baja en la utilidad hace que la empresa deje de pagar el 15% de impuestos sobre esa reducción.

	Situación base	Con proyecto	Incremental
Ingresos	30.000	30.000	
Costos	-12.000	-16.000	-4.000
Depreciación	-4.000	-4.000	
Utilidad	14.000	10.000	-4.000
Impuesto	-2.100	-1.500	600
Utilidad neta	11.900	8.500	-3.400
Depreciación	4.000	4.000	
Flujo neto	15.900	12.500	-3.400

Tabla 4.4
Cálculo del efecto tributario de la variación de costos.

En la columna incremental, por otra parte, se incluye únicamente el ítem relevante para la decisión, es decir, la variación en los costos. La utilidad negativa, en el análisis incremental, no significa necesariamente una pérdida para la empresa, sino que también puede indicar una reducción en el nivel de utilidad. Por eso, en el ejemplo anterior, el análisis incremental, en vez de asociar cero impuesto a una utilidad negativa, lo considera un ahorro tributario equivalente a la tasa porcentual de impuestos sobre la menor utilidad antes de impuesto.

De la misma forma, un proyecto de mejora que reduzca los costos de la empresa deberá considerar que el aumento en las utilidades está asociado a un aumento en el impuesto pagadero y a un menor valor del ahorro de costos que el generado.

4.1.4 Endeudamiento

El costo financiero de una deuda, correspondiente al pago de intereses sobre aquella parte de la inversión financiada con préstamo, como cualquier costo, es deducible de impuestos y, en consecuencia, tiene un efecto tributario positivo que debe incluirse en el flujo de caja cuando se busca medir la rentabilidad de los recursos propios invertidos en un proyecto.

Si bien este efecto es similar al de una variación de costos, explicado en el punto anterior, sólo debe incorporarse en aquellos flujos que buscan medir la rentabilidad de los recursos propios invertidos en un proyecto.

Para calcular el impacto tributario de una deuda, se debe descomponer el monto total del servicio de la deuda en dos partes: la amortización y los intereses. Mientras la *amortización* corresponde a una devolución del préstamo, por lo que no constituye un costo ni está afecta a impuesto, los *intereses* son un gasto financiero de similar

comportamiento al costo del alquiler de cualquier activo y, por lo tanto, están afectos a impuestos.

Aunque obviamente el endeudamiento tiene efectos directos sobre el comportamiento futuro de los flujos de caja de la empresa[7], en el ejemplo siguiente se incorpora sólo el efecto de la deuda, como una forma de determinar el costo real de financiar el proyecto mediante la opción de la deuda.

Ejemplo 4.5

Suponga que se quiere medir el impacto de financiar parte de la inversión de un proyecto con un préstamo de $200.000 al 10% de interés anual. En los flujos de caja que se muestran a continuación se observa que, al incluir el interés del primer año ($20.000), el flujo disminuye sólo en $17.000. Es decir, el 85% de su monto total.

Al igual que en el caso anterior, al agregarse este costo financiero, la utilidad proyectada para el primer período baja en ese mismo monto y, por lo tanto, deja de pagarse el 15% del impuesto que antes se pagaba sobre él.

	Sin deuda	Con deuda	Incremental
Ingresos	100.000	100.000	
Costos	-40.000	-40.000	
Gastos financieros		-20.000	-20.000
Depreciación	-10.000	-10.000	
Utilidad	50.000	30.000	-20.000
Impuesto	-7.500	-4.500	3.000
Utilidad neta	42.500	25.500	-17.000
Depreciación	10.000	10.000	
Flujo neto	52.500	35.500	-17.000

Tabla 4.5
Cálculo del efecto tributario de la deuda.

[7] Si la empresa financió con deuda la compra de una máquina, por ejemplo, posiblemente se vean afectados los costos asociados directamente con su funcionamiento y mantenimiento, aunque con eventuales incrementos en los ingresos derivados de una mayor productividad, por lo que habrá otros efectos tributarios adicionales.

De lo contrario se deduce que el costo efectivo de la deuda corresponde al interés cobrado por la institución financiera menos el ahorro tributario de sus gastos financieros. Es decir, anualmente, la empresa se ahorrará el equivalente a la tasa de impuesto aplicada sobre la parte del servicio anual correspondiente a los intereses del préstamo.

Si por cada peso de interés hay un beneficio tributario del 15%, se puede expresar el costo efectivo de la deuda.

$$C_{rd} = i\,(1 - t) \qquad (4.3)$$

Donde C_{rd} es el costo efectivo de una deuda, i es el interés pagado y t la tasa de impuestos. Con los datos del ejemplo 4.5 se obtiene el siguiente resultado al reemplazar las variables de la ecuación 4.3:

$$0{,}1(1-0{,}15) = 0{,}085$$

Es decir, 8,5%.

4.2 Efecto tributario relevante para la evaluación

Cuando la implementación de un proyecto en una empresa genera pérdidas contables durante los primeros años, se pueden observar las siguientes situaciones:

Situación 1: que las utilidades proyectadas para la empresa sin hacer el proyecto sean superiores a las pérdidas estimadas para el proyecto.
Situación 2: que las utilidades proyectadas para la empresa sean inferiores a las pérdidas estimadas para el proyecto.
Situación 3: que la empresa tenga pérdidas proyectadas superiores a las utilidades futuras esperadas del proyecto.

Para cualquiera de las tres situaciones hay dos procedimientos posibles, aunque de distinto valor informativo para quien debe decidir: evaluar el proyecto en forma independiente del resto de la empresa o hacerlo inserto como parte de ella.

Ejemplo 4.6 (situación 1)

Si un proyecto estima pérdidas contables de $200 para cada uno de los dos primeros años y utilidades de $800 para el tercero, el efecto tributario, en la primera situación, suponiendo que la empresa espera utilidades contables anuales de $1.000, se obtendría de la siguiente forma:

	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Utilidad empresa sin proyecto	1.000	1.000	1.000	3.000
Impuesto 15%	(150)	(150)	(150)	(450)
Utilidad empresa con proyecto	800	800	1.800	3.400
Impuesto 15%	(120)	(120)	(270)	(510)

Tabla 4.6
Situación 1: Comparación efecto tributario con y sin proyecto.

Como se puede observar, la utilidad total de los tres años aumenta en $400 y el impuesto en $60 (15% de los $400).

El efecto tributario del proyecto podría calcularse, alternativamente, como sigue:

	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Utilidad del proyecto	(200)	(200)	800	400
Impuesto 15%	–	–	(60)	(60)

Tabla 4.7
Situación 1: Cálculo efecto tributario incremental.

En este caso se considera la posibilidad de una rebaja de las utilidades tributarias futuras debido a las pérdidas de los primeros años. En esta situación, al tercer año se acumulan utilidades de $400 por las pérdidas acumuladas en los dos primeros años.

Una forma alternativa de cálculo es incorporar la "contribución" de las pérdidas del proyecto para rebajar las utilidades totales de la empresa, lo que permite observar, en consecuencia, un ahorro tributario en los dos primeros años, tal como se muestra en la tabla 4.8:

	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Utilidad del proyecto	(200)	(200)	800	400
Impuesto 15%	30	30	(120)	(60)

Tabla 4.8
Situación 1: Cálculo alternativo efecto tributario incremental.

Mientras el primer caso considera que al tener pérdidas el proyecto corresponde asignar cero impuestos en los dos primeros años, la segunda incorpora el beneficio indirecto de la pérdida contable del proyecto sobre el resto de la organización, al posibilitar reducir la utilidad de la empresa en $200 y, por lo tanto, el impuesto en $30 en cada uno de los primeros años. Al tercer año se deberá asignar al proyecto un impuesto del 15% de la utilidad de $800 "aportada" a la empresa.

Como se puede observar, en ambos casos el efecto total de impuesto acumulado en los tres años asciende a $60; la única diferencia es la que se generaría por la distinta ocurrencia de sus flujos en el tiempo, afectando el resultado en el equivalente al costo del dinero en el tiempo. Es decir, aunque desde un punto de vista conceptual se podría discutir la conveniencia de uno u otro método, para medir la rentabilidad la diferencia resulta sólo marginal, ya que el valor actual de los flujos tributarios distintos (pero de igual suma total) no será significativo en la mayoría de los casos.

Ejemplo 4.7 (situación 2)

La segunda situación es similar a la primera. Supóngase que la empresa, sin hacer el proyecto, tiene utilidades estimadas de $100 anuales. El efecto tributario para la empresa sería:

	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Utilidad empresa sin proyecto	100	100	100	300
Impuesto 15%	(15)	(15)	(15)	(45)
Utilidad empresa con proyecto	(100)	(100)	900	700
Impuesto 15%	0	0	(105)	(105)

Tabla 4.9
Situación 2: Comparación efecto tributario con y sin proyecto.

El proyecto ocasiona una pérdida contable a la empresa, en los dos primeros años, que se transforma en un crédito fiscal para calcular el impuesto del tercer año.

El efecto tributario del proyecto también se podría calcular alternativamente como sigue:

	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Utilidad del proyecto	(200)	(200)	800	400
Impuesto 15%	–	–	(60)	(60)

Tabla 4.10
Situación 2: Cálculo efecto tributario incremental.

O, si se considera su impacto hacia el total de la empresa, se podría calcular del siguiente cuadro:

	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Utilidad del proyecto	(200)	(200)	800	400
Impuesto 15%	15	15	(90)	(60)

Tabla 4.11
Situación 2: Cálculo alternativo efecto tributario incremental.

El primer caso es similar al de la situación anterior. Sin embargo, en el segundo se considera que el proyecto "contribuye" a que la empresa deje de pagar el impuesto presupuestado de $15 para cada uno de los dos primeros años, aunque el tercero agrega $90 de impuesto, que corresponde al 15% de las utilidades que genera el proyecto ($800) menos el crédito de la empresa en los dos primeros años ($100 anuales o $200 acumulados).

Igual que en la situación anterior, en cualquiera de las opciones el total del efecto tributario ocasionado por el proyecto sobre los resultados de la empresa es de $60, cambiando sólo el valor actualizado de los respectivos flujos de caja.

Ejemplo 4.8 (situación 3)

Para ejemplificar la tercera situación se supondrá que la empresa proyecta pérdidas contables anuales de $100 si no hace el proyecto. El siguiente resultado se observa al incluir el efecto tributario del proyecto sobre la empresa.

	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Utilidad empresa sin proyecto	(100)	(100)	(100)	(300)
Impuesto 15%	–	–	–	–
Utilidad empresa con proyecto	(300)	(300)	700	100
Impuesto 15%	–	–	(15)	(15)

Tabla 4.12
Situación 3: Comparación efecto tributario con y sin proyecto.

Cuando la empresa tiene pérdidas, surge la duda de si el proyecto debe o no incluir como beneficio propio el aprovechamiento del crédito fiscal generado por el resto de la empresa. Aunque la respuesta es discutible, parece aconsejable incluir este beneficio cuando existe un único proyecto para incorporarlo a la empresa y no incluirlo cuando existe más de una inversión posible, para no distorsionar el resultado de la comparación

de las rentabilidades entre dos o más proyectos. En la tabla 4.13 se expone el efecto del impuesto con y sin crédito fiscal para la empresa.

	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Con crédito fiscal empresa	–	–	(15)	(15)
Sin crédito fiscal empresa	–	–	(60)	(60)

Tabla 4.13
Situación 3: Cálculo efecto tributario incremental.

El segundo caso (sin crédito fiscal de la empresa) es similar a lo expuesto para las dos situaciones anteriores. El primer caso, con crédito fiscal de la empresa, incorpora como beneficio indirecto la reducción de utilidades y de pago de impuestos que la pérdida contable de la empresa le permite descontar el tercer año.

El objetivo de este capítulo fue presentar una sistematización y análisis de los principales costos pertinentes para tomar una decisión de inversión en empresas en marcha. En los próximos capítulos se hace una aplicación de estos conceptos a los principales proyectos, según la tipología expuesta en el primer capítulo, para analizar en el capítulo 11 los criterios para lograr su optimización.

4.3 Impuesto al valor agregado (IVA)

Otro efecto tributario que es importante analizar para estudiar proyectos de inversión es el del impuesto al valor agregado (IVA). Este impuesto frecuentemente es omitido por quienes formulan los proyectos, en la construcción de los flujos de caja, por considerar que la empresa actúa sólo como una intermediaria en su recaudación.

Ejemplo 4.9

Si el IVA fuese del 18% y todos los ingresos y egresos estuvieran afectos a él, se podría tener la siguiente situación:

	Sin IVA	IVA	Con IVA
Ingresos	1.000	180	1.180
Egresos	-600	-108	-708
Flujo	400	72	472

Tabla 4.14
Efecto neto del IVA.

Aunque el resultado pudiera parecer distinto, el excedente neto para el inversionista siempre es el mismo, ya que al flujo con IVA debe restársele $72, correspondientes a la diferencia entre el IVA cobrado a los clientes y el IVA pagado a los proveedores, con lo que se obtiene un flujo similar al calculado sin IVA. Esto, por cuanto la empresa actúa como una intermediaria entre el consumidor y el fisco en la recaudación de ese impuesto.

Si bien esto es cierto y válido para muchos estudios de viabilidad, especialmente en niveles de prefactibilidad o perfil, se deben reconocer las siguientes excepciones:

a. cuando se calcula el monto que deberá ser invertido en el capital de trabajo, ya que el IVA correspondiente a las compras deberá ser financiado, independientemente de que después se recupere en las ventas;
b. cuando la empresa efectúa sus ventas o dan servicios sin IVA y sus compras sí están afectas, como, por ejemplo, en el caso de las sociedades de profesionales la prestación de servicios de educación, las iglesias, el ejército, etc;
c. cuando el desfase de tiempo y la cuantía del IVA pagado en las inversiones es alto, ya que afecta al costo del capital inmovilizado hasta que ese impuesto es recuperado. Generalmente, esto no es tan relevante, debido a que el IVA por adquisiciones de activos fijos es susceptible de ser recuperado anticipadamente, una vez cumplido un período de seis meses contados desde el mes en que fue adquirido y utilizado el crédito fiscal asociado.

Desde un punto de vista fiscal, el IVA es un impuesto que se traslada al consumidor, no es parte de la inversión y, por lo tanto, no deberá ser considerado para determinar la cuantía del monto anual de la depreciación de los activos sujetos a "desgaste" contable.

4.4 Inversiones y costos de la administración

El componente administrativo de los proyectos es fundamental para lograr los objetivos que persiga el negocio. No basta con tener definido el proceso productivo en su máximo detalle para que el desempeño institucional sea eficiente. La eficacia de los resultados exige que se definan la estructura organizacional óptima y los planes de trabajo administrativo y que se determinen, en función de estos, los requerimientos de recursos humanos, materiales y financieros.

El diseño de las estructuras organizacionales depende de criterios y principios de administración no generalizables a todos los proyectos. Entre ellos destacan la división del trabajo, la departamentalización y la delegación de funciones. Estos determinarán la cantidad de cargos y puestos administrativos, el perfil y remuneración de cada uno de ellos, las necesidades de espacios, equipos y mobiliario y los gastos en que se deberá incurrir para su normal funcionamiento.

La teoría administrativa propone soluciones respecto del tamaño adecuado de unidades subordinadas a cada cargo, de acuerdo con la esfera de control y supervisión de tareas, cercanía del personal y complejidad de las funciones delegadas, entre otras.

Si bien cada persona tiene estilos de dirección diferentes –lo que hace casi imposible prever la estructura administrativa que adoptará el proyecto cuando sea implementado– el evaluador deberá estimar una estructura organizativa normal para calcular las inversiones y costos que requerirá considerar en la medición de la rentabilidad. Dentro de esta estructura, será fundamental la definición del perfil profesional de quien administre el proyecto cuando entre en funcionamiento.

Las inversiones en organización siguen un procedimiento de cálculo similar al explicado para dimensionar las variables técnicas, incluyendo los gastos previos a la puesta en marcha ocasionados por la participación de unidades externas, como en el diseño de la imagen corporativa y el apoyo legal para la constitución de la sociedad. Algunas inversiones podrán ser ejecutadas por unidades externas o por personal del propio proyecto como, por ejemplo, los diseños del plan de cuentas contable, de los sistemas de facturación, cobranza, inventario y proveedores y de la base de datos de clientes, entre muchos otros. Cualquiera sea la unidad, interna o externa, responsable de prepararlos, el costo que ello involucra debe incluirse como un egreso previo a la puesta en marcha.

Posiblemente, en la definición de los espacios físicos y sus características influirán, además de aspectos funcionales (dotación de personal, flujos de movimiento, atención de público, bodegas de materiales de oficinas, archivos y bases de datos), aspectos de carácter estético que determinarán el tamaño, calidad y características de los espacios, muebles y equipos de oficina.

De la misma manera como se hace para la selección de las tecnologías operativas o productivas, aquí se deberá determinar cuál tecnología administrativa es la más

adecuada para el proyecto. No siempre la opción más moderna o completa será la más conveniente, ya que la solución óptima dependerá de las características específicas de las tareas a realizar.

A veces, se decide comprar un computador con 30 GB de memoria en vez de uno de 20 GB, porque la diferencia en el precio del equipo no sobrepasa el 0,2% del total de la compra. Sin embargo, si se estima que no se va a alcanzar a ocupar la memoria de 20 GB antes de tener que ser sustituido el computador, no tiene sentido optar por la mayor capacidad de memoria.

La tecnología administrativa elegida permitirá definir tanto la magnitud de la inversión en las variables organizacionales como los gastos administrativos anuales del proyecto. Los gastos propiamente tales de la administración son, como su nombre lo indica, los que provienen de realizar actividades administrativas de apoyo a la gestión. Si bien se asocian a estos el sueldo del gerente, de los contadores, secretarias y personal de apoyo, y los gastos propios del funcionamiento de las oficinas, es posible identificar un conjunto de otras áreas que harán variar estos gastos de acuerdo con la estructura organizacional que se les asigne. Así, por ejemplo, podrá existir una gerencia de recursos humanos si la dotación de personal es muy grande; una de investigación y desarrollo si el proyecto genera innovaciones tecnológicas; o, incluso, una de relaciones públicas si se busca influir en el sector gobierno u otro externo a la institución.

Dependiendo de las características de cada proyecto, se podrá también considerar gastos vinculados con el transporte del personal, mantenimiento de salas cunas para hijos de funcionarios, servicios recreativos y deportivos, bonos de Navidad, arriendo de oficinas, convenios de mantenimiento de equipos, suscripciones a revistas especializadas, seguros, correspondencia, viáticos, renovación de software, pago de patentes y permisos municipales, etcétera.

La estructura administrativa de la empresa que resulta del proyecto no debe considerarse como permanente en el tiempo, ya que ella es tan dinámica como lo serán la propia institución y su entorno. Esto hace que la organización que se diseñe tenga la flexibilidad suficiente para adecuarse fácilmente a los cambios de la empresa.

4.5 Efectos económicos de las variables legales

Por la viabilidad legal de un proyecto se determina la existencia o inexistencia de normas que pudieran restringir la realización del negocio o condicionar su materialización al cumplimiento de algunos requisitos mínimos para poder implementarlo. Por otra parte, el estudio técnico de la viabilidad económica estima las inversiones de una construcción y de una tecnología y los costos de su uso. El estudio legal de la viabilidad económica estimará los efectos que las normas establecidas tendrán sobre los costos y beneficios de un proyecto que ya es viable legalmente. Entre otros, se deberá considerar el gasto que podrían ocasionar algunos de los siguientes factores legales:

- patentes y permisos municipales
- elaboración de contratos laborales y comerciales
- estudios de posesión y vigencia de títulos de propiedad
- gastos asociados con la inscripción en registros públicos de propiedad
- inscripción de marcas
- aranceles y permisos de importación
- indemnizaciones de desahucios
- contratos con mutuales de seguridad de los trabajadores
- obligaciones en caso de accidentes del trabajo
- tratamiento fiscal de depreciaciones y amortizaciones contables
- impuestos a las ganancias, la propiedad y el valor agregado
- regulaciones internacionales

Desde la aprobación misma del estudio del proyecto empiezan a identificarse egresos vinculados con los aspectos legales, tales como la constitución de la sociedad y las licencias, patentes y derechos de uso de alguna propiedad intelectual o registro comercial.

Preguntas y problemas

4.1 Explique en qué caso el monto de los impuestos aparece con signo positivo.

4.2 Comente la siguiente afirmación: "El impuesto que se debe considerar en el flujo de casa es cero si los activos que se venden tienen un valor de mercado inferior al de libros o contables".

4.3 ¿En qué se diferencian los conceptos de valor libro, valor residual y valor de mercado de un activo?

4.4 Demuestre con un ejemplo la incidencia de considerar un valor residual en el cálculo de la depreciación de un activo que se renueva durante el período de evaluación del proyecto.

4.5 Determine el valor que tiene para una empresa un activo que debe venderse en $28.000 y registra un valor de $35.000. Considere una tasa de impuesto a las utilidades del 15%.

4.6 "Al evaluar un proyecto de ampliación, la empresa debe considerar que por sólo comprar maquinaria ya recuperó el 15% (tasa de impuesto) de ella". Comente.

4.7 Comente la siguiente afirmación: "Al comprar un activo, la empresa debe anotarlo como un gasto (antes de impuesto) para aprovechar el beneficio tributario ocasionado por la reducción de utilidades".

4.8 Una empresa presenta actualmente el flujo de caja que se muestra en el cuadro siguiente.

Ingresos	360.000.000
Egresos	-210.000.000
Depreciación	-50.000.000
Utilidad antes impuesto	100.000.000
Impuesto	-15.000.000
Utilidad neta	85.000.000
Depreciación	50.000.000
Flujo de caja	135.000.000

Determine el efecto neto en el flujo de caja, respecto de la situación base, para un año de las siguientes situaciones. Se recomienda usar el análisis incremental.

a. Un aumento de $20.000.000 en el costo de los insumos, suponiendo que no es posible traspasar este incremento a los precios.

b. Un endeudamiento bancario por $10.000.000 al 8% de interés anual, para incrementar el nivel de los inventarios. Calcule el efecto tributario sólo para el año siguiente al obtenido el préstamo.

c. La venta, en $12.000.000, de un activo cuyo valor libro es de $16.000.000 (no considere efecto de la depreciación futura).

d. La venta del mismo activo si su valor libro fuese de $10.000.000.

e. La compra de un equipo, en $ 60.000.000 realizada el año anterior que posibilita aumentar los ingresos anuales en $ 22.000.000, incrementando los egresos anuales en $12.000.000, y que puede depreciarse linealmente en 5 años.

4.9 Determine el efecto tributario anual de la compra de un activo por un valor de $10.000 el cual se deprecia en 5 años y que permitiría aumentar los ingresos de la empresa en $3.000 anuales si se está dispuesto a asumir costos anuales adicionales por $2.000. Al cabo de 5 años, el activo se podrá vender en $1.000. Si no se compra la máquina, la empresa espera continuar los próximos cinco años con el siguiente resultado:

Ingresos	8.000
Costos	-4.600
Depreciación	-1.000
Utilidad antes impuesto	2.400
Impuesto	-360
Utilidad neta	2.040

4.10 Explique el efecto tributario de financiar una inversión mediante *leasing*.

4.11 ¿Por qué se dice que el costo efectivo de asumir una deuda es inferior a la tasa pactada con la institución financiera que otorga el préstamo?

4.12 Enuncie tres casos en que la depreciación, en vez de ser restada para calcular la utilidad contable, se debe sumar.

4.13 Una empresa proyecta utilidades antes de impuestos por $4.000 anuales para cada uno de los próximos cinco años. Si está evaluando implementar un proyecto que generará pérdidas contables de $1.000, $600 y $200 los tres primeros años, y utilidades de $1.500 y $2.400 los años cuarto y quinto, respectivamente, estime el efecto tributario anual y total del proyecto, para una tasa del 15% de impuesto.

4.14 Las utilidades antes de impuesto de la empresa y el proyecto se estiman para los próximos cuatro años en:

Año	1	2	3	4
Empresa	10.000	12.000	14.000	16.000
Proyecto	(13.000)	(13.000)	20.000	30.000

Con estos antecedentes determine el efecto tributario anual del proyecto, para una tasa del 15% de impuesto.

4.15 Una empresa considera que su opción para solucionar el problema de pérdidas proyectadas para los próximos cuatro años es la incorporación de un proyecto que posibilite trabajar en un nivel de producción más eficiente y que abarque nuevos mercados. Determine el efecto tributario del proyecto si la tasa de impuesto a las utilidades fuese del 15% y la estimación de pérdidas y ganancias fuese la siguiente:

Año	1	2	3	4
Empresa	(5.000)	(5.000)	(5.000)	(5.000)
Proyecto	(2.000)	5.000	10.000	10.00

4.16 "No es necesario considerar el IVA en los proyectos, ya que la empresa actúa sólo como intermediaria en su recaudación y transferencia al fisco". Comente.

4.17 Enuncie los tres casos en que el IVA puede ser un factor relevante en los proyectos y explique cómo se debe incorporar para la evaluación.

4.18 Explique si el IVA debe ser o no considerado como parte de la inversión y si debe o no ser incluido para el cálculo de la depreciación de los activos.

Bibliografía

CONTRERAS, M. E. *Formulación y evaluación de proyectos*. UNAD, Santa Fe de Bogota, 1997.

CROSS, R. *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*. Limusa, México, 1984.

FONTAINE, E. *Evaluación social de proyectos*. Ed. Universidad Católica de Chile, Santiago, 1993.

GALLARDO, J. *Formulación y evaluación de proyectos de inversión*. McGraw-Hill, México, 1998.

LLEDÓ, P. y G. RIVAROLA. *Claves para el éxito de los proyectos.* ADEN, Buenos Aires, 2004.

ORELLANA, J. *Manual de proyectos de inversión*. UPSA, SAnta Cruz, 2003.

SAPAG, N. y R. SAPAG. *Preparación y evaluación de proyectos*. McGraw-Hill, Santa Fe de Bogotá, 2000.

SAPAG, N. *Efectos Tributarios relevantes en la evaluación de proyectos*. Revista ADEN Business School, Nº 8, abril 2006, pp. 14-16.

SUMANTH, D. *Ingeniería y administración de la productividad*. McGraw-Hill, México, 1990.

TARSH, S. *Managing the outsourcing relationship*. http://www.outsourcing.com, P.A. Consulting Group, London 1999.

TISSOT, M. *Evaluación de proyectos*. http://members.tripod.com, Universidad Santiago de Cali, 1999.

VARELA, R. *Evaluación económica de inversiones*. Norma, Bogotá, 1989.

CAPÍTULO

5

Costos e inversiones

El objetivo de este capítulo es exponer las metodologías y los distintos procedimientos de cálculo de los diferentes tipos de costos e inversiones que deben ser considerados en los proyectos, para su correcta incorporación en la construcción de los distintos flujos de caja que se deben elaborar para su evaluación.

Los egresos relevantes para la decisión se pueden diferenciar entre aquellos que constituyen inversión y los que son egresos de operación. Mientras los primeros no son gastos deducibles de impuestos en el momento que ocurre el desembolso, los segundos se deben anotar antes de impuesto, ya que permiten reducir la utilidad contable sobre la cual se calcula el monto de los impuestos pagaderos. Estos dos componentes de los costos de un proyecto se analizan principalmente en ese capítulo, y se revisa el costo de falla vinculado a una política de mantenimiento, dando especial énfasis a cómo se debe determinar la inversión en capital de trabajo, al análisis de los costos relevantes, y a los costos secundarios que podrían, en pocos proyectos, ser de alta relevancia en los resultados de una evaluación: el comportamiento decreciente de los costos por el efecto de los ajustes del proceso natural de aprendizaje cuando se incorpore nueva tecnología, el crecimiento de los costos por antigüedad de los equipos y la irrelevancia de algunos costos asignados.

[1] El período de depreciación corresponde al plazo en que una inversión es cargada a gasto contable con fines tributables. Cuando se compra un activo, no cambia el valor de la empresa, pero al pasar el tiempo, este pierde valor. El fisco define como depreciación la pérdida de valor promedio anual de un activo, el cual puede descontarse de la utilidad como un gasto. El plazo en que se puede depreciar un activo se define como período de depreciación. En algunos países se denomina “amortización a la depreciación”.

5.1 Inversiones del proyecto

La mayoría de las inversiones de un proyecto se concentra en aquellas que se deben realizar antes del inicio de la operación, aunque es importante considerar también las que se deben realizarse durante la operación del proyecto, tanto por la necesidad de reemplazar activos como para enfrentar la ampliación proyectada del nivel de actividad.

Las inversiones de reemplazo se incluirán en función de la vida útil de cada activo, la que se puede calcular de acuerdo con distintos criterios:

a. *criterio contable*: supone que los activos deberán ser reemplazados en la misma cantidad de años en que pueden ser depreciados contablemente[1];
b. *criterio técnico*: define el período de reemplazo en función de estándares predeterminados de uso, que se relacionan con tasas estudiadas de fallas, obsolescencia de los equipos, horas de trabajo, años, unidades producidas u otra forma donde primen las características físicas de las inversiones;
c. *criterio comercial*: determina el período de reemplazo en funcionamiento de alguna variable comercial generalmente asociada a la imagen corporativa; por ejemplo, el reemplazo de los vehículos de gerencia o la flota de vehículos que distribuyen productos congelados para dar a los clientes una imagen de modernidad, higiene y alta tecnología o renovar muy ocasionalmente los vehículos en que se transporta vino, para dar una imagen de tradición, antigüedad e, incluso, falta de procesos de tecnología moderna y de aditivos químicos en la elaboración del producto;
d. *criterio económico*: estima el momento óptimo económico de la sustitución, es decir, cuando los costos de continuar con un activo son mayores que los de invertir en uno nuevo[2].

El avance que se observa de manera creciente en los últimos años en casi todas las áreas tecnológicas puede determinar que se acorte la vida útil económica de un activo, aunque no su vida útil técnica ni contable.

Lo anterior hace conveniente elaborar un cuadro de requerimientos de activos para poder construir un calendario de inversiones de sustitución durante el horizonte de evaluación, tal como se explicó en el capítulo 3.

Las inversiones más frecuentes en proyectos de ampliación, internalización y reemplazo se asocian con la construcción de las obras físicas necesarias y con la adquisición del equipamiento, mobiliario y vehículos. Pero no es posible esperar que un nuevo proyecto pueda funcionar sin tener definidos sus sistemas de información, su plan de cuentas contable, su sistema de cobranzas, de clientes y proveedores, su control de inventarios, la adquisición de licencias, el montaje y pruebas para la puesta en marcha, la capacitación del personal, etc. Estos elementos son los que se conocen generalmente como activos intangibles. Para una correcta evaluación se deberán estimar

[2] En el capitulo 11 se aborda con profundidad el tema del momento óptimo económico del reemplazo de un activo.

los desembolsos en todos los ítems que requerirán estar oportuna y adecuadamente disponibles en el momento de su puesta en marcha.

En proyectos de abandono y de *outsourcing* es frecuente identificar el concepto de desinversión como una forma de expresar la liberación de recursos físicos que hace la empresa, a pesar de que con ello se incrementan los recursos líquidos que podrían tener una mayor rentabilidad de uso.

De igual forma, hay un concepto de inversión que es necesario considerar y que no se incluye entre las inversiones fijas. Es el que corresponde a aquellos recursos que deben estar siempre en la empresa para financiar el desfase natural que se produce en la mayoría de los proyectos entre la ocurrencia de los egresos, primero, y su posterior recuperación.

Esta inversión, que se conoce como *inversión en capital de trabajo*, constituye el total de recursos que facilitará el financiamiento de la operación del negocio.

Hay algunas inversiones que, aunque se hagan, son irrelevantes para la decisión de hacer o no el proyecto; por ejemplo, la realizada en el estudio de la viabilidad del propio proyecto: ya sea que se realice o no el proyecto, este desembolso igualmente deberá ocurrir.

Aunque en un proyecto de creación de una nueva empresa se considera relevante el efecto tributario de la amortización contable del estudio[3], en un proyecto de una empresa en marcha, tanto el costo como el beneficio tributario producido por la contabilización del estudio son irrelevantes, ya sea que se haga o no el proyecto, la empresa llevará contablemente a gasto del periodo dicho costo y aprovechará, independientemente de qué se decida hacer, el ahorro tributario que ello conlleva.

En proyectos que se evalúan en empresas en funcionamiento, los gastos previos a la puesta en marcha se anotarán, antes de impuesto, en el momento cero, con todos los efectos tributarios que ello signifique, pues es posible hacerlo, por cuanto la empresa existe.

En una empresa en marcha, el ahorro tributario de la depreciación de los activos durante la etapa de inversión podrá asignarse al momento cero, dado que se genera en una empresa existente[4]. Sin embargo, si la empresa es creada con el proyecto, todos los egresos durante la construcción se activan y se desprecian o amortizan* a partir del momento 1.

5.2 Cómo determinar la inversión en capital de trabajo

Una inversión fundamental para el éxito o fracaso de un negocio es la que se debe hacer en capital de trabajo. El proyecto puede considerar la inversión en todos los activos fijos necesarios para poder funcionar adecuadamente, pero si no contempla la

---

3 Es relevante, porque si se crea la empresa el costo del estudio podrá activarse y aprovecharse el efecto tributario de su amortización contable y si se opta por rechazar el proyecto no podrá ni activarse ni amortizarse.

4 En un proyecto que crea una nueva empresa, la inversión se activa en el momento 0 y se deprecia contablemente a partir del primer período, ya que la empresa no existe y, por lo tanto no hay una contabilidad a la que asignar esos gastos.

* Algunos países denominan **depreciación** tanto si se refiere a activos fijos como intangibles; otros denominan a ambas **amortización**, y algunos **depreciación** a los activos fijos y **amortización** a los activos intangibles.

inversión en el capital necesario para financiar los desfases de caja durante su operación, probablemente fracase.

Por ejemplo, si una empresa demora dos meses en transformar la materia prima en producto terminado, si además tiene un período de comercialización de otro mes y si las ventas las hace contra pago a 30 días, debe tener un capital de trabajo equivalente a la cuantía de los recursos que le permita cubrir los gastos en que tendrá que incurrir durante los 120 días que demora en recuperar los recursos que desembolsa.

Desde el punto de vista del cálculo de la rentabilidad de un proyecto, no es necesaria una gran precisión en su determinación, por cuanto el capital de trabajo, como se verá más adelante, si bien se considera como una inversión inicial, es un activo de propiedad permanente del inversionista que se mantiene en la empresa, por lo que deberá considerarse como parte de los beneficios recuperables en el tiempo. Sólo tiene el efecto de su costo de capital por mantenerlo inmovilizado en el negocio en vez de invertirlo en otra opción rentable.

Si el informe que emana del estudio de la viabilidad económica del proyecto se utiliza además como un instrumento para pedir un préstamo o si evalúa a nivel de factibilidad, la forma de cálculo deberá seguir patrones más estrictos. Por ejemplo, si el capital de trabajo se calcula equivocadamente como 10% inferior a lo que efectivamente se requerirá, el error sobre el cálculo de la rentabilidad será substancialmente inferior a ese monto, por lo que se considera como no tan relevante para la evaluación. Esto se explica porque, al ser esta inversión recuperable al final del período de evaluación, el error tendrá sólo el efecto correspondiente al mayor o menor costo del capital inmovilizado entre el momento en que se hace la inversión y el momento en que se recupera, por estar reflejado en el presupuesto, con signo positivo, el mismo valor incluido en las inversiones con signo negativo.

Sin embargo, el 10% menos de capital de trabajo disponible para la futura gestión del negocio haría que los recursos no alcancen a cubrir el desfase entre la generación de los ingresos a futuro y la ocurrencia de los gastos que se produzcan anticipadamente, ocasionando graves efectos negativos sobre los resultados posibles de alcanzar en su etapa de operación.

Existen tres modelos para calcular el monto para invertir en capital de trabajo: *el contable*, el del *período de desfase* y el del *déficit acumulado máximo*.

El *método contable* proyecta los niveles promedios de activos corrientes o circulantes (recursos mantenidos en caja, cuentas por cobrar a clientes e inventarios) y de pasivos corrientes o circulantes (créditos bancarios de corto plazo, deudas con proveedores y otras cuentas por pagar de corto plazo) y calcula la inversión en capital de trabajo como la diferencia entre ambos.

Las dificultades para estimar una proyección confiable de cada variable hace recomendable utilizar este método únicamente cuando, en una empresa en marcha, se encuentre que el capital de trabajo contable observado históricamente está correlacionado con alguna variable mensurable y conocida para el nuevo proyecto como, por ejemplo, el volumen de la producción, el valor de los activos o el costo de los insumos, entre otras. De esta forma, se puede definir un estándar y aplicarlo al proyecto que se

evalúa. Por sus limitaciones, se usa principalmente a nivel de perfil o de prefactibilidad y cuando se pueda determinar el estándar antes señalado.

En algunos casos se puede calcular el estándar sobre promedios de la industria. Por ello también se debe definir la variable que explica el comportamiento del capital de trabajo contable en las empresas del sector mediante el mismo análisis de correlación, tal como se vio en el capítulo 2.

Ejemplo 5.1

Una empresa productora de queso encuentra que su nivel de trabajo contable ha tenido, históricamente, un comportamiento muy similar a la tendencia observada en el costo de adquisición de su principal materia prima, la leche.

La función que mejor explica esta relación está dada por la ecuación:

$$Ctc = 6.947 + 0{,}65\ Lc$$

Donde Ctc es el capital de trabajo contable y Lc el monto anual de las compras de leche.

Si se está evaluando una posible ampliación, que obligará a aumentar las compras de la leche en $54.000 anuales, se puede estimar que se requerirá invertir en capital de trabajo adicional lo que resulte de la ecuación anterior, es decir:

$$ICT_0 = 6.947 + 0{,}65\ (54.000) = \$\ 42.047$$

Donde ICT_0 es el monto de inversión inicial estimado para garantizar el financiamiento de la inversión durante el primer año de operación.

Cualquier cambio proyectado en el nivel de operación en los siguientes años se manifestará en una variación en el valor de las compras de la leche y, en consecuencia, se deberá considerar también una variación en el nivel de inversión necesario en capital de trabajo. Generalmente, se aplica una variación proporcional, sin considerar el posible impacto de economías o deseconomías de escala del crecimiento o disminución de la producción futura. Este criterio se aplica en cualquiera de los tres métodos de cálculo de esta inversión.

El *método del período de desfase* calcula la inversión en capital de trabajo como la cantidad de recursos necesarios para financiar los costos de operación desde que se inician los desembolsos hasta que se recuperan. Para ello, toma el costo promedio diario[5] y lo multiplica por el número de días estimados de desfase:

$$ICT_0 = \frac{Ca}{365}{}^{1} *_n \qquad (5.1)$$

[5] Esto resulta sencillo por tener la referencia del costo anual en el flujo de caja del proyecto. Obviamente, los costos anuales son sólo los desembolsables, por cuanto ni la depreciación ni la amortización de los intangibles deben ser financiados con capital de trabajo.

Donde ICT_0 es el monto de la inversión en capital de trabajo inicial, Ca_1 es el costo anual proyectado para el primer año de operación[6] y n el número de días de desfase entre la ocurrencia de los egresos y la generación de ingresos.

Ejemplo 5.2

Los registros históricos de una clínica maternal muestran que un 20% de las madres llegaron para tener un parto normal y un 80% por cesárea. De las madres que llegaron para parto normal, un 90% lo tuvieron y un 10% lo hicieron por cesárea. Es decir, la clínica atendió un 18% de partos normales y un 82% por cesárea.

El tiempo de permanencia promedio en la clínica es de dos días para partos normales y 3,5 días para cesáreas. La permanencia promedio ponderada es, en consecuencia:

0,18 x 2,0	= 0,36
0,82 x 3,5	= 2,86
Permanencia promedio	= 3,23

La clínica demora aproximadamente cuatro días en facturar.

Del total de pacientes, un 40% no tiene previsión y paga de la siguiente manera:

- al contado: 30%
- a plazo promedio 30 días: 70%

El 60% restante tiene previsión y la cobranza demora 60 días en promedio. El plazo promedio ponderado de cobranza resulta de:

- 30% del 40% sin previsión y pago contado	=	0 días
- 70% del 40% sin previsión y pago a crédito	=	30 días
- 60% con previsión	=	60 días

Es decir:

0,3 x 0,4 x 0	=	0,0 días
0,7 x 0,4 x 30	=	8,4 días
0,6 x 60	=	36,0 días
Cobranza promedio	=	44,4 días

[6] No deben incluirse en estos costos aquellos que no requieren financiarse con capital de trabajo, como, por ejemplo, las comisiones de los vendedores que se pagan con posterioridad al cobro a los clientes.

En resumen:

- Permanencia promedio	:	3,23 días
- Promedio facturación	:	4,00 días
- Cobranza promedio	:	44,40 días
Período a financiar	:	51,36 días

Si el costo anual de la clínica es de $365.000, la inversión en capital de trabajo sería:

$$\frac{365.000}{365} \times 51{,}63 = \$\ 51.630$$

Al utilizar este método, que trabaja con estimaciones de promedios diarios, se está frente a una típica situación de información secundaria, por lo que se emplea fundamentalmente en estudios de prefactibilidad y en aquellos de factibilidad que se usarán sólo para medir la rentabilidad del proyecto y en situaciones que no presenten estacionalidades.

El *método del déficit acumulado máximo* es el más exacto de los tres disponibles para calcular la inversión en capital de trabajo, al determinar el máximo déficit que se produce entre la ocurrencia de los egresos y los ingresos. A diferencia del método anterior, considera la posibilidad real de que durante el periodo de desfase se produzcan tanto estacionalidades en la producción, ventas o compras de insumos, como ingresos que permitan financiar parte de los egresos proyectados. Para ello, elabora un presupuesto de caja donde detalla, para un período de doce meses, la estimación de los ingresos y egresos de caja mensuales.

A diferencia del flujo de caja del proyecto, que se elabora para períodos generalmente anuales, aquí deben incluirse egresos que suceden durante el año; como, por ejemplo, los pagos provisionales mensuales de los impuestos o el impuesto al valor agregado que, como se verá más adelante, no siempre se incluyen en la proyección de los flujos de caja.

El siguiente ejemplo simplificado muestra la estructura de análisis para determinar la cuantía de recursos que financian el máximo de los déficit operacionales para el nivel de producción que se observará en el primer año de funcionamiento.

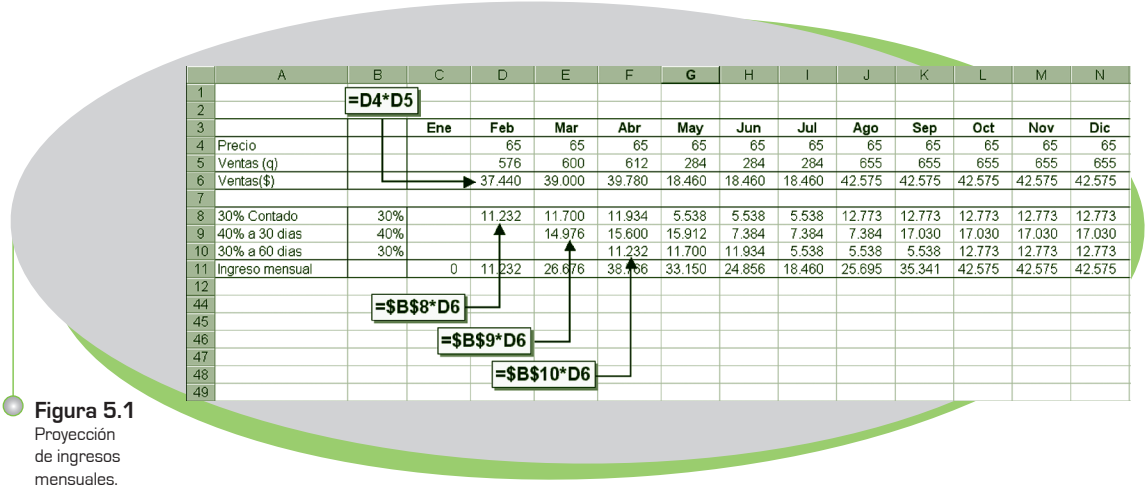
Ejemplo 5.3

Una empresa busca determinar el monto que deberá destinar a la inversión en capital de trabajo si se aprueba la fabricación y venta de un nuevo producto para aprovechar capacidad instalada ociosa.

El proceso de producción demora veinte días y se estima un período promedio de ventas de 10 días. Como resultado del estudio de mercado, se proyecta vender las cantidades mensuales que se muestran en la figura 5.1 a $65 cada una. Durante los meses de mayo, junio y julio, el negocio enfrenta una disminución en las ventas ocasionada por una estacionalidad estructural y, por lo tanto, se puede suponer que se mantendrá en los próximos años.

De acuerdo con las políticas comerciales de la empresa, se prevé un cobro de un 30% al momento de materializarse la venta, un 40% a 30 días y el 30% restante a 60 días.

El ingreso mensual presupuestado para el primer año de operación es, entonces, el que aparece en la última fila de la figura 5.1.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2														
3			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
4	Precio			65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
5	Ventas (q)			576	600	612	284	284	284	655	655	655	655	655
6	Ventas($)			37.440	39.000	39.780	18.460	18.460	18.460	42.575	42.575	42.575	42.575	42.575
7														
8	30% Contado	30%		11.232	11.700	11.934	5.538	5.538	5.538	12.773	12.773	12.773	12.773	12.773
9	40% a 30 dias	40%			14.976	15.600	15.912	7.384	7.384	7.384	17.030	17.030	17.030	17.030
10	30% a 60 dias	30%				11.232	11.700	11.934	5.538	5.538	5.538	12.773	12.773	12.773
11	Ingreso mensual		0	11.232	26.676	38.766	33.150	24.856	18.460	25.695	35.341	42.575	42.575	42.575
12														
44														
45														
46														
47														
48														
49														

Figura 5.1
Proyección de ingresos mensuales.

Para calcular los egresos mensuales, se debe definir primero la cantidad de unidades a producir cada mes. Para ello, se aplicará la siguiente ecuación:

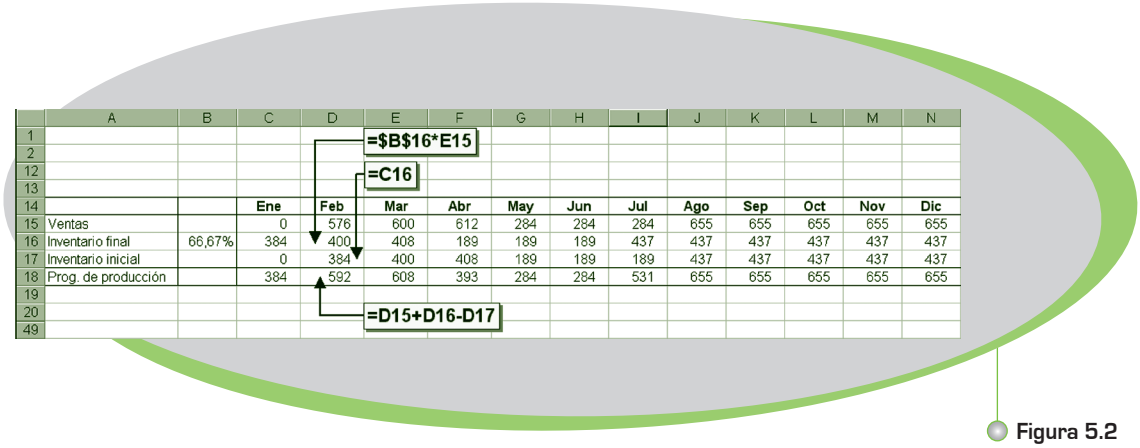
(5.2)

$$Pp = Pv + If - Ii$$

Donde Pp es el programa de producción mensual, Pv la proyección de unidades vendidas mensualmente, If el inventario que debe estar disponible a fin de mes e Ii el inventario inicial del mes, que es igual al inventario final del mes anterior.

Como la producción es un proceso continuo, no se requiere tener el total de las ventas disponibles el primer día del mes. En este caso, se supondrá que la política de la

empresa es mantener un 66,67% de las ventas proyectadas para el mes como inventario de seguridad equivalentes o terminados al principio de ese mes*.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2														
12														
13														
14			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
15	Ventas		0	576	600	612	284	284	284	655	655	655	655	655
16	Inventario final	66,67%	384	400	408	189	189	189	437	437	437	437	437	437
17	Inventario inicial		0	384	400	408	189	189	189	437	437	437	437	437
18	Prog. de producción		384	592	608	393	284	284	531	655	655	655	655	655
19														
20														
49														

Figura 5.2
Programa de producción mensual.

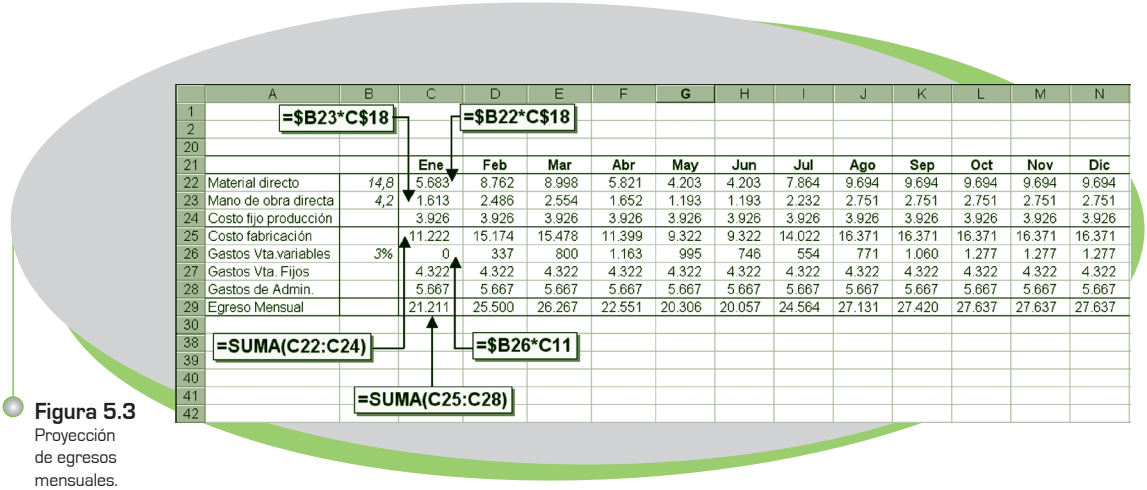
La primera fila repite la proyección de ventas mensuales expuesta en la figura 5.1. La segunda fila corresponde al 66,67%, de las ventas proyectadas para el mes siguiente y que deberán estar en el inventario al finalizar el mes de producción. La tercera fila es equivalente al saldo final del mes anterior. Así, la producción requerida en abril deberá ser suficiente para cubrir las unidades que se venderán ese mes más las que deberán estar en el inventario al inicio de mayo. Pero como al inicio de abril había 408 unidades, estas no deberán producirse y se descuentan del total anterior. Esto es:

$$Pp = 612 + 189 - 408 = 393$$

Conocida la producción esperada mensualmente, se calculará el costo directo e indirecto de producción y ventas. Para ello se supondrá que en materiales directos se gasta $14.8 por unidad y $4.2 en mano de obra directa. Los costos fijos de fabricación se estiman en $3.926 mensuales, los de administración en $5.667 y los de venta en $4.322. Además, se contempla el pago de una comisión a los vendedores equivalente al 3% sobre los ingresos efectivos. Se supone que la materia prima se paga en el mes en que se adquiere, aunque lo usual es que si el mercado proveedor muestra que existen políticas de crédito para el abastecimiento, estas deban incluirse tal cual como se hizo con las ventas.

De acuerdo con esto, se puede proyectar el estado de egresos mensuales que muestra la figura 5.3.

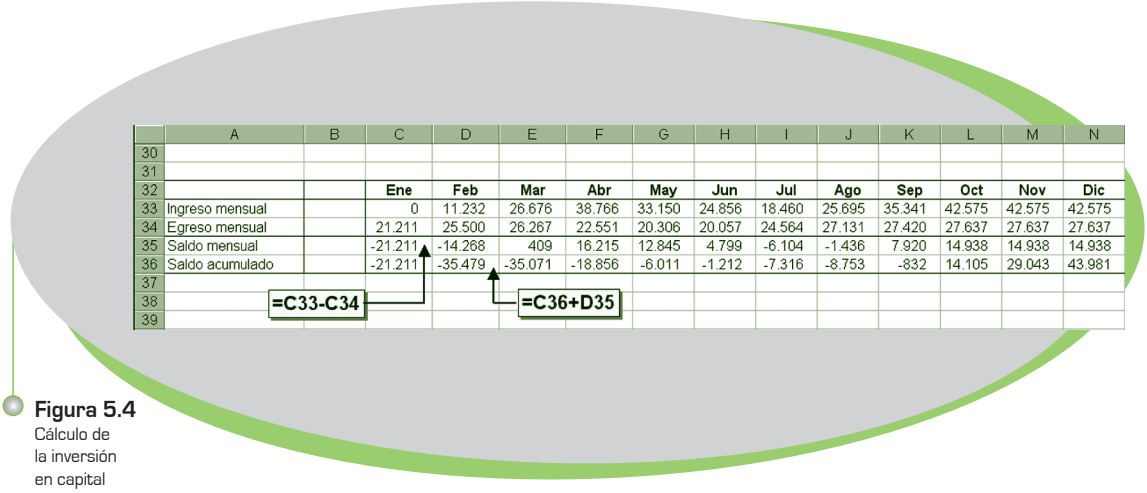
* Obviamente, en un proceso de producción continua el inventario final del mes se encuentra en distintos estados de avance, por lo que se calculan como "equivalentes o terminados". Cualquier texto de contabilidad de costos explica el procedimiento para calcularlo.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
21			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
22	Material directo	14,8	5.683	8.762	8.998	5.821	4.203	4.203	7.864	9.694	9.694	9.694	9.694	9.694
23	Mano de obra directa	4,2	1.613	2.486	2.554	1.652	1.193	1.193	2.232	2.751	2.751	2.751	2.751	2.751
24	Costo fijo producción		3.926	3.926	3.926	3.926	3.926	3.926	3.926	3.926	3.926	3.926	3.926	3.926
25	Costo fabricación		11.222	15.174	15.478	11.399	9.322	9.322	14.022	16.371	16.371	16.371	16.371	16.371
26	Gastos Vta.variables	3%	0	337	800	1.163	995	746	554	771	1.060	1.277	1.277	1.277
27	Gastos Vta. Fijos		4.322	4.322	4.322	4.322	4.322	4.322	4.322	4.322	4.322	4.322	4.322	4.322
28	Gastos de Admin.		5.667	5.667	5.667	5.667	5.667	5.667	5.667	5.667	5.667	5.667	5.667	5.667
29	Egreso Mensual		21.211	25.500	26.267	22.551	20.306	20.057	24.564	27.131	27.420	27.637	27.637	27.637

Figura 5.3
Proyección de egresos mensuales.

Con esta información, se calcula el saldo de caja mensual y acumulado. Como su nombre lo indica, se debe buscar el máximo déficit acumulado en el año y asumir que lo que se requiere es financiar dicho monto con capital de trabajo. La figura 5.4 resume la información proyectada.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
32			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
33	Ingreso mensual		0	11.232	26.676	38.766	33.150	24.856	18.460	25.695	35.341	42.575	42.575	42.575
34	Egreso mensual		21.211	25.500	26.267	22.551	20.306	20.057	24.564	27.131	27.420	27.637	27.637	27.637
35	Saldo mensual		-21.211	-14.268	409	16.215	12.845	4.799	-6.104	-1.436	7.920	14.938	14.938	14.938
36	Saldo acumulado		-21.211	-35.479	-35.071	-18.856	-6.011	-1.212	-7.316	-8.753	-832	14.105	29.043	43.981

Figura 5.4
Cálculo de la inversión en capital de trabajo por método del déficit acumulado máximo.

Como se puede observar, el saldo mensual resulta de las diferencias entre todos los ingresos y egresos mensuales pronosticados. El saldo acumulado resulta de la suma de los saldos mensuales anteriores. En este ejemplo, la inversión en capital de trabajo corresponde a los $35.479 del segundo mes, por ser el mayor déficit acumulado. Con

este monto se garantiza la disponibilidad de recursos que financian los egresos de operación no cubiertos por los ingresos.

Cuando el saldo acumulado es positivo, por ejemplo en el mes undécimo, ello no significa que la empresa no requiera más capital de trabajo, sino que este se puede financiar con los recursos generados por el negocio. Los recursos gastados en la adquisición de la materia prima que se compra en el undécimo mes empiezan a recuperarse con el mismo desfase observado entre las compras del primer mes y los ingresos, sólo parciales, del segundo mes. Por lo tanto, la empresa siempre mantendrá recursos invertidos en el negocio, a los que deberá exigírseles una rentabilidad similar a la exigida al resto de la inversiones.

Si el nivel de operación proyectado aumenta durante el período de evaluación, se deberá programar un incremento proporcional en el capital de trabajo invertido, a menos que pueda haber claras y justificadas *economías de escala* (cuando el crecimiento en el nivel de actividad posibilita reducir el costo unitario, por ejemplo, por descuentos por mayores volúmenes de compra) o *deseconomías de escala* (cuando el crecimiento hace aumentar el costo unitario, por ejemplo, si debe abastecerse de localidades más lejanas por insuficiencia de la oferta local).

Si, por ejemplo, en la figura 5.1 se incorpora el efecto de un incremento del 10% en la producción y costos, a partir del undécimo mes, el saldo mensual de caja sigue siendo positivo y el saldo acumulado aumenta más todavía, pudiendo interpretarse como que no se requiere más capital de trabajo. Sin embargo, la empresa deberá disponer de mayores recursos para enfrentar el crecimiento de los pagos que deben desembolsarse anticipadamente a la ocurrencia de los ingresos.

El saldo positivo muestra sólo que el crecimiento en el capital de trabajo puede ser financiado con excedentes del propio flujo de caja del proyecto. Si se financia con estos excedentes, deberá exigirse a esta inversión un retorno que compense su no uso en otras oportunidades de inversión que tenga la empresa, tal como se exigirá, que renten los recursos que son aportados para el financiamiento de toda la inversión.

La diferencia entre la inversión en capital de trabajo y aquella que se realiza en activos fijos es que, mientras estos últimos pueden perder o ganar valor con el paso del tiempo, la inversión en capital de trabajo se mantiene, en términos reales, durante todo el período de evaluación, pudiendo recuperarse con el término del proyecto.

Como se verá más adelante, este concepto es importante al evaluar el proyecto en un horizonte de tiempo menor que el de su vida útil, ya que se deberá valorar el remanente de la inversión al final de ese período de evaluación, por cuanto constituye parte de lo que la empresa poseerá por haber realizado las inversiones iniciales.

Cuando se evalúa un proyecto en una empresa en marcha, existe en la situación base o actual un capital de trabajo que podrá verse modificado por el proyecto. Si el proyecto involucra un crecimiento en la actividad (ampliación o internalización, por ejemplo) se deberá considerar una inversión incremental a la actual; y, si involucra un decrecimiento (abandono o, en algunos casos *outsourcing*) se considerará una recuperación anticipada de ella. Existen tres criterios para calcular la inversión incremental

que, aunque conducen a resultados iguales, la información que entregan para la situación *base* y *con proyecto* puede conducir a una impresión equivocada de los recursos que efectivamente se deberán desembolsar si se hace el proyecto. Esto se aprecia en el ejemplo siguiente:

Ejemplo 5.4

Por ejemplo, si una empresa tiene hoy un capital de trabajo de $1.000 y evalúa un proyecto de ampliación que requiere agregar $300 para financiar el mayor desfase entre egresos e ingresos, se puede incluir esta variación opcionalmente de las tres formas que se indican en la tabla 5.1, aunque el último procedimiento parece, conceptualmente, poco adecuado.

	Caso 1		Caso 2		Caso 3	
	I_o	RI_n	I_o	RI_n	I_o	RI_n
Sin proyecto	–	–	–	1.000	-1.000	1.000
Con proyecto	-200	200	-200	1.200	-1.200	1.200
Variación	-200	200	-200	200	-200	200

Tabla 5.1
Efecto neto de los modelos de inclusión en capital de trabajo en los flujos de caja.

Donde I_o corresponde a la inversión en capital de trabajo que se debe hacer en el momento cero del flujo de caja y RI_n a la recuperación de ese capital de trabajo en el momento n, que representa el final de periodo de evaluación.

Como se puede observar, la variación entre la inversión y valor de desecho en los tres casos es exactamente igual.

En el primero se ha supuesto en la situación sin proyecto que el capital de trabajo actual es irrelevante, ya que cualquiera sea la decisión (hacer o no el proyecto) esa inversión está en la empresa y se recuperará al final del período de evaluación. Por ello, en la situación con proyecto se consideró, para mantener la coherencia del análisis, que se invierte y recupera sólo la diferencia agregada si se hace el proyecto.

En el segundo caso se supuso que la inversión en la situación base es innecesaria, porque ya está en la empresa, pero que se puede recuperar al final del período de evaluación. En la situación con proyecto, entonces, se incluye inicialmente lo que se debe

agregar de inversión inicial y, con el mismo criterio, se incluye al final la recuperación total de la inversión.

El tercer caso, el menos recomendable por la información que muestra, supone que en la situación base se debe agregar la totalidad de la inversión (aunque ya está en el negocio) y que, por lo tanto, en la situación con proyecto se debe también agregar el total del capital de trabajo requerido. Lo mismo se considera respecto de su recuperación al final del período de evaluación.

En el caso de un proyecto de abandono u otro que signifique una reducción del nivel de actividad, la empresa podrá necesitar menos capital de trabajo que el que tendría invertido si no hace ese proyecto, debiéndose considerar la posibilidad de recuperar anticipadamente parte de esa inversión.

Ejemplo 5.5

Si el proyecto permite reducir el capital de trabajo de $1.000 a $800, se deberá registrar incrementalmente $200 con signo positivo en el momento cero (por constituir recursos liberados y disponibles para ser eventualmente retirados por el inversionista) y la misma cantidad, pero con signo negativo, al final del período de evaluación, ya que el proyecto hace disminuir la proyección de beneficios previstos para ese momento. Esto, por cuanto el proyecto no genera los $200, sino solo permite su recuperación anticipada. En el caso 1 de la tabla 5.2 esto se aprecia más fácilmente.

	Caso 1		Caso 2		Caso 3	
	Io	RIn	Io	RIn	Io	RIn
Sin proyecto	–	–	–	1.000	-1.000	1.000
Con proyecto	200	-200	200	800	-800	800
Variación	200	-200	200	-200	200	-200

Tabla 5.2
Efecto neto de los modelos de inclusión de la desinversión en capital de trabajo en los flujos de caja.

En el caso 2 se aprecia que en la situación sin proyecto la empresa mantendría en su presupuesto la posibilidad de recuperar la totalidad de lo invertido en capital de trabajo; sin embargo, como en la situación con proyecto recupera $200 en el momento cero, al final del período de evaluación puede recuperar sólo el saldo de la inversión, correspondiente a $800. Como se puede observar, la fila **Variación** muestra también el mismo efecto incremental ya analizado.

En el caso 3 se llega al mismo resultado, aunque, como se explicó anteriormente, la información que entrega no es correcta, ya que podría interpretarse como que se requeriría desembolsar $1.000 en la situación base, lo que no es efectivo, por estar ya esos recursos en la empresa.

5.3 Costos relevantes

Uno de los conceptos más importantes para una correcta evaluación económica de proyectos que involucran cambiar una situación existente por otra nueva, como la sustitución de tecnología o la externalización de un servicio, por ejemplo, es el denominado costo relevante, término que se aplica indistintamente a los costos y a los beneficios, y que corresponde a los ítems que marcan una diferencia entre las opciones que se analizan.

En aquellos proyectos donde no se generan cambios respecto a la situación existente, como los de reemplazo de algún activo, por ejemplo, será la diferencia en los costos de cada alternativa la que determinará cuál de ellas se debe seleccionar, por cuanto los ingresos, al no variar entre las opciones, constituyen un elemento irrelevante para la decisión.

Estos costos, denominados *diferenciales*, expresan el incremento o disminución de los costos totales que implicaría la implementación de cada una de las alternativas en análisis, en términos comparativos respecto con lo observado en la situación vigente. Por esto, bastará con considerar los costos diferenciales para decidir respecto de un proyecto que involucre variación en los resultados económicos esperados.

Puesto que muchas de las partidas de costo no variarán al implementar alguna operación como alternativa de la existente, se podrán excluir del análisis para la toma de la decisión. Sólo son relevantes aquellas partidas de costo que sean diferentes entre cada opción estudiada y una situación base de comparación.

Por ejemplo, si se evalúa hacer una producción extraordinaria para responder a una petición especial que implica alterar el programa de producción normal de una empresa, el costo diferencial generalmente corresponderá al costo variable de producción, puesto que los costos fijos, dentro de ciertos tramos, permanecerán constantes. Por costo fijo se entiende aquel que no cambia con las variaciones en el nivel de operación. Sin embargo, esta definición es válida sólo para tramos de producción, ya que aumentos en la cantidad producida por sobre ciertos niveles sólo serán posibles con el empleo de más recursos de carácter fijo (por ejemplo más personal o más alquiler de depósitos). Si los costos fijos se vieran incrementados, el aumento ocasionado por este pedido sería parte del costo diferencial y, por lo tanto, debería considerarse como relevante para la decisión.

Ejemplo 5.6

Una empresa que produce partes electrónicas para la fabricación de televisores tiene una capacidad máxima de producción, con tres turnos diarios, de 24.000 partes al año. Basándose en el comportamiento histórico, las proyecciones de ventas para el próximo año son de 20.000 unidades, a un precio unitario promedio de $116.

En el proceso productivo se proyecta la siguiente estructura de costos:

Material directo	$63
Mano de obra	27
Costo indirecto de fabricación	30

El 40% de los costos indirectos de fabricación se explica directamente por el nivel de producción y el otro 60%, corresponde a una asignación de costos generales de fabricación como los seguros del edificio y maquinaria, la energía o el mantenimiento.

Además, la empresa aplica un estándar para asignar unitariamente los gastos de administración y ventas, que corresponde a $20 por unidad. El 10% de este monto ($2) es por concepto de pagos de comisiones a los vendedores.

Suponga que la empresa recibe un pedido especial, por una sola vez, para adquirir 2.000 partes electrónicas. Para determinar el precio mínimo al que podrían venderse las unidades adicionales, se debe calcular el costo relevante involucrado en la mayor producción, de la siguiente forma:

a. *material directo*: como su nombre lo indica, son los insumos directamente empleados en la producción, por lo que se debe agregar $63 por cada unidad adicional que se fabrique;

b. *mano de obra directa*: de acuerdo con los antecedentes del problema, si la capacidad de producción anual es de 24.000 unidades, se deduce que cada turno de trabajo puede fabricar 8.000 unidades. Esto obliga a averiguar qué parte del costo de mano de obra se paga por un turno normal y cuál es el que se paga por turno extraordinario. Si el sobrepago por hora es del 20% en segundos y terceros turnos, se puede concluir que 8.000 unidades se pagan a tarifa normal y 12.000 con un 20% de recargo. Por lo tanto:

$$\left(\frac{8.000}{20.000} * x\right) + \left(\frac{12.000}{20.000} * 1{,}2\ x\right) = \$27$$

El valor de x, el costo por unidad en horario normal, es de $24.1. Debido a que todo el pedido se hará en horario extraordinario, se debe considerar un

costo de mano de obra directa unitaria de $28,9, que corresponde a $24, 1 * 1,2;

c. *costo indirecto de fabricación*: considerando que el 60% de este ítem se debe a una asignación de costos que no variarán con la producción extraordinaria, se debe tomar como costo relevante sólo el 40% restante. Es decir, $12 por unidad.

Aun cuando los gastos de administración y ventas incluyen a las comisiones por venta como costo variable, en este caso no corresponde considerarlos dentro de los costos relevantes, por cuanto, al no ser las ventas generadas por la acción directa de los vendedores, la empresa no incurrirá en el pago de la comisión.

De acuerdo con esto, el costo incremental que tendría que asumir la empresa si decide aceptar el pedido especial es de:

Material directo	$63,0
Mano de obra directa	28,9
Costo indirecto de fabricación	12,0
Total	$103,0

Cualquier precio que esté dispuesto a pagar el comprador por sobre este valor será atractivo para la empresa.

En algunos casos se podrá agregar un costo por desgaste anticipado de la maquinaria, una rentabilidad mínima por el uso de los recursos de la empresa o gastos financieros, si el pedido especial requiere un capital de trabajo que será financiado por préstamos bancarios, por ejemplo.

En muchos casos puede esperarse también que los costos fijos cambien. Por ejemplo, si el proyecto obliga a variar el número de supervisores, equipos, seguros, alquileres u otros, la variación de estos costos fijos será relevante, tanto si redunda en aumentos como en ahorros de costos.

Los *costos diferenciales* no deben confundirse con los costos variables, aunque pueden coincidir. Mientras los costos variables están constituidos por todos aquellos que varían directamente con el volumen de producción, los costos diferenciales se refieren a aquellos que cambian entre las alternativas específicas en análisis, pudiendo o no coincidir con los variables.

Como se aprecia claramente en el ejemplo anterior, los costos diferenciales no son necesariamente lo mismo que los costos variables, aunque pueden coincidir en algunos ítems como materias primas, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación variable.

Los *costos históricos*, por otra parte, son inevitales, por haberse incurrido en ellos en el pasado. Por el hecho de haber sido devengados o convenidos en el pasado, estos costos son, independientemente de si fueron o no pagados, inevitables y, por lo tanto, son irrevelantes para la decisión, ya que cualquier decisión que se tome no hará variar su

efecto como factor del costo total. Por ejemplo, el monto de la compra de un activo que se evalúa reemplazar dejó de ser evitable en el momento en que se adquirió, y cualquiera sea la alternativa por la que se opte, la inversión ya realizada no será relevante, aunque sí posibles cambios tributarios que implique una decisión futura acerca de ella.

Aunque los costos históricos en sí mismos son irrelevantes en las decisiones –dado que por haber ya ocurrido no pueden recuperarse– podrían tener un efecto indirecto relevante en la decisión de aceptación o rechazo de un proyecto; por ejemplo, los ingresos que pudiera generar un activo comprado en el pasado si se destina a usos optativos, como su venta, alquiler u operación, o los beneficios tributarios de la depreciación de un activo comprado en el pasado.

El factor relevante siempre será qué hacer a futuro y en ninguna evaluación se incorporará como patrón o elemento de medida la inversión u otros gastos ya realizados.

Aunque es frecuente que los costos históricos se usen para proyectar los costos futuros, un análisis correcto de las opciones de inversión obliga a efectuar todos los ajustes que requiera la estructura de costos de la empresa para representar el impacto positivo o negativo que un proyecto tendrá sobre los resultados económicos de la institución.

La evaluación de *proyectos de sustitución*[7] de instalaciones ocasiona, en la consideración de costos relevantes, mayores dificultades que el estudio de otro tipo de proyectos en empresas en marcha, más por la disponibilidad de la información adecuada que por los procedimientos empleados. Como se mencionó anteriormente, la sustitución puede considerar tanto aumentos como mantenimiento o disminución de la capacidad productiva de la empresa.

Los reemplazos que no incrementan la capacidad productiva de la empresa pueden explicarse por el hecho de que existen activos que deben ser sustituidos por haber llegado a su punto de agotamiento, o, aun cuando puedan seguir funcionando, a que aparece una alternativa de igual capacidad pero con alguna ventaja económica.

También se puede dar el caso de un reemplazo por insuficiencia, como, por ejemplo, el de una computadora que no tiene la capacidad exigida para procesar el volumen de información requerido. Si bien este reemplazo aumenta la "capacidad" de la computadora, no incrementa la producción de bienes o servicios de la empresa y, por lo tanto, no tiene impacto sobre sus ingresos normales, aunque sí lo podrá tener sobre el ítem *venta de activo*.

En esta segunda posibilidad se presenta dos opciones que alteran el procedimiento de cálculo:

a. que los activos nuevos tengan una vida útil igual a la vida residual de los activos por reemplazar; o
b. que los activos nuevos tengan una duración mayor que la vida útil restante de los que estén en uso.

[7] Corresponde a la evaluación de la conveniencia de reemplazar un activo existente por otro nuevo de igual, mayor o menor capacidad de producción.

Si bien el reemplazo de un activo por otro con igual vida útil pudiera parecer una alternativa poco práctica, constituye una situación real en muchas empresas, donde el cambio tecnológico afecta más notablemente a los costos de operación que a la vida útil del activo.

En este caso, el razonamiento para la evaluación consistirá en determinar si el ahorro en los gastos fijos y variables de operación originados por el reemplazo es suficiente tanto para permitir recuperar la inversión adicional como para remunerar al inversionista por el capital invertido a una tasa de interés razonable para cubrir el costo del capital, en función del riesgo implícito en la decisión. Si se estimase que los costos fijos y los ingresos de operación permanecerán constantes, ambos elementos deberán ser excluidos del análisis, por las razones expuestas anteriormente. Sin embargo, si cambian los valores de desecho proyectados para ambas máquinas al final del horizonte de evaluación, se deberá incluir en la comparación que se haga de ellas.

Para determinar el beneficio relevante de la nueva inversión se trabaja, comúnmente, con costos constantes de los factores de producción, puesto que los cambios en el precio de la materia prima o en la remuneración a la mano de obra directa afectarían por igual ambas alternativas, a menos que la nueva inversión esté asociada a un cambio tecnológico que posibilite recurrir a un tipo de materia prima más barata o a trabajadores de diferente calificación y, por lo tanto, de distinta remuneración.

Si la vida útil de un equipo nuevo es mayor que la vida útil restante del equipo existente, los valores de venta de éste son relevantes para la decisión, tanto en el momento del reemplazo (cuando se analice la situación con proyecto de sustitución, ya que posibilita su venta anticipada) como al final de su vida útil restante (cuando se analice la situación sin proyecto de sustitución, y que será un activo susceptible de vender al dejar de utilizarlo). Lo mismo sucederá con el valor de rescate del nuevo equipo al final del período de evaluación ya que, como se mencionó en el capítulo anterior, se debe valorar el beneficio que representa la vida útil superior al período de evaluación[8].

El análisis de un proyecto de sustitución con ampliación de la capacidad productiva debe respaldarse con una estimación del mercado potencial que haga referencia específica a las variables precio y volumen de ventas, para proyectar los mayores ingresos relevantes del proyecto.

El aumento de la capacidad puede hacer variar los gastos variables unitarios (y por lo tanto hacerlos relevantes) dependiendo del efecto del aumento de la operación en el rendimiento técnico y del costo de los factores de producción. Si la sustitución mejora en rendimiento, los costos directos bajarán. Si hace aumentar proporcionalmente la producción sin incrementar el rendimiento, los costos variables unitarios permanecerán constantes. El incremento en volumen pude repercutir en el costo de producción, por ejemplo, al permitir aprovechar descuentos por volumen en la compra de materias primas o modificar la tasa horario de trabajo. Si el aumento de la capacidad

[8] Este punto será analizado detalladamente en los capítulos siguientes, junto con otras opciones propuestas para solucionar problemas de diferentes vidas útiles

fuese significativo, posiblemente la infraestructura física y administrativa crecería, incrementando los costos fijos de toda la empresa. En esta situación, los costos fijos sí son relevantes para tomar la decisión.

En los párrafos anteriores se ha pretendido aclarar el concepto de *costo relevante* asociado específicamente al tema de la toma de decisiones en proyectos de modernización, pero sin entrar a identificar aquellos costos que normalmente serán pertinentes. Una clase de costos que, errónea y comúnmente, se consideran en una decisión, a pesar de ser irrelevantes, son los llamados *costos sepultados*, los que corresponden a una obligación de pago que se contrajo en el pasado, aun cuando parte de ella esté pendiente de pago a futuro. Si bien constituye un pago futuro, tiene un carácter inevitable que lo hace irrelevante. La parte de la deuda contraída y no pagada es un compromiso por el cual se debe responder independientemente de las alternativas que se evalúen. La excepción a lo señalado la constituirá la posibilidad de alterar la modalidad de pago, siempre que ella no esté asociada con todas las alternativas a las que se enfrenta la decisión. En este caso, la relevancia se produce por la variabilidad que ocasionaría el valor del dinero en el tiempo.

Aunque los costos relevantes son generalmente los costos efectivos y no los contables, estos últimos son importantes para determinar un costo indirecto relevante para la toma de decisiones: los impuestos a las utilidades. Si el activo reemplazado se vende generando ya sea utilidades o pérdidas, se deberá considerar el efecto tributario que ocasione.

Para fines tributables, la sola inversión en una máquina, por ejemplo, no genera aumento ni disminución de riqueza. Si en el estudio de un proyecto se considera que la adquisición de un equipo se financia con recursos propios, el aumento en los activos fijos se compensa con la reducción de los activos líquidos (caja) o, si se financia con préstamos, el aumento en los activos fijos se compensa con el aumento de algún pasivo, por lo que no hay variación en las utilidades de la empresa. Por lo tanto, no hay efectos tributables directos. Sin embargo, cuando el activo es usado, empieza a perder valor, por el deterioro normal de ese uso y también por el paso del tiempo. Como es imposible que el fisco revise el grado de deterioro físico de cada activo de un país, se define una pérdida de valor promedio anual para activos similares que se denomina depreciación. La depreciación, por lo tanto, no constituye un egreso de caja (el egreso se produjo cuando se compró el activo) pero es posible restarlo de los ingresos para reducir la utilidad y, con ello, los impuestos.

El término *depreciación* se utiliza para referirse a la pérdida de valor contable de activos fijos. El mismo concepto referido a un activo intangible se denomina, en varios países, *amortización*, aunque en otros se mantiene el término *depreciación* para referirse a ello. Un caso típico de este tipo de activo es la compra de una base de datos. Mientras el DVD que lo contiene puede tener un costo muy bajo, su contenido intangible tiene un valor contable equivalente al pagado; sin embargo, a medida que pasa el tiempo, este activo puede perder valor, igual que un activo físico, si no se actualizan sus contenidos. Para fines contables, la pérdida de valor promedio anual se refleja restando una proporción anual de las

utilidades, mediante una cuenta denominada *amortización* del activo intangible. Así como hay activos fijos que no pierden valor (como los terrenos) y, por lo tanto, no se deprecian, hay activos intangibles (como la marca del negocio) que no pierden valor y no se amortizan.

Algunos costos relevantes, que generalmente no se consideran en la formulación de proyectos de mejora de una situación existente en una empresa en marcha, son los que se refieren a las tasa de cambio de los costos de producción: los mayores costos asociados a la curva de aprendizaje, los menores costos por el eventual uso de la garantía de los equipos nuevos, la variación en la tasa de costos de mantenimiento de los equipos y los costos indirectos asociados a una reparación mayor, etc. A continuación se analizan los principales aspectos económicos de cada uno de ellos en la evaluación de un proyecto.

5.4 Costos contables no desembolsables

Los costos contables no desembolsables que se consideran relevantes para la evaluación de un proyecto son los que tienen un efecto indirecto sobre el flujo de caja, al afectar el monto a pagar de impuestos sobre las utilidades. Al respecto, los costos contables que se deben considerar son tres: la depreciación de los activos fijos, la amortización de los activos intangibles y el valor libro de los activos que se venden.

Cuando se compra un activo, como ya se mencionó, la empresa no varía su nivel de riqueza y, por lo tanto, no hay un efecto sobre los impuestos a las utilidades. Pero, al transcurrir el tiempo, el activo va perdiendo valor y, en consecuencia, hace disminuir la riqueza de la empresa[9]. El fisco reconoce esta pérdida, a la que define como depreciación y establece la posibilidad de descontarla de utilidades en varios períodos futuros, explicitando distintas formas para su cálculo.

Debido a que la depreciación en sí no constituye un desembolso de caja, lo único relevante para la evaluación del proyecto es el efecto tributario de la *depreciación* de los activos. Como se explicó en el apartado 4.2 del capítulo anterior, el efecto tributario está dado sólo por el porcentaje de impuesto vigente sobre el valor de la depreciación.

Aunque existen varias formas de calcular la depreciación, en la evaluación de proyectos a niveles de perfil y prefactibilidad se utiliza generalmente el procedimiento conservador de depreciar linealmente. Esto, por cuanto difícilmente se acepte un proyecto que no siendo rentable con este criterio pase a la calidad de rentable sólo porque se deprecia aceleradamente. En ambos casos se deprecia el mismo monto,

[9] Obviamente, esta disminución de la riqueza está referida exclusivamente al valor del activo y no se relaciona con las eventuales utilidades que podrían obtenerse por el uso del activo.

por lo que el ahorro tributario que se obtiene, en términos absolutos, es el mismo. Lo único que cambia es el valor actual del ahorro tributario, que es mayor con depreciación acelerada que con depreciación lineal porque permite obtener anticipadamente el ahorro tributario.

A nivel de factibilidad, por otra parte, lo correcto es aplicar el método que resulte más conveniente para los intereses de la empresa, ya que será el que con toda seguridad se empleará cuando el proyecto sea implementado.

La depreciación lineal de cada activo se hará, como se explicó anteriormente para los estudios a niveles de perfil o prefactibilidad, dividiendo el valor total estimado en su adquisición por el número de años en que se deberá depreciar[10].

Una excepción a esto se observa cuando se evalúa la sustitución de un equipo comprado algunos años atrás por otro nuevo. Por ejemplo, si se conoce el valor de adquisición del equipo actual, que fue comprado en $1.000.000 hace tres años y se deprecia en un total de cinco años, es común calcular la depreciación anual como el cociente de un millón entre cinco años, es decir, $200.000.

El error de lo anterior se explica por el hecho de que todos los valores del flujo de caja deben estar en moneda actual y, al usar como base de cálculo el millón de pesos de tres años atrás, se estaría dejando fuera la normal revalorización de los activos por inflación de los años pasados y la posibilidad de que el activo haya recibido mejoras o reparaciones mayores que, al ser activadas contablemente, hayan variado el monto de la depreciación futura e, incluso, el período a depreciar.

Probablemente para el evaluador del proyecto sea mucho más fácil averiguar el plan de depreciación futura de una máquina usada que intentar calcular el valor de un activo partiendo del valor de compra, restando las depreciaciones y sumando las revalorizaciones pasadas.

El mismo concepto de depreciación se aplica a los intangibles con el nombre de *amortización de activos intangibles* y tiene igual efecto sobre el flujo de caja que la depreciación. Es decir, se resta para calcular la utilidad antes de impuesto y se suma con posterioridad al cálculo del impuesto para anular su efecto, por no constituir un egreso real de caja.

Por último, el *valor libro de los activos* corresponde al costo contable de cada activo en el momento en que se vende o, lo que es lo mismo, a lo que le falta por depreciar en ese momento. Cuando se enajena un activo, se debe calcular la utilidad en esa venta para determinar el efecto de los impuestos sobre eventuales utilidades o pérdidas. La utilidad contable en la venta de un activo se calcula por la diferencia entre el precio de venta y el único costo que el fisco acepta como referencia para su cálculo: lo que falta por depreciar al activo, o sea, su valor libro.

[10] Es frecuente incorporar en la fórmula de cálculo un valor residual, que corresponde al valor esperado del activo al final del período de depreciación, el que representa aquella parte sobre la que no se pierde valor.

Si bien la empresa tiene siempre activos con saldo contable por depreciar, lo que interesa en la construcción del flujo de caja es el efecto tributario sólo de la venta de los activos que se proyecta liquidar. Por este motivo, siempre que se venda un activo se deberá colocar sólo su valor libro como gasto no desembolsable y nunca incorporarlo cuando no se venda un activo.

Tanto la depreciación como la amortización y el valor libro de los activos que se venden deben restarse del flujo antes de impuesto para calcular la utilidad que tendrá el negocio, y se volverán a sumar con posterioridad al cálculo de impuesto correspondiente.

5.5 Costos de falla y políticas de mantenimiento

Las decisiones de inversión y gastos en tareas de mantenimiento de equipos están fuertemente vinculadas con las políticas para enfrentar las fallas que generalmente ocurren en los procesos de producción. Varias políticas se observan en las empresas acerca de cómo enfrentar el mantenimiento o reparación de maquinarias, piezas y equipos, destacándose las cuatro siguientes:

a. *mantenimiento correctivo,* basado en una reacción a la ocurrencia de la falla;
b. *mantenimiento preventivo,* realizado a intervalos de tiempo predeterminados, para minimizar la ocurrencia de las fallas;
c. *mantenimiento de inspección,* condicionado al resultado de observaciones a intervalos de tiempo predeterminados que pueden dar origen a mantenimiento preventivo;
d. *mantenimiento de oportunidad*, en el cual se hace tareas de mantenimiento a elementos complementarios a uno averiado, durante la realización de una acción de mantenimiento correctivo o preventivo;

El *mantenimiento correctivo* se realiza para recuperar la funcionalidad u operatividad de un equipo después de perder su capacidad para realizar la función que le correspondía, producto de una falla.

La principal ventaja de esta política es que maximiza el uso del activo durante toda su vida útil, evitando gastos permanentes en insumos, personal y maquinaria de mantenimiento.

Las desventajas de una acción correctiva se asocian con la impredecibilidad del momento en que ocurrirá la falla, lo que impide planificar el proceso de mantenimiento (pudiendo ocurrir en un momento crítico para la empresa), reaccionar eficientemente y con un mínimo costo, afectar la producción, acarrear daños a otros componentes del equipo y enfrentar el costo de sustitución o reparación de parte o todo el activo.

El costo total de cada acción de mantenimiento correctivo está en función de:

$$CTmc = f(CTDmc, Nmc, t, CMPC) \quad (5.3)$$

Donde CTmc es el costo total del mantenimiento correctivo; CTDmc su costo total directo; Nmc el número de acciones de mantenimiento correctivo realizado durante el período de operación t y CMPC el costo de oportunidad de la producción perdida durante el tiempo de detención.

En consideración a que los dos primeros factores de 5.3 son variables aleatorias, lo más común es trabajar con valores esperados. De igual forma, dependerá del tipo de falla la decisión de sustituir la pieza dañada o de repararla. En el primer caso, probablemente se incurra en un mayor costo por la reposición a cambio de disminuir el costo de oportunidad de la producción perdida durante el período de reparación.

El *mantenimiento de prevención* se realiza generalmente a intervalos de tiempo predeterminados y fijos; y, como su nombre lo indica, busca prevenir la falla de un activo y las consecuencia que se exponen en la expresión 5.3. Esta política se aplica cuando su costo total es inferior al costo total esperado para el mantenimiento correctivo.

Las ventajas del mantenimiento preventivo son básicamente que permite planificar el momento más conveniente para evitar detenciones costosas en el proceso productivo; evitar la ocurrencia de fallas, con todos los costos que ello implica; y reducir el tiempo de detención que se asocia a una acción correctiva.

Las acciones preventivas no pretenden anular la probabilidad de falla, que siempre puede ocurrir, sino sólo minimizarla.

Entre las principales desventajas del mantenimiento preventivo se pueden mencionar el costo de la sustitución prematura de partes y piezas; el costo directo de mantener el sistema preventivo en forma permanente; y el costo de la producción perdida por la paralización del proceso, aunque con menor impacto que el observado en el mantenimiento correctivo.

El *mantenimiento de inspección* consiste en revisar la condición del equipo con intervalos fijos de tiempo. Si la condición está bajo los estándares esperados, se procede a efectuar una acción preventiva. De esta forma, se reduce el costo del mantenimiento al optimizar el uso de los equipos, deteniéndolos sólo cuando no se observan resultados satisfactorios en su desempeño.

Las principales ventajas del mantenimiento de inspección son que otorga un alto grado de confiabilidad al uso de los equipos, reduce el costo al incrementar la vida útil de los activos y aumenta su disponibilidad al reducir el número de inspecciones.

El *mantenimiento de oportunidad*, como se mencionó, corresponde al mantenimiento de prevención, y se realiza –aprovechando la oportunidad– a elementos conexos al que presenta una falla o requieren un mantenimiento preventivo. En algunos casos se realizarán las acciones de prevención y, en otros, se procederá a la sustitución de los partes y piezas. Esto último se puede justificar porque los elementos complementarios

están cerca del cumplimento de su vida útil o a que forman parte de un grupo integrado de piezas.

Cualquiera que sea la política de mantenimiento asociada al proyecto o a la empresa donde este se insertará, se deben considerar una serie de factores que determinan estándares de rendimiento que pueden ser variables en cada ocasión. Por ejemplo, las habilidades, experiencia y motivaciones del personal que cumple esas tareas y las influencias del entorno funcional (característica, forma o ubicación de la pieza a mantener) y ambiental (temperatura, iluminación o época del año).

Las acciones de mantenimiento tienen múltiples objetivos como, por ejemplo, la reducción del cambio de condición técnica que permite alargar la vida útil de los activos, la disminución de la probabilidad de la presencia de fallas o desperfectos, la reducción de costos o aumento de eficacia, la recuperación de la funcionalidad del activo que presenta una falla, la disminución de mermas y materiales dañados, la mejor respuesta a clientes y la mayor capacidad de planificar la producción. Lo anterior se logra con tareas como la lubricación oportuna de las maquinarias, la limpieza, la inspección o la sustitución de partes y piezas, entre otras.

Los sistemas de mantenimiento industrial se pueden considerar como proyectos posibles de evaluar, porque generan beneficios y costos diferenciales y porque afectan de distinta forma la productividad de la empresa. Por ello, se debe medir la conveniencia de modificar los sistemas de mantenimiento vigentes como, por ejemplo, el cambio de uno correctivo por uno preventivo; con todas las implicancias económicas que puede tener un detenimiento programado en una época de alta saturación productiva.

Todo lo anterior conlleva un conjunto de costos que la empresa debe asumir y que deben ser tomados en consideración al evaluar la conveniencia de las distintas opciones para fijar una política para enfrentar las fallas. Los costos más comunes se clasifican en fijos, variables, directos, indirectos e iniciales de mantenimiento.

El *costo fijo de mantenimiento* corresponde a aquel costo que permanece constante aunque cambie el número de acciones de mantenimiento que se efectúen. Obviamente, ante cambios en el nivel de actividad es posible que el costo fijo varíe, pero no proporcionalmente con la cantidad de la actividad.

El *costo variable de mantenimiento* depende directamente de la cantidad de acciones que se realicen y que se explican principalmente por el consumo de materiales como lubricantes y repuestos.

El *costo directo de mantenimiento* es el que se asocia directamente con el activo que recibe la acción de mantenimiento como, por ejemplo, un repuesto específico.

El *costo indirecto de mantenimiento*, por el contrario, es difícil de asignar a un equipo en particular o no se justifica económicamente hacerlo; por ejemplo, el tiempo dedicado a la inspección de cada máquina.

El *costo inicial de mantenimiento* corresponde a la inversión que se requiere realizar para cumplir adecuadamente con las acciones de mantenimiento; por ejemplo, maquinaria de mantenimiento y su instalación, herramientas o capacitación, todas las cuales se caracterizan por no tener el carácter de recurrentes.

Para calcular la conveniencia de una sustitución preventiva o correctiva, se debe considerar que el costo total del mantenimiento preventivo está influenciado por aquellas fallas que podrían producirse durante el intervalo de tiempo que media entre dos procesos de mantenimiento preventivo. Esto obliga a estimar probabilidades de falla en función de los plazos de sustitución o mantenimiento de los equipos.

El objetivo que se busca es determinar el intervalo de tiempo que minimice el costo promedio anual de cada intervalo, suponiendo que el mantenimiento preventivo involucra la sustitución de todo el grupo de componentes al final de ese plazo. El costo total del período se puede expresar como:

$$CT_{(n)} = q * cu_g + cu_i \sum_{x=1}^{n-1} f(x) \qquad (5.4)$$

Donde $CT_{(n)}$ es el costo total del intervalo de tiempo n, q la cantidad de piezas o componentes a mantener, cu_g el costo unitario de la sustitución preventiva programada, cu_i el costo unitario de sustitución después de ocurrida una falla y $f(x)$ el número esperado de fallas en el x-ésimo período.

El costo promedio anual se obtiene de:

$$CP_g(n) = \frac{CT_{(n)}}{n} \qquad (5.5)$$

Donde $CP_g(n)$ es el costo promedio anual de hacer mantenimiento preventivo sustituyendo activos cada n períodos.

El factor $f(x)$ de la ecuación 5.4 se obtiene al asignar una probabilidad de ocurrencia a la falla en cada año del intervalo de sustitución, bajo el supuesto de que hay independencia entre las fallas. Es decir, si ocurre una falla repentina no se altera la probabilidad de ocurrencia de la próxima. El número esperado de fallas se calcula por:

$$f(x) = qP(x) + \sum_{k=1}^{n-1} f(k)\, P(x-k) \qquad (5.6)$$

Donde P(x es la probabilidad de que una unidad individual falle en el x-ésimo periodo. Esto se puede expresar también como:

$$f(x) = qP(x) + f(1)P(x-1) + f(2)P(x-2)+...+ f(x-1)P(1) \qquad (5.7)$$

El siguiente ejemplo ilustra el cálculo del intervalo óptimo de sustitución por grupo de piezas o componentes de un equipo.

Ejemplo 5.7

Suponga que en una empresa existen 600 componentes susceptibles de enfrentar una falla repentina, donde el costo unitario de la sustitución de todo el conjunto es de $1,20 y el costo de la sustitución individual, con posterioridad a una falla, es de $3,00. La probabilidad de que cada componente dure x horas se muestra en la tabla 5.3:

x	P(x)	qP(x)
100	0,05	30
200	0,10	60
300	0,20	120
400	0,30	180
500	0,20	120
600	0,10	60
700	0,05	30

Tabla 5.3
Probabilidad de falla y determinación de la cantidad de componentes con falla repentina.

Dado que el total de componentes es de 600 y la distribución de probabilidades de falla repentina la que se expone en la tabla 5.3, existe la posibilidad de que 30 unidades fallen al cabo de 100 horas de uso. Entre 100 y 200 horas de uso, la falla esperada es del 10%, es decir, de 60 unidades. Sin embargo, se debe agregar la probabilidad de que vuelva a fallar el 5% de los 30 componentes que se estima deben ser sustituidos después de las primeras 100 horas de su uso, lo que da un total de 61,5 componentes.

De la misma forma, se debe considerar que al cabo de 300 horas de uso lo más probable es que habrá un 20% de fallas (120 componentes); y que además puede fallar el 5% de las 61,5 piezas sustituidas al término de 200 horas de uso y un 10% de las 30 unidades que se supone fueron sustituidas con 100 horas de uso; y que al cabo de 300 horas tienen un 10% de probabilidad de falla repentina asociada a 200 horas acumuladas de uso, tal como muestra la ecuación 5.7.

El número esperado de fallas en la x-ésima hora f(x) y el intervalo de x horas de sustitución se muestran en la tabla 5.4.

Como se supone que la falla sucede después de finalizadas 100 horas de uso, en el intervalo 0-100 no se incluyen fallas repentinas.

x	f(x)	∑f(x)
100	30,00	
200	61,50	30,00
300	126,08	91,50
400	198,45	217,58
500	163,83	416,03
600	137,70	579,86
700	146,08	717,56

Tabla 5.4
Número esperado de fallas.

El costo total de la sustitución en la x-ésima hora se calcula aplicando la ecuación 5.4, con lo que se obtiene los resultados que se muestran en la tabla 5.5 para el intervalo y para el promedio por hora de uso.

x	q*cug	+	cu_i*f(x)	=	CT(n)	CPg(n)
100	600*1,2	+	3* 0,00	=	720,00	7,20
200	600*1,2	+	3* 30,00	=	810,00	4,05
300	600*1,2	+	3* 91,50	=	994,50	3,32
400	600*1,2	+	3*217,58	=	1.372,73	4,43
500	600*1,2	+	3*416,03	=	1.968,09	3,94
600	600*1,2	+	3*579,86	=	2.459,58	4,10
700	600*1,2	+	3*717,56	=	2.872,68	4,10

Tabla 5.5
Costo total del intervalo y costo promedio por hora de uso.

Como se observa en la tabla anterior, el costo más bajo corresponde a una política de sustitución en grupo, cada 300 horas.

En una planilla electrónica, los resultados anteriores se obtienen fácilmente preparando una hoja de cálculo con las fórmulas que se muestran en la figura 5.5:

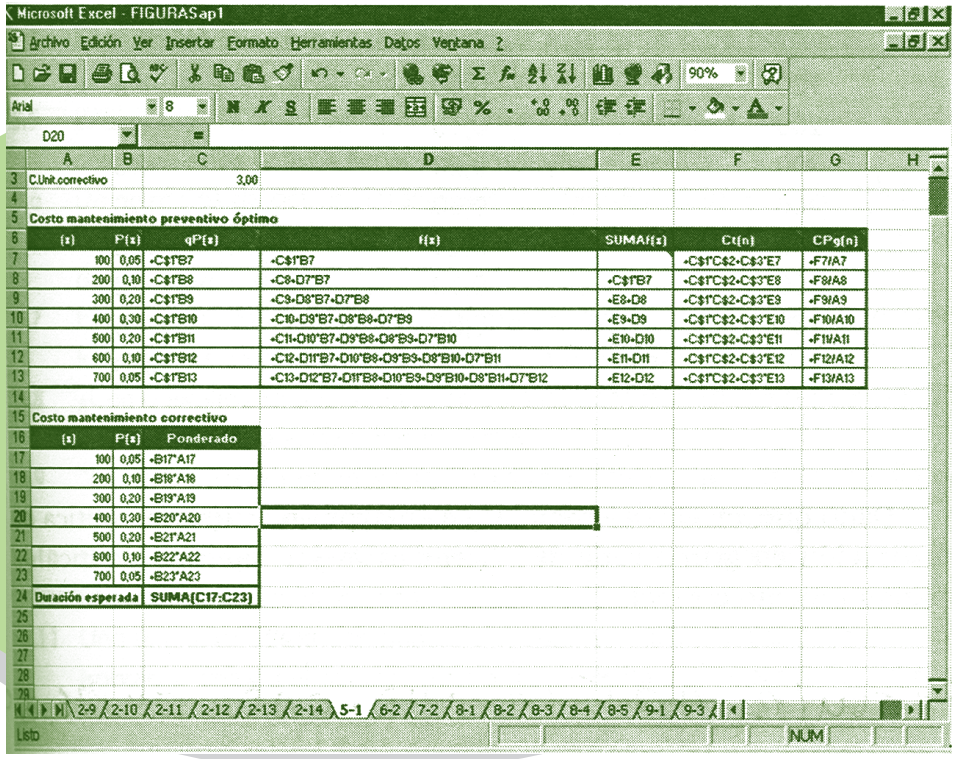


Figura 5.5
Hoja de cálculo para determinar los costos de mantenimiento preventivo y correctivo.

Si la empresa siguiera una política de mantenimiento correctivo basada sólo en la ocurrencia de una falla, su costo expresado por hora promedio de uso se puede calcular con la expresión 5.8:

(5.8)

$$Cp_i = \frac{cu_i * q}{E[n]}$$

Donde Cp_i es el costo esperado promedio por hora de uso mediante una sustitución individual y $E[n]$ es la vida de servicio esperada de cada componente. Con los antecedentes del ejemplo precedente se deduce:

$$Cp_i = \frac{\$3 * 600}{400} = \$4{,}50$$

El valor de $E[n]$ se obtiene de la tabla 5.6.

x	P(x)	Ponderación
100	0,05	5
200	0,10	20
300	0,20	60
400	0,30	120
500	0,20	100
600	0,10	60
700	0,05	35
E[n]		400

Tabla 5.6
Cálculo del valor esperado de vida de cada componente.

Dado que, en este ejemplo, Cp_i es mayor que $Ct_{(n)}$, la política de sustitución en grupo cada 300 horas es mejor que una política de mantenimiento correctivo.

5.6 Curva de aprendizaje

Cuando se evalúa un proyecto de modernización que involucra un cambio tecnológico importante, puede ser conveniente o necesario considerar la posibilidad de que el proyecto tenga que enfrentar los efectos negativos para el flujo de caja de lo que se denomina *curva de aprendizaje*.

Este término es el que se emplea para reconocer que, en una primera etapa, la productividad puede ser inferior a los estándares considerados como normales, por cuanto el personal contratado va adquiriendo muchas veces la experiencia necesaria en el manejo de la tecnología durante la etapa de producción del primer período posterior a la puesta en marcha. Esta menor productividad no sólo podrá determinar menores niveles de producción y venta en los primeros períodos, sino también mayores costos unitarios de producción, explicados tanto por la mayor cantidad de material dañado que produce la falta de experiencia como por el menor aprovechamiento de las escalas de producción óptimas.

A medida que aumenta la producción, se observa que las empresas desarrollan y aplican mejores métodos de trabajo, incrementan la velocidad de producción, disminuyen el número de artículos rechazados, bajan la tasa de ocupación de la mano de obra y uso de materiales y, en general, se logra mejorar el uso de todos los recursos.

La curva de aprendizaje, conocida también como *curva de la experiencia*, es una técnica que posibilita incluir una tasa de crecimiento en la productividad (o de decrecimiento en los costos unitarios) basada en antecedentes específicos que se pudiera observar tanto en la industria como en procesos productivos similares en la propia empresa.

Cuando se grafica, la curva de experiencia se caracteriza por tener la forma de una pendiente que desciende en forma progresiva y es marginalmente decreciente; cuando se calcula logarítmicamente, toma una forma lineal. La magnitud del efecto del aprendizaje se calcula como la proporción en la que los costos se reducen con sucesivas duplicaciones en los niveles de producción.

La curva de aprendizaje se basa en tres consideraciones básicas:

a. que el tiempo que se ocupa en realizar una tarea o en elaborar una unidad de un producto será menor cada vez que se realice la tarea o fabrique el producto;
b. que la tasa de ahorro de tiempo por unidad producida será decreciente; y
c. que la reducción en el tiempo empleado en ejecución seguirá un patrón previsible.

El supuesto central del modelo que es cada vez que se duplica la producción se reduce en un porcentaje determinado el tiempo ocupado en ella. Si al doblarse la producción se reduce el tiempo de fabricación en un 20%, por ejemplo, se dice que el proceso tiene una curva de aprendizaje del 80%.

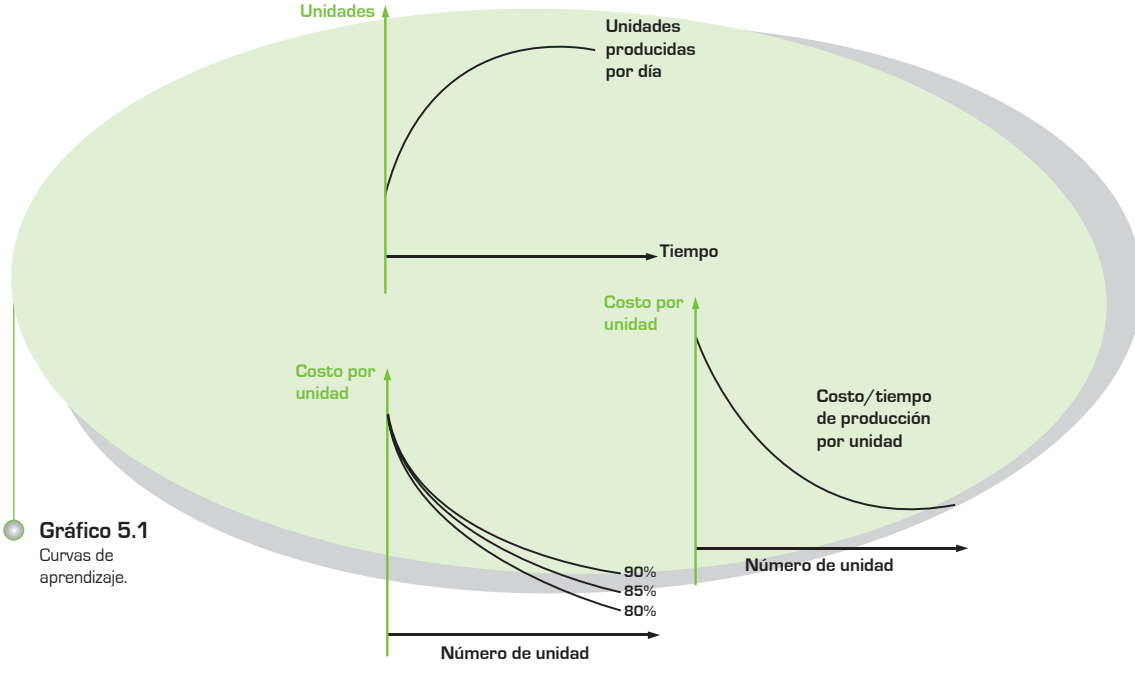


Gráfico 5.1
Curvas de aprendizaje.

El gráfico 5.1 muestra cómo mejora la productividad al aumentar el aprendizaje del proceso productivo, tanto por el mayor número de unidades producidas en un mismo periodo como por el menor tiempo dedicado a la producción de cada unidad. De la misma forma, se aprecia que el costo por unidad se reduce más fuertemente mientras menor es la tasa de aprendizaje.

Hay dos formas de medir la mejora en el desempeño de una tarea por efecto de la curva de aprendizaje: como la reducción en el tiempo destinado a la producción de cada unidad o como el aumento en número de unidades producidas en un mismo periodo; otra, derivada de ambas, es la que mide la reducción en el costo unitario de producción.

Aunque el procedimiento de cálculo es el mismo, existen dos interpretaciones distintas acerca de cómo considerar el tiempo que se deberá ocupar en la producción de cada unidad sucesiva. Uno de los modelos, el que conduce a un resultado más optimista, es el presentado por Horngreen y Foster[11]; y el otro, más conservador, es el propuesto por Chase y Aquilano[12].

La forma de cálculo y la diferencia entre ambos criterios se exhibe en la siguiente tabla:

		Horngreen-Foster		Chase-Alquilano	
Número de unidades producidas	Horas de trabajo por unidad	Horas acumuladas	Horas última unidad	Horas acumuladas	Horas última unidad
1	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
2	80.000	160.000	60.000	180.000	80.000
4	64.000	256.000	48.000	308.000	64.000
8	51.200	409.600	38.400	512.000	51.200
16	40.960	655.360	30.720	840.480	40.960
32	32.768	1.048.576	24.576	1.364.768	32.768

Tabla 5.7
Cálculo del valor esperado de vida de cada componente.

[11] HORNGREEN, C. y G. FOSTER. *Contabilidad de costos: un enfoque gerencial*. Prentice Hall Hispanoamericana S.A., México, 1990, pp. 404-408.

[12] CHASE, R. y N. AQUILANO. *Dirección y administración de la producción y de las operaciones*. Addison-Wesley Iberoamericana, Estados Unidos, 1994, pp. 578-599.

En la primera columna se anota el número de unidades. Si para la primera unidad se ocuparon 100.000 horas, cada vez que se duplica la producción se anota el 80% del total de horas de trabajo por unidad anterior. Por ejemplo, para dos unidades se calcula el 80% de 100.000 para cuatro unidades el 80% de 80.000 y así sucesivamente.

La diferencia en el cálculo de horas ocupadas entre las propuestas de Horngreen-Foster y de Chase-Aquilano, ambas incluidas en la tabla anterior, radica en que mientras uno supone que la curva de aprendizaje del 80% indica que el promedio de toda la producción acumulada se reduce en un 20%, el otro considera que el ahorro de tiempo corresponde sólo a la producción agregada. Como puede observarse, en el primer caso se considera que, al producir dos unidades, ambas reducen el tiempo promedio de producción a 80.000 horas, con lo cual, si la primera unidad demoró 100.000 horas en producirse, la segunda unidad demoraría 60.000 horas. En el segundo caso se aplica la tasa de aprendizaje sólo a la segunda unidad, por lo que se estima que el tiempo ocupado en la segunda unidad será de 80.000 horas.

Al calcular los costos de producción, el primer método es más optimista que el segundo. Si bien este último parece más adecuado a la estimación de costos unitarios propios de cualquier proyecto de ampliación, es la información usada en la estimación de la tasa de ahorro de costos la que determinará la validez de uno u otro de estos modelos.

Para un análisis logarítmico del modelo, se usa una ecuación de la forma:

(5.9)

$$Y_x = Kx^n$$

Donde x representa el número de la unidad, Y_x el número de horas de trabajo directo que se necesitan para producir la unidad x, K el número de horas de trabajo directo para producir la primera unidad, y n, el Log b/log 2, donde b es la tasa de aprendizaje.

Ejemplo 5.8

Si se desea calcular las horas de trabajo para producir la octava unidad, con los datos del ejemplo anterior se deberá reemplazar esta ecuación por los términos conocidos, obteniéndose:

$$y_8 = (100.000)\ (8)^n$$

De donde:

$$y_8 = 100.000\ (8)^{\log 0,8/\log 2}$$
$$= 100.000\ (8)^{-0,322}$$
$$= 100.000 / (8)^{0,322}$$
$$= 100.000 / 1,9535$$
$$= 51.190$$

De acuerdo con esto, se necesitarían 51.190 horas para fabricar la octava unidad.

5.7 Garantía sobre los equipos nuevos

El efecto contrario al de la curva de aprendizaje es el que se observa por el menor costo de operación en los primeros años de uso de una nueva tecnología. Generalmente, los proveedores otorgan una garantía sobre nuevos equipos, lo que origina que los costos, durante el primer año, se vean reducidos, porque la empresa puede evitar parte del gasto programado en repuestos y mantenimiento para una situación de operación normal.

Si bien ese beneficio puede, conceptualmente, ser relevante en la generalidad de la empresa, tiende a tener poca importancia al evaluarse un equipo en forma individual. Ello explica que habitualmente se omita, junto con los efectos del aprendizaje, bajo el supuesto de que los mayores costos iniciales por el aprendizaje se compensan con los menores costos de mantenimiento por la garantía de los equipos.

Si el cambio tecnológico pudiera tener un impacto significativo dentro de la estructura de costos, no podrá obviarse la inclusión de la curva de aprendizaje por el fuerte impacto que podría tener sobre la productividad y costos iniciales. Sin embargo, el menor costo de la garantía podrá no ser considerado si es incluido en la tasa de crecimiento de los costos de mantenimiento o si se plantea seguir un criterio conservador en la evaluación.

5.8 Tasa de crecimiento de los costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento de las máquinas tienden a ser considerados, en la evaluación de los proyectos, como un valor constante en el curso de los años. Sin embargo, este costo varía permanentemente, pudiendo ser de alta significación en proyectos de reemplazo donde la variable determinante de aceptación o rechazo está basada en costos relevantes.

A medida que el tiempo transcurre y los equipos son más antiguos y tienen mayor cantidad de horas de uso acumuladas, estos empiezan a requerir cada vez más repuestos, más horas hombre destinadas a su reparación y más insumos para efectuar el mantenimiento. Para una correcta evaluación de las opciones en estudio se deberá elaborar, sobre la base de registros históricos de gastos en mantenimiento por tipo de activo, una tasa de crecimiento en este costo, la cual puede crecer, a su vez, a tasas marginales que aumentan a lo largo del tiempo.

Una forma de construir la función de crecimiento de los costos de mantenimiento es mediante la aplicación de los instrumentos que provee una planilla electrónica como Excel®.

Ejemplo 5.9

Una empresa constructora de caminos posee una flota de motoniveladoras que, en promedio, tienen una vida útil de 14 años. Para determinar la tasa de crecimiento de

Tabla 5.8 Serie histórica de gastos en mantenimiento, repuestos y reparaciones de las motoniveladoras por años de antigüedad.

Años de uso	Costo anual
1	360
2	352
3	361
4	385
5	404
6	445
7	426
8	542
9	668
10	750
11	785
12	925
13	1.082
14	1.104

los costos de mantenimiento, repuestos y reparaciones, se dispone de los siguientes promedios históricos gastados por cada motoniveladora expuestos en la tabla 5.8.

Para determinar la función de la tendencia de crecimiento del costo de mantenimiento por año de antigüedad de cada máquina, se puede calcular la ecuación exponencial de la serie de datos históricos, siguiendo los mismos pasos ya señalados para estimar la curva polinómica y lineal que se explicó en capítulos anteriores.

En una planilla Excel se utiliza el **Asistente para Gráficos** y se obtiene el resultado que muestra el gráfico siguiente:

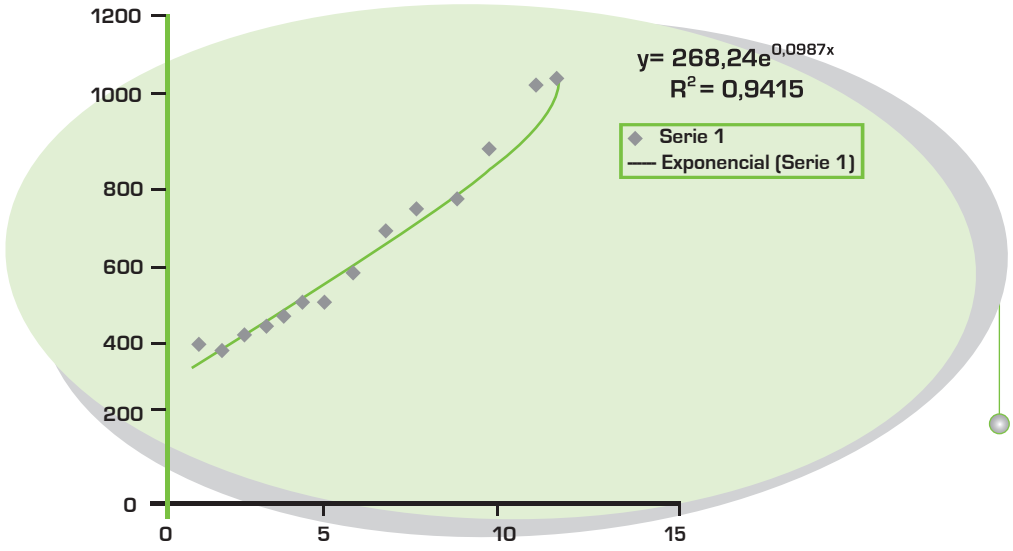


Gráfico 5.2
Determinación de la tasa de costo de mantenimiento.

De acuerdo con esto, la tasa de crecimiento anual de los costos de mantenimiento se explica por la ecuación:

$$y = 268{,}24e^{0{,}0987x} \qquad (5.10)$$

Donde y es el costo del mantenimiento anual y x la cantidad de años de uso[13]. Con esta información se puede calcular la variación año a año de los costos durante los 14 años de vida activa promedio esperada de las motoniveladoras[14].

Es muy posible que en un proyecto de reemplazo se tenga que comparar dos activos que exhiban la misma tasa de crecimiento en los costos de mantenimiento. Sin embargo, probablemente durante los primeros años de evaluación, el equipo nuevo tenga una tasa de crecimiento baja o cercana a cero, mientras que el equipo antiguo esté en un período donde la misma tasa de cambio ya está en niveles de alto crecimiento.

[13] e = 2,71828
[14] En el capítulo 13 se hace una aplicación completa de esta ecuación.

Esta situación se aprecia en el siguiente gráfico, donde, por ejemplo, ambos activos muestran la misma tasa de crecimiento en los costos de mantenimiento, si se comparan con la misma antigüedad. Por ejemplo, el costo anual es idéntico para los tres primeros años de cada alternativa. Sin embargo, se observa que el activo comprado primero no sólo tendrá en cuatro años más un costo de mantenimiento mayor que el de la máquina nueva, sino que crecerá a tasas diferentes, también mayores, ese año y los siguientes, respecto al equipo nuevo en igual período.

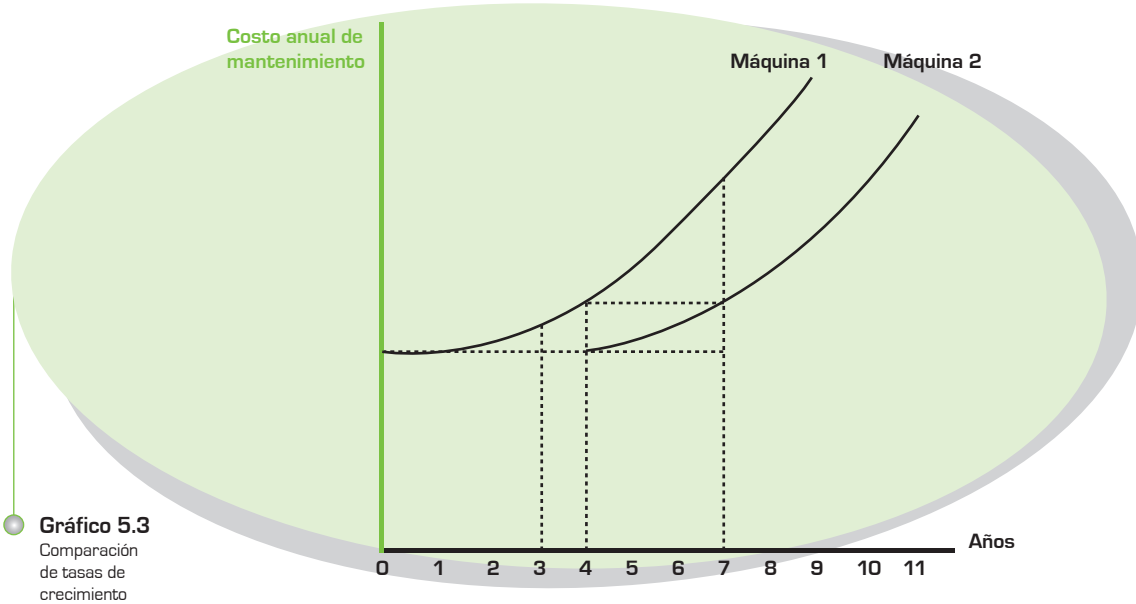


Gráfico 5.3
Comparación de tasas de crecimiento en costo de mantenimiento de máquinas similares.

5.9 Costos de una mejora o reparación mayor

Tampoco es frecuente considerar, en los proyectos de modernización, el efecto de una reparación mayor o mejora asociada con la continuidad de uso de un activo viejo que se compara con su eventual sustitución por uno nuevo. Esto se explica porque a la opción de continuar se la vincula generalmente sólo con la inversión que se debe efectuar para hacer efectiva la mejora.

Los efectos sobre el flujo de caja de continuar con el equipo antiguo, sin embargo, son bastante más complejos que los vinculados sólo con el costo de esa mejora. Por ejemplo, los costos indirectos del propio proceso de la reparación mayor conducen a dos efectos diferentes, tanto sobre los costos como sobre los ingresos de la empresa:

a. si durante el período de detención del activo la empresa decide alquilar un equipo que lo sustituya, trabajar con turnos especiales o subcontratar con empresas externas el trabajo que dejó de hacer, para mantener el nivel de operación del negocio, los ingresos se mantienen en su nivel, pero cambia la estructura de costos en función de la opción que tome la empresa. Si elige la subcontratación por medios externos, probablemente bajen algunos costos directos internos y se asuman los cobrados por el proveedor externo. Si alquila una máquina, los costos tradicionales se mantienen y aumenta el costo del alquiler. Si trabaja en turnos especiales, también se mantienen los costos tradicionales, pero aumentan aquellos asociados a turnos especiales como, por ejemplo, el pago de horas extras o segundos turnos al personal. En el caso de turnos especiales, se deberá considerar, además, el costo asociado al aumento de uso del resto de los activos, como, por ejemplo, los costos de su mantenimiento;

b. si durante el período de la reparación la empresa decidiera no suplir la producción por otra vía, se vería reducido su nivel de actividad, por lo que deberá incluirse en los flujos el efecto del menor ingreso por la baja en las ventas y el menor costo directo por la reducción en la actividad: materiales, pagos por la mano de obra directa, etcétera.

5.10 Irrelevancia de algunos costos asignados

Los distintos sistemas de análisis contable de costos asignan o prorratean los costos indirectos en que se incurre, entre productos o centro de costos productivos de la empresa. La asignación de costos es una tarea inevitable en las organizaciones, las que se ven obligadas a definir diversos criterios para distribuir, por ejemplo, el costo de las remuneraciones del personal de farmacia entre las distintas prestaciones médicas para costear una intervención quirúrgica; o el costo del seguro contra incendio del edificio donde funciona una universidad entre las actividades de docencia e investigación, o el costo de la administración general de una empresa entre los distintos productos que elabora. Esto, principalmente, para costear productos o evaluar el desempeño de las distintas divisiones que pudiera tener la empresa.

Los *costos directos*, aquellos que se asocian directamente con un producto, servicio o departamento, por definición no requieren un proceso de asignación, ya que se identifican claramente con el objetivo de costo: un envase con el producto o el sueldo de un consultor con una asesoría, por ejemplo. Los costos indirectos, por el contrario, no se identifican claramente con el objetivo del costo y deben ser asignados de acuerdo con alguno de los criterios que la teoría y la práctica ofrecen.

Cuando dos o más "usuarios" comparten un mismo costo, debe distribuirse el gasto asociado entre ambos, mediante la mejor estimación de cuál es la responsabilidad de cada parte en el costo total.

Es frecuente, en este sentido, utilizar criterios ampliamente estandarizados como, por ejemplo, los metros cuadrados asignados a cada unidad para distribuir el costo de mantenimiento de un edificio y el número de empleados para distribuir el gasto del departamento de personal.

La asignación contable de costos determina que el costo de una unidad de la empresa incluya costos que son irrelevantes para la toma de decisiones, por tener un carácter inevitable.

En proyectos que evalúan el *outsourcing* de determinadas actividades de la empresa, muchos costos que fueron asignados no deben ser considerados en la evaluación. Por ejemplo, cuando se evalúa la externalización de un servicio de mantenimiento de maquinarias, probablemente en los costos contables vigentes se incluya el prorrateo del costo de los seguros del edificio y el seguro de los equipos de mantenimiento. Mientras el primero generalmente será inevitable (ya que si el edificio sigue asegurado, aunque se externalice el servicio el costo debe seguir siendo financiado por la empresa), el segundo es evitable por la eventual venta de los activos que dejarían de usarse y, en consecuencia, el seguro asociado a ellos no se justificaría.

La forma más simple para evitar caer en el error de trabajar con los costos contables en vez de con los costos efectivos es identificar todos los costos de la situación existente (sin proyecto) y compararlos con todos los costos de la situación con proyecto, sean o no relevantes, ya que los irrelevantes se anulan entre sí en cualquier comparación. Existen dos métodos para evaluar proyectos de modernización: uno que compara los flujos de la situación base respecto de la situación con proyecto, y otro que hace un análisis incremental. En el capítulo 7 se trata este tema con profundidad.

Preguntas y problemas

5.1 Para determinar la vida útil de un activo existen cuatro criterios. Enúncielos y explique en qué consiste cada uno.

5.2 Comente la siguiente afirmación: "Para mantener la consistencia del análisis, debe elegirse uno de los criterios para calcular la vida útil de un activo y aplicarlo a todos los activos del proyecto".

5.3 En la evaluación de un proyecto de integración vertical de la producción, se contempla agregar los siguientes activos a la empresa. Con la información disponible, construya el calendario de inversiones de sustitución durante el horizonte de evaluación, que se definió en 10 años.

Ítem	Unidades	Precio unitario	Vida útil
A	6	300	3
B	3	500	5
C	1	1.200	12
D	10	250	10
E	2	500	4
F	2	1.000	4
G	6	400	16
H	2	200	2

5.4 Explique en qué caso se debe considerar, al término del horizonte de evaluación, el valor de las inversiones de reposición.

5.5 Explique y dé cinco ejemplos de inversión en activos intangibles. ¿Usted cree que estos activos tienen una vida útil definida?

5.6 Dé ejemplos de activos intangibles que pierden valor en el tiempo (vida útil definida) y explique en qué casos no pierden valor en el tiempo (vida útil indefinida).

5.7 Enuncie tres casos en que la empresa, si acepta implementar un proyecto, enfrenta un proceso de desinversión en vez de inversión.

5.8 ¿Cómo explicaría que un flujo de caja no considere la inversión en un activo pero sí su amortización contable?

5.9 "En una empresa en marcha, no es relevante el costo de un estudio de viabilidad económica ni su depreciación anual". Comente.

5.10 Explique en qué consiste la inversión en capital de trabajo y enuncie los tres métodos para calcularla.

5.11 Una empresa busca determinar el monto que debe invertir en capital de trabajo si amplía el número de locales de venta de sus productos. El promedio mensual observado en los otros locales indica que las ventas, costos unitarios y margen de ganancia unitario son los que aparecen en la siguiente tabla:

Producto	Ventas (q)	Costo unitario	Margen unitario
A	36.808	10	3,2
B	14.060	12	3,5
C	22.500	8	2,1
D	3.122	63	16,8
E	63.991	7	1,4
F	2.467	45	16,2

Las conclusiones del comportamiento en el capital de trabajo de los otros locales muestran que en la cuenta caja se mantiene un saldo promedio equivalente a tres días de ventas, que las cuentas por cobrar corresponden a 18 días de venta y que los inventarios promedios mantenidos como stock son, para cada producto, los siguientes:

Producto	Inventarios
A	10 días costo
B	14 días costo
C	13 días costo
D	4 días costo
E	32 días costo
F	7 días costo

Las cuentas por pagar promedio equivalen a 20 días para los insumos de todos los productos, con excepción de D y E, que tienen sólo 12 días. Con esta información, determine el monto a invertir en capital de trabajo, usando el método contable.

5.12 "El método del período de desfase para calcular la inversión en capital de trabajo no se puede aplicar cuando existe más de un producto y cada uno de ellos tiene un número de días de desfase distinto". Comente.

5.13 Si no está de acuerdo con la afirmación de la pregunta anterior, demuestre con un ejemplo numérico cómo se puede solucionar el problema de varios productos.

5.14 Al calcular el monto a invertir en capital de trabajo por el método del período de desfase, ¿se debe incluir en el costo anual la depreciación?

5.15 ¿En qué casos se incluye o excluye la comisión de vendedores en el costo total anual para calcular la inversión en capital de trabajo?

5.16 Calcule la inversión en capital de trabajo de una empresa que busca expandirse a dos nuevas ciudades para vender su producto Atonin. Considere un precio de venta unitario de $58 y el siguiente estimado de ventas por ciudad (en unidades).

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
A	60	63	82	104	26	26	104	104	104	104	104	104
B	21	27	43	51	14	13	51	51	51	51	51	51

El estudio de mercado y la experiencia de la empresa en las otras ciudades donde opera permiten aproximar como mejor estimación, que el 20% de los compradores pagará al contado y que el 80% restante lo hará de la siguiente forma:

Contado	20%
30 días	40%
60 días	40%

La política de la empresa, que ha resultado exitosa en el resto de las ciudades, es mantener un inventario final de productos listos para la venta, equivalente al 40% de las ventas estimadas para el mes siguiente.

El costo de los materiales directos asciende a $12 por unidad. Los proveedores permiten pagar los insumos con un 60% al contado y el 40% a 30 días. La mano de obra directa se estima en $4 por unidad y los costos de fabricación indirectos en $3.204 anuales.

Además, se paga a los vendedores una comisión equivalente al 3% de los ingresos efectivamente recibidos por las ventas.

5.17 "Si el proyecto tiene un ingreso presupuestado de $12.000 al mes 12, un egreso de $8.000 y el saldo acumulado positivo, no requiere capital de trabajo". Comente.

5.18 Comente la siguiente afirmación: "Un cálculo correcto de los cambios en los niveles de la inversión en capital de trabajo durante el horizonte de evaluación debe considerar las economías o deseconomías de escala ocasionadas por el cambio de los niveles de producción".

5.19 ¿En qué casos se podría considerar una desinversión en capital de trabajo?

5.20 Si un activo se compró hace tres años en $1.000.000 y se deprecia linealmente en 5 años, ¿es posible estimar su valor libro actual?

5.21 Enuncie y explique las distintas políticas para enfrentar el mantenimiento o reparación de maquinarias.

5.22 ¿Qué ventajas y desventajas posee una política de mantenimiento correctivo?

5.23 ¿De qué factores depende el costo total de una política de mantenimiento correctivo?

5.24 ¿Qué ventajas y desventajas tiene una política de mantenimiento preventivo?

5.25 ¿Cuáles son los principales objetivos de efectuar alguna política de mantenimiento?

5.26 Describa en qué consisten los costos fijos, variables, directo, indirecto e inicial de mantenimiento.

5.27 En una empresa existen 100 vehículos con un componente susceptible de enfrentar una falla repentina. La probabilidad de falla por cada 50.000 kilómetros de uso se muestra en la siguiente tabla.

X	P(x)
50.000	0,08
100.000	0,12
150.000	0,18
200.000	0,24
250.000	0,18
300.000	0,12
350.000	0,08

Con esta información, determine la cantidad de vehículos que tendrían falla repentina en cada intervalo de 50.000 kilómetros de recorrido y el número esperado de fallas.

5.28 Con los antecedentes del ejercicio precedente y si el costo de sustitución del conjunto antes de que se produzca una falla es de $140 por vehículo, mientras que la sustitución con posterioridad a la falla es de $320. ¿Cuál es el costo total del intervalo y costo promedio por kilómetro recorrido?

5.29 Con los antecedentes de los ejercicios 5.27 y 5.28, determine el valor esperado de la vida de cada componente y el costo esperado promedio por kilómetro, si la empresa siguiera una política de mantenimiento correctivo basada sólo en la consecuencia de una falla.

5.30 Con los resultados de las tres preguntas anteriores, determine con qué cantidad de kilómetros la política de sustitución en grupo es mejor que una política de mantenimiento correctivo.

5.31 Suponga que una empresa posee 300 componentes idénticos para los cuales se ha determinado una tasa de falla, por días de uso, correspondiente a 20 + 30 t, donde t son los días de uso. Si el costo unitario de sustitución del grupo es de $130 mientras que el unitario de sustitución con posterioridad a la falla sube a $320, ¿cuál es el intervalo de sustitución más económico?

5.32 ¿Cuál es la política de sustitución que minimiza los costos totales esperados si la probabilidad de que el componente de una máquina dure 100, 200, 300 y 400 días es del 80%, 60%, 40% y 15%, respectivamente? Si la máquina falla, los costos de reparación y de oportunidad por menores ventas es de $4.000, mientras que la sustitución preventiva del grupo de componentes es de $250.

5.33 ¿Considera relevante el valor del terreno donde se contempla construir las instalaciones para ampliar la capacidad productiva de una empresa?

5.34 La compañía Grizzly S.A. produce cerraduras que vende a varias fábricas de puertas que son sus clientes tradicionales. La empresa inmobiliaria Zeus S.A. le solicita cotizar una orden especial de 1.600 cerraduras que requiere para la construcción de un conjunto habitacional en las afueras de la ciudad.

Grizzly S.A. opera actualmente a un 70% de su capacidad instalada, que equivale a 1.900 cerradoras mensuales. La orden especial debe ser cubierta con cuatro entregas mensuales de 400 unidades cada una.

Aun cuando el precio de venta normal es de $520, Zeus S.A. ofrece pagar sólo $230 por cada cerradura, argumentando que ella asumiría los costos de transporte y que el fabricante se evitaría incurrir en los gastos de marketing.

La estructura de costos de Grizzly S.A. es la siguiente:

Materiales directos	$70
Mano de obra directa	$50
Costos indirectos variables	$90
Comisiones de venta	6%
Costos indirectos fijos	$360.000

Para determinar su precio, Grizzly considera un margen de utilidad del 20% sobre los cotos totales. Se estima que atender el pedido especial obligará a aumentar los gastos fijos de la supervisión en $10.000 mensuales.

Con esta información, determine la conveniencia de aceptar la orden de trabajo especial y calcule el precio mínimo para aceptarla.

5.35 Comente la siguiente afirmación: "En la evaluación de un proyecto en una empresa en marcha se deben considerar sólo los costos diferenciales".

5.36 ¿Cómo se diferencian los costos variables de los costos diferenciales? ¿En qué casos ambos coinciden?

5.37 Comente la siguiente afirmación: "Como los costos históricos son inevitables, se consideran irrelevantes para la decisión de inversión y, por lo tanto, no es necesario conocerlos ni analizarlos".

5.38 "Un costo histórico que no esté pagado debe ser considerado en la evaluación, ya que su desembolso ocurriría en el futuro". Comente.

5.39 ¿Qué costos y beneficios se podrían asociar con la decisión de sustitución de un activo, al que le quedan seis años de vida, por otro nuevo cuya vida útil proyectada es también de seis años?

5.40 "Las depreciaciones de activos fijos no se deben considerar en la evaluación de un proyecto, ya que no constituyen movimiento de caja". Comente.

5.41 ¿Qué consideraciones de deben tener en cuenta para caracterizar la curva de aprendizaje?

5.42 Calcule y compare los resultados de los modelos Horngreen-Foster y Chase-Aquilano para una curva de aprendizaje del 90% de los siguientes niveles de producción:

Número de unidades producidas	Horas de trabajo por unidad
1	40.000
2	36.000
4	32.400
8	29.160
16	26.244

5.43 Utilizando la información del ejercicio anterior, determine a través del modelo logarítmico $Y_x = K^n$, la cantidad de horas de trabajo para producir la cuarta unidad. (Recuerde que n es Log b/log2, donde b es la tasa de aprendizaje).

Bibliografía

CANADA, J. y otros. *Análisis de la inversión de capital para ingeniería y administración*. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1997.

CONTRERAS, M. E. *Formulación y evaluación de proyectos*. UNAD, Santa Fe de Bogotá, 1997.

CROSS, R. *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*. Limusa, México, 1984.

CHASE, R. y N. AQUILANO. *Dirección y administración de la producción y de las operaciones*. Reading, Ma., Addison-Wesley, 1994.

EROSA, V. *Proyectos de inversión en ingeniería*. Limusa, México, 1987.

FUENTES, F. *Análisis técnico para proyectos de inversión*. ICAP, San José, 1988.

GALLARDO, J. *Formulación y evaluación de proyectos de inversión*. McGraw-Hill, México, 1998.

GRUPO MANTECNOLOGÍA. *Mantecnología*. http://mantecnologia.com, 2000.

HORNGREEN, C. y G. FOSTER. *Contabilidad de costos; un enfoque gerencial*. Prentice-Hall Hispanoamericana, México, 1990.

KELETY, A. *Análisis y evaluación de inversiones*. EADA Gestión, Barcelona, 1992.

KNEZEVIC, J. *Mantenimiento.* ISDEFE, Madrid, 1996.

LANGE, O. *Teoría general de la programación*. Ariel, Barcelona, 1968.

POLIMENI, R. y otros. *Contabilidad de costos. Conceptos y aplicaciones para la toma de decisiones gerenciales*. McGraw-Hill, Bogotá, 1989.

ROSS, S., R. WESTERFIELD y J. BRADFORD, *Fundamentos de finanzas corporativas*. Irwin, Madrid, 1993.

SAPAG, N. y R. SAPAG. *Preparación y evaluación de proyectos*. McGraw-Hill, Santa Fe de Bogota, 2000.

SLUMANTH, D. *Ingeniería y administración de la productividad*. McGraw-Hill, México, 1990.

TISSOT, M. *Evaluación de proyectos.* http://members.tripod.com, Universidad Santiago de Cali, 1999.

VARELA, R. *Evaluación económica de inversiones*. Norma, Bogotá,1989.

VELEZ, I. *Decisiones de inversión: una aproximación al análisis de alternativas*. Centro Editorial Javeriano, Santa Fe de Bogotá, 1998.

VILLEGAS, E y R. ORTEGA. *Administración de inversiones*. McGraw-Hill, México,1997.

WESTON, J. F. y T. E. COPELAND. *Finanzas en administración*. McGraw-Hill, México, 1995.

CAPÍTULO

6

Cálculo de beneficios del proyecto

La rentabilidad que se estime para cualquier proyecto dependerá de la magnitud de los beneficios netos que la empresa obtenga a cambio de la inversión realizada en su implementación, sean estos obtenidos tanto mediante la agregación de ingresos o la creación de valor a los activos de la empresa como mediante la reducción de costos.

Como se mencionó en los capítulos anteriores, hay dos tipos de beneficios que, por la información que proveen para la toma de decisiones, deben ser considerados en la evaluación de una inversión e incorporados en la construcción de los flujos de caja de los proyectos: aquellos que constituyen ingresos y aquellos que no son movimientos de caja.

Aunque el concepto "flujo de caja" se asocia con cuentas que constituirán movimientos de fondos, en la evaluación de proyectos se incluyen variables que no lo son, pero que forman parte de la riqueza o valor agregado por el proyecto a la empresa; como, por ejemplo, el valor remanente de la inversión realizada.

El objetivo de este capítulo es exponer los principales componentes que se deben considerar como beneficios atribuibles al proyecto que se evalúa, su forma de estimación o cálculo y los mecanismos y criterios para su correcta aplicación.

6.1 Ingresos, ahorro de costos y beneficios

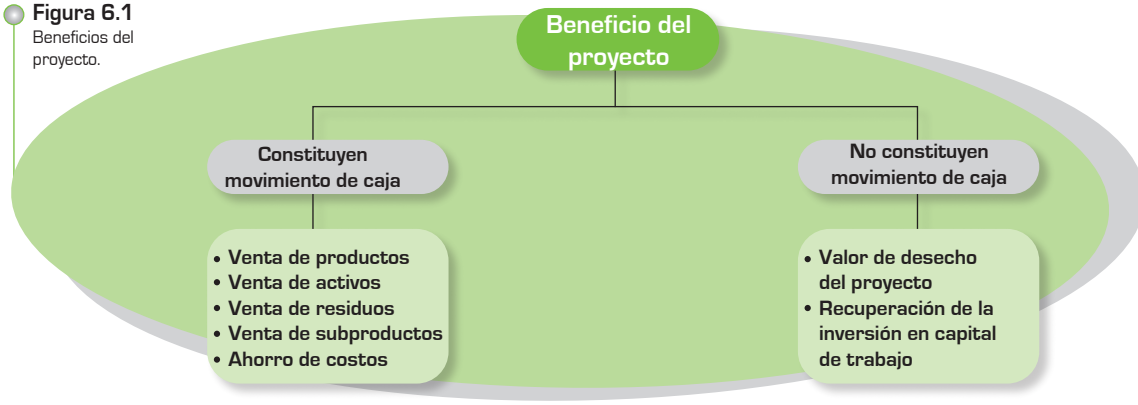
En términos generales, se consideran variables que impactan positivamente en el resultado de una inversión a los ingresos, las reducciones de costos y el aumento de eficiencia, y a los beneficios que no son ingresos, pero que incrementan la riqueza del inversionista o la empresa.

En el primer caso se encuentran los ingresos por la venta del producto o servicio que generará adicionalmente el proyecto como resultado de una mejora o ampliación; los ingresos por la venta de activos, particularmente cuando el proyecto involucra en reemplazo de alguno de ellos o su liberación por efecto de algún *oustsourcing*; los ingresos por la venta de material de desecho reutilizable o subproductos; y los ahorros de costo que se asocian con la realización del proyecto que se evalúa. Todos ellos constituyen beneficios que aumentan la liquidez de la empresa y, por lo tanto, se incluyen dentro del concepto de ingreso.

En el segundo caso se consideran los beneficios que no constituyen ingresos de caja; por ejemplo, el valor de desecho del proyecto al final del período de evaluación y la recuperación de la inversión en capital de trabajo. La empresa, cuando hace una inversión, además de recibir el beneficio generado por la utilización de los activos comprados, tiene el beneficio de la propiedad de esos activos cualquiera sea el momento en que se considere valorarlos.

El valor de desecho del proyecto representa el valor que se asigna, al final del período de evaluación, a los saldos de la inversión realizada. Si el proyecto se evalúa, por ejemplo, en un horizonte de 10 años, el inversionista debe visualizar que, además de recibir el flujo neto de caja anual, será también dueño del remanente de lo invertido en el negocio. Por esta razón, para determinar la conveniencia de emprender el proyecto, se deberá valorar el residuo de su inversión, ya sea cuantificando el valor de sus activos (contable o comercialmente) o calculando el valor equivalente esperado de su propia capacidad de seguir generando flujos de caja a futuro. La figura 6.1 muestra una tipología general de los beneficios asociados con los proyectos de inversión.

Figura 6.1
Beneficios del proyecto.



6.1.1 Ingresos por venta de productos o servicios

La mayoría de las inversiones que realiza la empresa se justifica por el incremento futuro de los beneficios monetarios. Si bien la teoría de la oferta y la demanda ha sido considerada como una de las más influyentes de la ciencia económica, desde el punto de vista de la administración la maximización de los beneficios de la empresa busca quebrantar esa ley tan seguido como sea posible. Para escapar de la ley de oferta y demanda, las empresas intentan, mediante distintos proyectos, ganar las preferencias de consumidor por medio de una estrategia basada en la diferenciación del producto ofertado, para que sea percibido como deseable y, por lo tanto, se esté dispuesto a pagar por ello. Esto se logra, según Martín de Holan[1], mediante tres vías:

a. ofertar un producto que le parezca al consumidor tan distinto de las otras opciones que no sea posible comparación alguna;
b. ofertar un producto que, aunque sea percibido como similar, haga al consumidor estimar que posee características adicionales a las de la mejor opción; y
c. ofertar un producto percibido como similar, pero a un precio inferior.

En todos estos casos los clientes podrían pagar por una diferencia que valorizan. Para alcanzar una ventaja competitiva, la empresa debe obtener primero –y mantener después– las preferencias del cliente, lo que logra mediante el aumento de la apreciación del valor del producto (o la disminución de la apreciación del costo) respecto del precio por parte del consumidor.

Lo anterior se puede obtener tanto mediante la implementación de nuevos proyectos que permitan el aumento de productividad como por la diferenciación de productos que los consumidores están dispuestos a pagar. Lograr esto es uno de los objetivos que los nuevos proyectos buscan para proporcionar a una empresa la ventaja competitiva sustentable, que debe perseguir como objetivo comercial, basada en la interpretación adecuada de las diferencias apreciadas por los consumidores.

Los ingresos del proyecto hacen aumentar las utilidades contables de la empresa y, en consecuencia, deben ir antes de impuesto en el flujo de caja. De igual forma, un proyecto de mejora que reduzca costos deberá considerar el aumento de las utilidades como una cantidad igual al costo neto ahorrado y, por lo tanto, deberá reflejar el mayor impuesto que ello ocasiona, tal como se explicó en el capítulo cuarto.

Uno de los aspectos más complejos de un estudio de viabilidad económica es la proyección de los ingresos generados por la venta de productos o servicios derivados del proyecto, ya sea si se estudia una desinversión, como el abandono, donde lo relevante es la reducción del ingreso, o una ampliación, donde lo importante es su aumento.

[1] DE HOLAN, M. "Los encantadores del mercado". En: *Percepción Gerencial*. INCAE, vol. 2, num. 4, 1999.

De acuerdo con lo analizado en el segundo capítulo, las relaciones entre las curvas de oferta y demanda de un producto determinan el equilibrio parcial del mercado y, por lo tanto, el precio de mercado.

Ejemplo 6.1

Una empresa constructora está evaluando edificar un conjunto habitacional en una comuna que muestra un fuerte crecimiento y desarrollo, y provee los datos que muestra la tabla 6.1 respecto de la información que registra permanentemente sobre los metros cuadrados ofrecidos y demandados en los últimos años y los precios promedios observados en el mercado.

Precio por m^2	Demanda anual	Oferta anual	Variación
100	13.000 m^2	46.000 m^2	+33.000 m^2
90	16.000 m^2	42.000 m^2	+26.000 m^2
80	23.000 m^2	38.000 m^2	+15.000 m^2
72	29.000 m^2	35.000 m^2	+ 6.000 m^2
64	33.000 m^2	33.000 m^2	+ 0 m^2
56	42.000 m^2	28.000 m^2	-14.000 m^2
48	50.000 m^2	21.000 m^2	-29.000 m^2

Tabla 6.1
Promedio histórico de metros cuadrados de vivienda ofertados y demandados en función de su precio.

Como se puede observar, mientras más alto ha sido el precio de venta menor fue la demanda. Con un precio de $64, la cantidad ofrecida iguala a la cantidad demandada en lo que se conoce como *precio de equilibrio*.

Un precio superior haría que algunos consumidores potenciales abandonen su intencionalidad de comprar, generando un incentivo para la incorporación de otras constructoras al mercado, los cuales optan por ofertar un precio inferior.

Si bien entre el precio y demanda existe una relación generalmente inversa, hay otros factores que se relacionan positivamente con la demanda: el gasto en los esfuerzos de marketing. La respuesta del mercado a ese esfuerzo puede ser de rendimientos marginales decrecientes o, como se explicó en el capítulo 2, de rendimientos no proporcionales, tal como se ilustra en el gráfico 6.1.

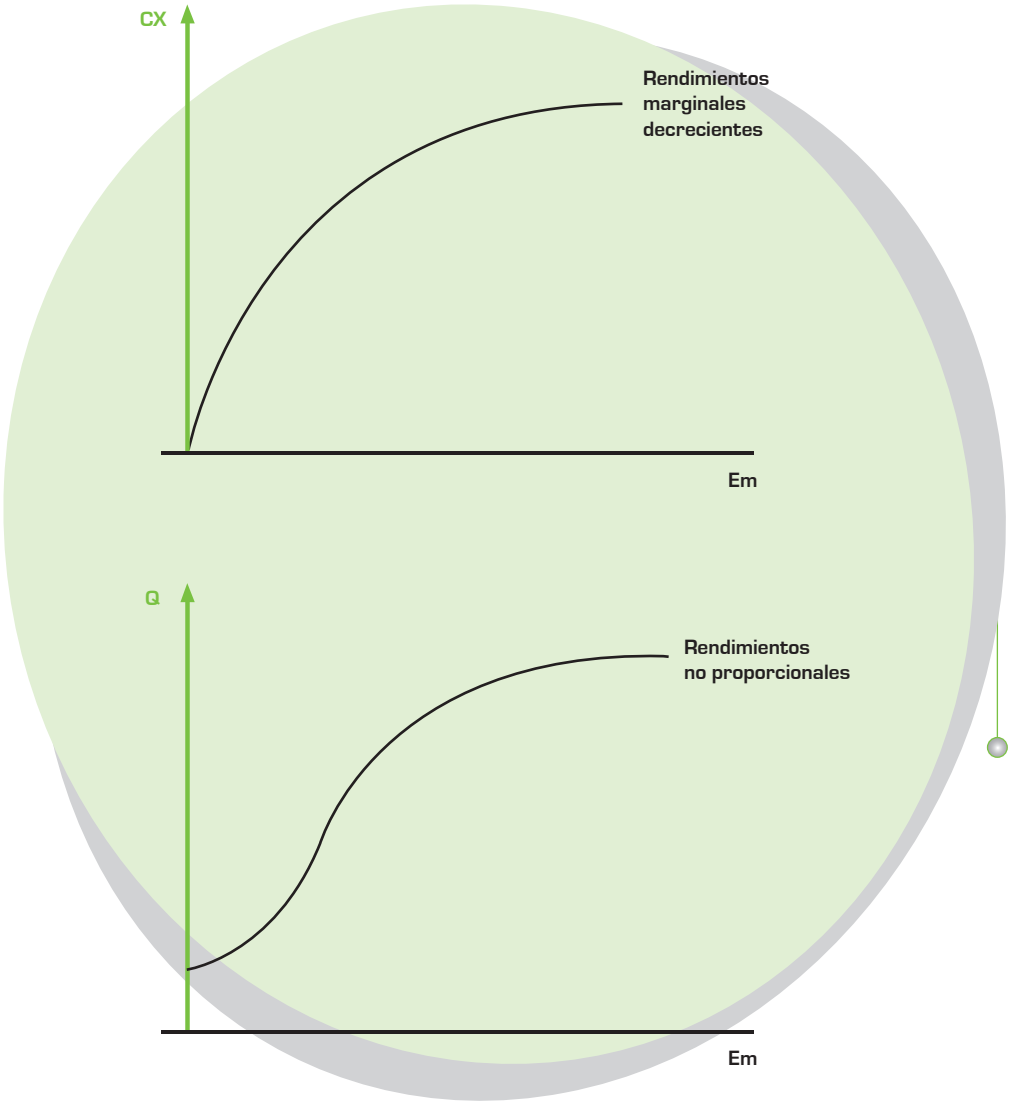


Gráfico 6.1
Comportamiento de la demanda ante un esfuerzo de márketing.

Probablemente, en el caso de la construcción del ejemplo 6.1, la proyección de ventas estará asociada no sólo con el precio y con los esfuerzos de venta que pueda realizar, sino también con el nivel de ingresos del grupo familiar potencialmente comprador y con la facilidad para acceder a créditos para la adquisición de viviendas en el mercado financiero.

Por estos y otros factores, la estructura que puede asumir un flujo de ingresos por venta varía significativamente entre proyectos. Cuando la inversión de la empresa se hace para responder a una demanda insatisfecha, medida en el pasado, probablemente es más fácil estimar los ingresos futuros. Cuando no existen datos, se puede recurrir a

la tendencia de demanda por terceros factores que la afectan como, por ejemplo, la tendencia en las ventas de pintura si se va a producir pigmentos.

Al fijar el precio, que determinará el volumen de demanda y en consecuencia el ingreso futuro, se deberá responder previamente a una serie de interrogantes, entre las que se puede mencionar la preferencia de obtener un incremento en los beneficios en el corto plazo a cambio de atraer demanda o generar mayores niveles de consumo; la definición de un producto para el largo plazo donde debe incorporarse un precio que cubra los costos totales, incluyendo los asignados; o si se definirá un precio que cubra los costos marginales ocasionados por el nuevo proyecto, etc. En definitiva, se deberá definir un precio que maximice la diferencia entre ingresos y costos totales o, de la misma forma como ya se expresó, el ingreso marginal sea igual al costo marginal. Sobre este nivel todavía podrán obtenerse beneficios, aunque menores. Una opción así se elegirá cuando se desee crear barreras a la incorporación de nuevos competidores mientras se consolida en nuevo proyecto.

Cuando la demanda esperada para el bien que ofrecerá la empresa es confiable, se puede recurrir al análisis de equilibro para determinar el precio mínimo al que tendría que venderse el producto para que el proyecto sea aprobado. Para esto se expresa el precio como:

(6.1)

$$P = f(q, cv, cf, t, i, I, VD)$$

Donde q es la cantidad estimada a producir y vender, cv el costo variable de producción y ventas, cf el costo fijo de producción, ventas y administración, t la tasa de impuesto a las utilidades, i la rentabilidad exigida a la inversión, I el monto total invertido y VD el valor remanente de la inversión.

En otras palabras, la tarifa que se fije debe ser capaz de cubrir todos los costos variables implícitos en la mayor producción, los costos fijos incrementales atribuibles al proyecto agregado, el impuesto por las mayores utilidades que la ampliación generaría, una rentabilidad acorde al riesgo y costo de oportunidad del inversionista y la recuperación de la pérdida de valor de la inversión por la utilización de los activos adquiridos con ella. Un análisis detallado de esta materia se realiza en el capítulo octavo.

Por otra parte, recurriendo a las ecuaciones que se derivan del análisis del comportamiento del mercado, que se expusieron en el capítulo 2, es posible determinar la relación de precios y cantidad que maximiza los beneficios de la empresa.

Ejemplo 6.2

El estudio de los antecedentes históricos de una empresa permite estimar que, por cada peso que aumenta el precio de un producto, las ventas se reducen en 200 unidades; que por cada peso que aumenta el ingreso de la población, las ventas se incrementan

en 8 unidades; que por cada habitante que se agrega a la población el incremento es de un 3%; y que por cada peso gastado en actividades de marketing y publicidad, el aumento es de un 2%.

Si el ingreso per capita es de $2.600, si el mercado objetivo está compuesto por una población de 2 millones de habitantes y si los gastos en marketing y publicidad ascienden a $48.000, se puede deducir que:

$$Q_D = -200p + 8I + 0{,}03\,P_B + 0{,}02P_U$$
$$Q_D = -200p + 8(2.600) + 0{,}03(2.000.000) + 0{,}02(48.000)$$
$$Q_D = -200p + 81.760$$

Si por otra parte, la empresa enfrenta costos fijos de fabricación, administración y ventas promedios de $300.000, y si el costo variable de producción es $4.2, se deduce que el costo total es:

$$C_T = 300.000 + 4{,}2Q$$

La maximización del beneficio se obtiene cuando la diferencia entre ingreso total y costo total se hace máxima. Es decir:

$$B = IT - CT$$
$$B = pQ - cvQ - CF$$
$$B = p(-200p + 81.760) - 4{,}2(-200p + 81.760) - 300.000$$
$$B = -200\,p^2 + 81.760p + 840p - 343.392 - 300.000$$
$$B = -200\,p^2 + 82.600p - 643.392$$

Derivando la función o utilizando la función **Solver**, se obtiene un precio óptimo de $206.

Para calcular el precio óptimo empleando una planilla electrónica, se anota en la celda B1 el valor cero y en la celda B2 la fórmula, haciendo P=$B$1. Ejecutando el mandato **Herramientas/Solver**, se anota en *Celda objetivo* $B$2; en *Valor de la celda objetivo* se elige la opción **Máximo** y en *Cambiando la celda* se anota $B$1. Al pulsar **Resolver** se muestra que el precio óptimo es de $206.

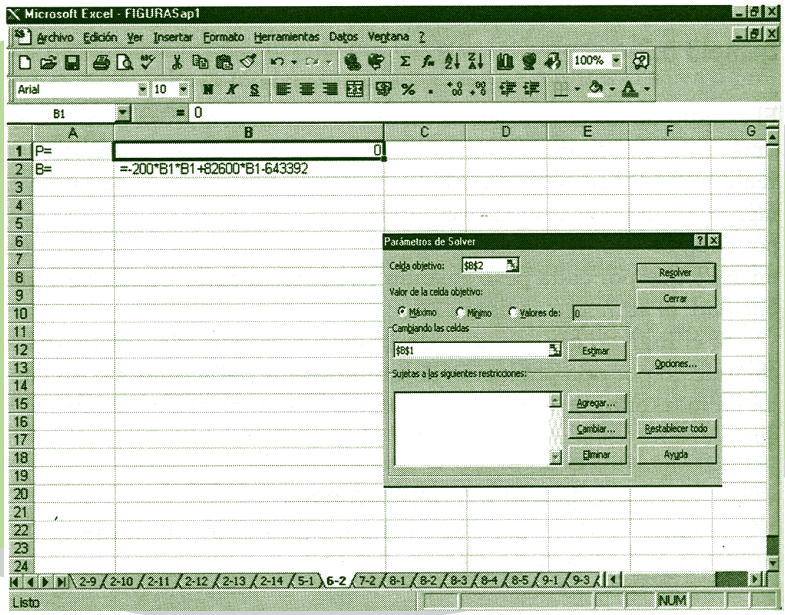


Figura 6.2
Planilla de cálculo para determinar el precio que maximiza los beneficios.

6.1.2 Ingresos por venta de activos

Para mantener la consistencia del estudio de la viabilidad económica de una inversión, se deberá considerar el uso alternativo del activo que se libera como resultado de un reemplazo pronosticado e incluido en los *Requerimientos de activos sustituibles durante el horizonte de evaluación*. De la misma forma como esta información permitió elaborar el calendario de inversiones de sustitución de activos durante el horizonte de evaluación expuesto en la tabla 5.2, es posible construir un calendario de ingresos por venta de activos con esa misma información. Así, por ejemplo, la tabla 6.2 resume esta situación:

Tabla 6.2
Calendario de ingresos por venta de activos.

Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tractor TL80 80 HP								3.000		
Pulverizador 400 l				100				100		
Arado de vertedera										500
Motobomba						200				
Carro esparcidor								1.000		
Carro remolque								600		
Ingresos por venta de activos	0	0	0	100	0	200	0	5.200	0	500

Frecuentemente, el equipo liberado puede ser vendido generando un ingreso real que se debe incluir en el flujo de caja del proyecto. Sin embargo, este ingreso podrá afectar a las actuales utilidades o pérdidas del negocio con el consiguiente efecto tributario. Si el activo liberado se vende con utilidades, el ingreso neto corresponderá al precio neto menos el impuesto. Si el precio de venta es $100 y el valor libro, o costos contable, es $60, se deberá desembolsar el impuesto correspondiente a la utilidad. Si la tasa de impuesto es del 15%, el efecto neto de la venta del activo es $94 ($100 de ingresos menos el 15% de la utilidad de $40). Si el ingreso neto se calcula de esta forma, el resultado se incluirá en el flujo de caja después del impuesto.

Otra forma de calcular el ingreso neto es anotando el valor de la venta como ingreso antes de impuesto e incorporando, como costo antes de impuesto, el valor libro que se estime tendrá en el momento de ser sustituido. Sin embargo, esto obliga a anular el efecto de restar un costo contable no desembolsable, mediante la suma del valor libro después de impuesto. Esto es:

$$(P_V - V_L)(1 - t) + V_L \qquad (6.2)$$

Donde P_V es el precio de venta, V_L el valor libro o costo contable del activo y t la tasa de impuesto. Aplicando la ecuación a los datos anteriores, se obtiene:

$$(100 - 60)(0{,}85) + 60 = 94$$

Un caso especial sucede con algunas ventas de activo. Es frecuente observar que algunas empresas deciden no vender el equipo que se desea reemplazar, para poder utilizar sus partes y piezas como repuestos en otros equipos, dado el bajo precio comercial relativo del activo en el mercado en comparación con el uso alternativo. El hecho de no vender la máquina y utilizarla en cualquier otra opción se puede interpretar como que el valor de los repuestos ahorrados es, al menos, igual al precio que el mercado está dispuesto a pagar por ella.

Es decir, para fines de una evaluación, se podrá suponer que el beneficio atribuible al uso alternativo del equipo es al menos igual a lo dejado de percibir por decidir no venderlo. Como ya se explicó, el valor del activo equivale a los recursos netos obtenidos por su posible venta, es decir, después de incorporar el efecto tributario.

Aun si la decisión de no venderlo se toma en función de una variable no económica como, por ejemplo, una emocional, se deberá incluir este beneficio, por cuanto el proyecto libera un activo que tiene un valor alternativo.

La única excepción la constituye la existencia de una razón estratégica para no vender un activo, como, por ejemplo, si se trata una máquina con tecnología desarrollada internamente y no es conveniente traspasar a terceros el conocimiento adquirido.

Sobre este aspecto, es frecuente encontrar un grave error conceptual en proyectos incrementales: considerar que los activos que se venden, al ser liberados por la aceptación del proyecto, constituyen un beneficio asignable al proyecto que se evalúa, en circunstancias de que esos activos son de la empresa y no son generados por la inversión. Por ejemplo, si en un proyecto se evalúa la conveniencia de hacer un *outsourcing* que libera activos, en el momento cero se deberá incluir la posibilidad de generar un ingreso por su venta. Sin embargo, por otra parte, también deberá considerarse la pérdida de la propiedad que la empresa tenía sobre ese activo y que por la aprobación del proyecto se venderá. La forma de hacer esto es incorporar, con signo positivo, el ingreso por la venta del activo en el momento cero y, con signo negativo, el menor valor de desecho que la empresa deberá de tener al final del período de evaluación por aceptar el proyecto.

Visto de otra forma, si un proyecto se evalúa en un horizonte de diez años, en la situación con proyecto, la empresa tendría en el momento cero el ingreso de la venta, pero en la situación sin proyecto tendría, en el momento 10, un valor de desecho por mantener la propiedad de ese activo. Por tal motivo, en un análisis incremental debe incluirse el cambio en la situación esperada si se hace el proyecto, respecto de no hacerlo. Es decir, se recibe un ingreso hoy por su venta y se deja de tener un valor de desecho al final del período de evaluación.

6.1.3 Ahorro de costos

Gran parte de los proyectos que se evalúan en empresas en marcha no modifican los ingresos operacionales de la empresa y, por lo tanto, pueden ser evaluados por comparación de sus costos. Es el caso de los camiones de reparto, de la opción de comprar las oficinas que actualmente se alquilan o de contratar el servicio de aseo externo mediante un *outsourcing* que sustituya la operación interna.

En estos casos no se requiere conocer el nivel de ventas ni los ingresos operacionales, por cuanto son irrelevantes para la decisión de elegir entre las alternativas. La inversión inicial se justificará, en consecuencia, por los ahorros de costo que ella permita a futuro, además del impacto sobre los beneficios netos de la venta de activos y valores de desecho.

Para ser consecuentes con lo señalado anteriormente, se deberá incorporar el efecto tributario negativo que producirá cualquier mejora que determine algún ahorro en sus costos, por cuanto al reducirse los gastos suben la utilidad y el impuesto a pagar.

Al igual que en muchos otros aspectos de la evaluación de proyectos, es posible definir opciones respecto al comportamiento de determinadas variables influyentes en la rentabilidad que se obtenga con la implementación del proyecto.

En este sentido, la empresa puede enfrentarse a decisiones como comprar o alquilar las oficinas, donde una inversión en la adquisición de un inmueble puede generar ahorros de costos que no compensen la inversión realizada, aun considerando su valor

remanente; la opción de un mejoramiento continuo versus una reingeniería, o el cambio de parte de la tecnología, entre muchas otras. Todos estos casos pueden no impactar sobre el nivel de ingresos de la empresa, pero sí sobre sus beneficios si logra una reducción en sus egresos netos, esto es, en el valor de la suma de costos e inversiones, corregidos por el cambio en el valor remanente.

Por ejemplo, tanto si compra como si alquila las oficinas, la empresa va a seguir vendiendo lo mismo. Entonces, se comparará el egreso uniforme del alquiler durante el período de evaluación, contra un egreso inicial fuerte seguido de menores desembolsos anuales durante ese período y un saldo final favorable equivalente al valor de desecho de las oficinas. Además, se deberá considerar una serie de otros factores como, por ejemplo, que la incertidumbre del éxito futuro de un proyecto de expansión del negocio a otra ciudad pudiera hacer más recomendable optar por alquilar, aunque sea económicamente menos atractivo que comprar, para esperar la confirmación de la consolidación del proyecto. En algunos casos, la opción de alquilar se tomará como resguardo a las posibilidades de obsolescencia de un activo, por la fuerte movilidad geográfica de los mercados o por no disponer de los recursos ni de las fuentes de financiamiento suficiente para adquirir el bien.

En relación con el mejoramiento continuo en vez de la reingeniería, es importante señalar algunas variables que diferencian los costos de ambas alternativas. La reingeniería enfrenta un problema de alta inversión concentrada generalmente en un área que se estima como prioritaria para efectuar una mejora mayor, por lo que se asocia más a los síntomas del problema. El mejoramiento continuo, por otra parte, ataca la causa del problema estudiando y evaluando anticipadamente las acciones tendientes al mantenimiento de los resultados dentro de los estándares prefijados.

El caso de un cambio de tecnología puede o no tener impacto sobre los ingresos, dependiendo de si el activo sustituto aumenta o no la productividad y de si existe la posibilidad de vender la producción agregada. Hay casos, como el cambio de la tecnología que se usa para generar energía, donde no se alteran los niveles de producción y ventas, constituyendo un típico ejemplo de ingresos irrelevantes para la evaluación.

En muchos casos, elegir la opción no requiere de un esfuerzo mayor, por la baja cantidad de factores relevantes para la decisión. El modelo más completo se aproxima a la solución dada al problema de definición de la política de mantenimiento explicada en el punto 5.4 del capítulo anterior.

Ejemplo 6.3

Una empresa se encuentra trabajando a plena capacidad en un turno de trabajo, con 40.000 horas anuales fabricando espejos retrovisores para automóviles. El desarrollo de la industria automotriz en los últimos años hace pensar en la conveniencia de ampliar los niveles de fabricación aprovechando los dos turnos ociosos. Para esto se puede optar por contratar un segundo turno o pagar horas extraordinarias. Se sabe

que si la demanda aumenta fuertemente, la primera alternativa es mejor. Sin embargo, la aparición de nuevos competidores hace dudar de la conveniencia de asumir el compromiso que conlleva la contratación de personal y su posterior reducción.

Suponga que el costo de los materiales directos es de $80, que los costos fijos de fabricación ascienden a $640.000 y que los de administración y ventas a $120.000, ambos anuales. Es costo de la mano de obra promedio (directa) asciende a $24 por hora y hay un recargo del 50% por hora extra.

Un segundo turno incrementaría los costos fijos de fabricación, por la contratación de un supervisor, en $160.000 anuales. Los gastos generales y de administración se verían incrementados en $140.000, por la necesidad de contratar un vigilante y un encargado para el depósito. Además, la remuneración horaria sube a $29.

Para calcular sobre qué nivel de producción convendría contratar un segundo turno se debe, primero, determinar qué factores son relevantes entre ambas alternativas. En este caso, dado que la producción es la misma en cada punto de comparación, se excluyen los costos de los materiales directos y los fijos actuales de fabricación, administración y ventas.

Si se opta por un segundo turno el costo relevante sería de:

$$CR_{st} = \$29/h + 160.000 + 140.000$$
$$= \$29/h + 300.000$$

Donde CR_{st} es el costo relevante del segundo turno. Por otra parte, el costo relevante de la hora extraordinaria corresponden a $36 al agregar el recargo del 50%.

En consecuencia, el número de horas que hace indiferente a ambas alternativas se determina por:

$$\$36/h = \$29/h + \$300.000$$
$$\$7/h = \$300.000$$
$$h = 42.857$$

Es decir, si la demanda aumenta por sobre el equivalente a 42.857 horas, convendrá contratar el segundo turno. Si se estima una relación directa entre horas de trabajo y producción, se podría concluir que esta opción pasa a ser mejor con un incremento de un 7% o más en la demanda.

6.2 Cálculo de valores de desecho

Un beneficio que no constituye ingreso pero que debe estar incluido en el flujo de caja de cualquier proyecto es el valor de desecho de los activos remanentes al final del período de evaluación.

Si se decide evaluar un proyecto en un horizonte de tiempo de 10 años, ello no significa que la empresa tendrá una duración de igual cantidad de años. Generalmente, los proyectos se evalúan en un horizonte de tiempo distinto de la vida útil real o estimada, siendo el valor de desecho lo que representa el valor que tendría el negocio en ese momento. Por ejemplo, cuando se mide la rentabilidad de un proyecto forestal, en un horizonte de 10 años, probablemente no habrá, en ese lapso, ningún ingreso relevante, por cuanto los árboles se encuentran todavía en etapa de crecimiento. Sin embargo, el proyecto puede ser evaluado en ese horizonte, suponiendo un beneficio (que no constituye ingreso) dado por una estimación del valor, que se conoce como valor de desecho, que se dé a una inversión forestal con diez años de crecimiento. Por lo tanto, para reflejar los beneficios que el inversionista podrá seguir recibiendo a futuro, deberá asignársele un valor a la propiedad que habrá en ese momento.

La teoría ofrece tres formas para determinar el valor de desecho: dos de ellas valorando los activos y una tercera valorando el proyecto por su capacidad de generar flujos positivos de caja a futuro.

Para valorar activos se puede recurrir al método contable, que considera que el valor del proyecto, al final del período de evaluación, corresponde a la suma de los valores libro o contables de los activos que se presume existirán en ese momento; o al método comercial, que considera el valor de venta de los activos, corregido por su efecto tributario.

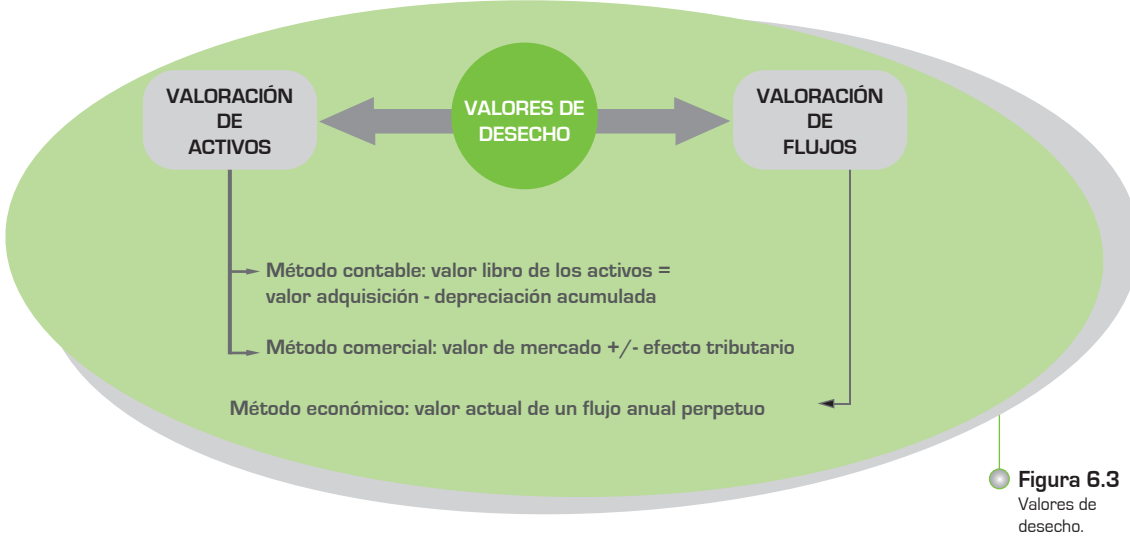


Figura 6.3
Valores de desecho.

Para valorar el proyecto por los flujos de caja que permitiría generar a partir del primer momento posterior al término del periodo de evaluación, se debe aplicar el método económico, que valora el proyecto en función de la capacidad generadora de ingresos netos futuros.

6.3 Valor de desecho contable

El valor contable –o valor libro– corresponde, como ya se mencionó, al valor de adquisición de cada activo menos la depreciación que tenga acumulada a la fecha de su cálculo o, lo que es lo mismo, a lo que le falta por depreciar a ese activo en el término del horizonte de evaluación.

La determinación del valor de desecho, mediante el método contable, se debe efectuar sólo a nivel de perfil, y, ocasionalmente, en el de prefactibilidad. Esto último, por cuanto dicho método constituye un procedimiento en extremo conservador, ya que presume que la empresa siempre pierde valor económico en consideración sólo del avance del tiempo.

Por esta razón, y dado que los estudios a nivel de perfil o prefactibilidad permiten el uso de aproximaciones en su evaluación, el método contable compensa, con su criterio conservador, la falta de precisión en algunas estimaciones de costos y beneficios.

Cuando se valore el proyecto por el valor de sus activos, tanto contable como comercialmente, se deberá agregar la recuperación del capital de trabajo, por constituir recursos de propiedad del inversionista y corresponde a los activos líquidos que mantiene la empresa complementariamente a los activos fijos, como, por ejemplo, los recursos monetarios de la cuenta caja, las cuentas por cobrar a clientes y los inventarios, tanto en materias primas como en productos en proceso o artículos terminados.

6.4 Valor de desecho comercial

El método comercial se fundamenta en que los valores contables no reflejan el verdadero valor que podrán tener los activos al término del período de evaluación. Por tal motivo, se plantea que el valor de desecho de la empresa corresponderá a la suma de los valores de mercado que sería posible esperar de cada activo, corregida por su efecto tributario.

Obviamente, existe una gran dificultad para estimar cuánto podrá valer, dentro de diez años, por ejemplo, un activo que todavía ni siquiera se adquiere. Si bien hay quienes proponen que se busquen activos similares a los del proyecto con diez años de uso y determinar cuánto valor han perdido en términos reales en ese plazo, para

aplicar igual factor de pérdida de valor a aquellos activos que se adquirirían con el proyecto, esta respuesta no constituye una adecuada solución al problema, por cuanto no considera posibles cambios en la tecnología, ni en los términos de intercambio ni en ninguna de las variables del entorno.

Se agrega a lo anterior la enorme dificultad práctica de su aplicación a proyectos que tienen una gran cantidad y diversidad de activos, lo que hace que el cálculo de sus valores de mercado se constituya en una tarea verdaderamente titánica. Por esto se recomienda su aplicación en proyectos donde la cantidad de activos que se debe valorar es reducida; por ejemplo, cuando se evalúa el reemplazo de una máquina, y donde se pueda tener cierta confianza en la proyección de los valores de mercado que podrán tener esos activos al final del período de evaluación, en moneda actual.

Cualquiera que sea el caso en que se aplique, se presenta, sin embargo, una complejidad adicional; a saber, la necesidad de incorporar el efecto tributario que generaría la posibilidad de hacer efectiva su venta.

Si el activo tuviese un valor comercial tal que al venderlo le genere a la empresa una utilidad contable, se debe descontar de dicho valor el monto del impuesto que deberá pagar por obtener dicha utilidad.

Si el activo tuviese un valor comercial inferior a su valor contable, se deberá sumar al precio de venta el ahorro tributario que esa pérdida contable ocasione a la empresa. Es decir, cuando la empresa como un todo tenga utilidades contables consolidadas, el ahorro de impuesto corresponderá exactamente a la tasa de impuestos multiplicada por la pérdida contable del activo que se vendería a precios inferiores a los de su valor contable, tal como se explicó en el capítulo anterior.

El cálculo del valor de desecho, mediante la corrección de valores comerciales después de impuesto, se puede efectuar por dos procedimientos que conducen a igual resultado. En ambos casos se requerirá determinar, primero, la utilidad contable sobre la cual se aplicará la tasa de impuesto vigente. Para ello, con el primer método, se restará al precio de mercado estimado de venta el costo de la venta, que corresponde al valor contable del activo; luego se calculará el impuesto y, a la utilidad o pérdida resultante, se le sumará el costo contable del activo para eliminar su efecto en el flujo de caja, ya que no constituye un gasto desembolsable, tal como se muestra a continuación:

$$VD_C = (\Sigma VM_a - \Sigma VL_a)(1 - t) + \Sigma VL_a \qquad (6.3)$$

Donde el VD_C es el valor de desecho del proyecto obtenido por el método comercial, ΣVM_a es la suma de los valores de mercado de los activos existentes al momento de calcular el valor de desecho, ΣVM_a es la suma de los valores libro de esos activos en ese momento y t la tasa de impuesto sobre las utilidades.

Ejemplo 6.4

Si en la evaluación de un proyecto se considera agregar dos activos al equipamiento actual, su valor de desecho se calcularía aplicándole el método comercial, como muestra la tabla 6.3:

	Activo A	Activo B	Total proyecto
Venta activo	10.000	4.000	14.000
Valor libro	-6.000	-5.000	-11.000
Utilidad	4.000	-1.000	3.000
Impuesto (15%)	-600	150	-450
Unidad neta	3.400	-850	2.550
Valor libro	6.000	5.000	11.000
Valor de desecho	9.400	4.150	13.550

Tabla 6.3
Cálculo de valores de desecho por el método comercial.

Como se puede observar, cuando se valora la venta del activo A la empresa enfrenta un impuesto de $600, pero si vendiese A y B conjuntamente tendría un impuesto de sólo $450. Esto significa que la venta del activo B, con pérdidas contables, genera un ahorro de impuesto de $150, lo que equivale exactamente al 15% de la pérdida atribuible a su venta.

Otra forma de cálculo es sumar o restar al precio de venta, según corresponda, directamente el efecto tributario calculado, tal como se muestra en la tabla 6.4:

Tabla 6.4
Cálculo alternativo de los valores de desecho.

	Activo A	Activo B	Total proyecto
Venta activo	10.000	4.00	14.000
Impuesto	-600	150	-450
Valor de desecho	9.400	4.150	13.550

En consecuencia, el valor que se asigna al equipo A es de $9.400, aunque se venda en $10.000, puesto que corresponde al monto neto de su sustitución por dinero. El activo B, aunque se venda en $4.000, se valora en $4.150 por la misma razón.

6.5 Valor de desecho económico

La valoración por el método económico considera que el proyecto tendrá un valor equivalente a lo que será capaz de generar a futuro. Expresado de otra forma, corresponde al monto al cual la empresa estaría dispuesta a vender el proyecto. Como usualmente el proyecto se evalúa en un horizonte de 10 años, lo más probable es que al término de ese período ya se encuentre en un nivel de operación estabilizado. Por lo tanto, sería posible suponer que la situación del noveno o décimo año es representativa de lo que podría suceder a perpetuidad en los años siguientes. El ideal, en ese sentido, es elegir un año en que no haya situaciones excepcionales, como el reemplazo de algún equipo, ya que su efecto se incorporará en la misma fórmula de cálculo que se propone a continuación.

El valor de un proyecto en funcionamiento se podrá calcular, en el último momento de su período de evaluación, como el valor actual de un flujo promedio de caja a perpetuidad:

$$VD_e = \frac{FC_p}{i} \qquad (6.4)$$

Donde VD_e es el valor de desecho calculado por el método económico, FC_p el flujo de caja promedio perpetuo anual e i la tasa de ganancia exigida al proyecto.

Por ejemplo, si el flujo promedio anual futuro fuese de $100 y si a los recursos invertidos se les exige una rentabilidad del 10%, la inversión máxima que una persona estará en condiciones de aportar en ese proyecto será de $1.000, ya que sólo así los $100 reflejarán la rentabilidad del 10% deseada.

En términos conceptuales, el valor económico se obtendrá dividiendo el flujo promedio perpetuo por la tasa de rentabilidad exigida. En el ejemplo, los $100 divididos por 0,1 (o sea por el 10%), resultan en los $1.000 de valor de desecho. Nótese cómo, si el flujo fuese el doble, el valor económico aumenta también al doble.

Queda todavía un problema por resolver, ya que no es posible suponer que el proyecto pueda mantener a perpetuidad el mismo nivel de ingresos netos sin la reposición normal de equipos para mantener la capacidad productiva del proyecto que posibilite generar ese flujo promedio perpetuo; reposición que se refleja en un calendario de inversiones de reemplazo que se caracteriza por sus flujos desiguales a lo largo del tiempo.

Debido a que esto impide aplicar la fórmula de la actualización de una perpetuidad, será necesario recurrir a un artificio el cual, sin embargo, distorsionará sólo de manera insignificante los resultados de la evaluación.

Esto es, se deducirá, del flujo de caja promedio normal anual estimado, una cantidad constante que se considerará suficiente pare reinvertir en el mantenimiento de la capacidad productiva del proyecto, la que se estimará por una de las tres opciones siguientes:

a. suponer que lo que debe reinvertirse en promedio cada año es equivalente a la depreciación anual de los activos;

b. estimar el precio de liquidación de los activos al final de su vida útil y calcular la reinversión como equivalente a la pérdida de valor de mercado promedio anual que se obtiene de:

(6.5)
$$\frac{VA - VL_n}{n}$$

donde VA es el valor de adquisición del activo, VL_n el valor de liquidación del activo neto de impuestos al momento n y n la vida útil del activo;

c. calcular la reinversión como el costo anual equivalente de la inversión inicial y de su valor de liquidación. Para ello, se procede a actualizar el valor de liquidación del activo, a sumarlo a la inversión y a calcular su costo anual equivalente en el número de años de uso de cada activo mediante:

(6.6)
$$CAE = VA * \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Donde CAE es el costo anual equivalente, VA la diferencia entre el valor actual del valor de liquidación neto de impuestos y la inversión o valor de adquisición del activo, n su vida útil e i la tasa de costo de capital del proyecto. En una planilla Excel, este valor se obtiene seleccionando **Financieras** en la **Categoría de Función** del menú **Insertar** y se elige **Pago**. En el cuadro de diálogo que se expande, se escribe en la casilla **Tasa** el costo del capital en porcentaje, se anota el valor actual en la casilla VA y el número de años de vida útil del activo en la casilla **Nper**. Marcando la opción Aceptar, se obtiene el valor promedio o costo anual equivalente.

De esta forma, se calculará el valor de desecho como:

(6.7)
$$VD_e = \frac{FC_n - RR}{i}$$

Donde FC_n es el flujo de caja de un año normal (flujo estabilizado, sin considerar inversiones ni venta de activos) y RR la reserva para reposición calculada por cualquiera de los tres métodos.

Si se calcula el valor de desecho por la capacidad que tendrá el proyecto para continuar generando flujos de caja positivos a futuro, no se podrá considerar adicionalmente la recuperación del capital de trabajo.

Lo anterior se explica por el hecho de que el valor de desecho del proyecto, cuando se determina por este método, equivale al valor actual de los beneficios futuros que se podrá obtener si continúa funcionando el proyecto a perpetuidad después del período considerado como horizonte de evaluación.

Obviamente, si la empresa no tiene capital de trabajo o le falta un activo fijo, no podrá generar beneficios futuros o, desde otro punto de vista; para generarlos deberá invertir recursos en él, con lo que el valor del negocio sería menor.

Ejemplo 6.5

Supóngase que se evalúa comprar un negocio que renta $1.000 anuales a perpetuidad. Si el inversionista exige una rentabilidad anual del 10% a sus recursos, le puede asignar un valor de $10.000 al negocio. Es decir, el inversionista estaría dispuesto a pagar este valor, ya que los $1.000 anuales corresponden exactamente al 10% que desea ganar. Pero si sobre los $10.000 debe agregar recursos ($2.000 por ejemplo) para reponer un eventual retiro del capital de trabajo por parte del vendedor del negocio, los $1.000 anuales sólo le reportarían el 8,33% (y no el 10% anual requerido) sobre una inversión final de $12.000.

6.6 Aplicación de los modelos

El siguiente ejemplo demuestra cómo, para un mismo conjunto de activos, se obtienen tres resultados distintos, dependiendo del método de cálculo del valor de desecho que se utilice.

Ejemplo 6.6

Supóngase que en un proyecto de ampliación se requiere efectuar las siguientes inversiones en el momento cero:

Inversiones	Monto ($)
Terrenos	20.000.000
Construcciones	50.000.000
Equipamiento	30.000.000

En los $30.000.000 de la inversión en equipamiento se incluye una máquina que tiene un valor de $10.000.000, que debe ser reemplazada cada ocho años, estimándose que puede ser vendida en $2.400.000.

El proyecto considera crecer en dos etapas: una hoy, con la que se espera incrementar el flujo de caja actual de la empresa en $15.000.000; y otra, en seis años más, para alcanzar un flujo de caja normal de $24.000.000 por sobre el actual. El crecimiento para satisfacer el incremento estimado de las ventas requerirá duplicar la inversión en maquinarias ($30 millones más) y efectuar construcciones adicionales por $40.000.000.

Se supondrá que todas las construcciones se deprecian contablemente en 50 años y que todas las máquinas pueden hacerlo en 10 años, independientemente de cuánto tiempo decida la empresa quedarse con ellas.

Se estima que al finalizar el décimo año de operación del proyecto, las construcciones y el terreno podrían tener un valor comercial de $100.000.000, mientras que las maquinarias tendrían un valor estimado de $34.000.000.

Para aplicar los procedimientos de cálculo del valor de desecho por los tres métodos propuestos, se supondrá una tasa de impuestos del 15% sobre las utilidades y una tasa de retorno exigida a las inversiones del 12%.

Como se expuso anteriormente, el *valor de desecho contable* se calcula como la suma de los valores libro de los activos o como la suma de lo que le falta por depreciar a cada uno de ellos en el momento de efectuar su valoración.

La tabla 6.5 resume el procedimiento de cálculo de los valores libro individuales y total para la empresa.

Activo	Valor de compra	Vida contable	Depreciación anual	Años depreciándose	Depreciación acumulada	Valor libro
$T_{(0)}$	20.000					20.000
$C_{(0)}$	50.000	50 años	1.000	10	10.000	40.000
$C_{(6)}$	40.000	50 años	800	4	3.200	36.800
$M_{(0,10)}$	20.000	10 años	2.000	10	20.000	0
$M_{(0,8)}$	10.000					
$M_{(6)}$	30.000	10 años	3.000	4	12.000	18.000
$M_{(8)}$	10.000	10 años	1.000	2	2.000	8.000
Depreciación acumulada =			7.800	Valor de desecho =		122.800

Tabla 6.5
Valor de desecho contable.

Donde $T_{(0)}$ es la inversión en terreno efectuada en el momento cero, $C_{(0)}$ la inversión inicial en construcciones, $C_{(6)}$ la inversión en construcciones para la ampliación que se realiza en el momento seis, $M_{(0,10)}$ la inversión inicial en máquina que perdura 10 años, $M_{(0,8)}$ la inversión inicial en máquinas que tiene una vida útil de ocho años, $M_{(6)}$ la inversión en máquinas para la ampliación que se realiza en el momento seis y $M_{(8)}$ la inversión para reponer la máquina $M_{(0,8)}$.

De acuerdo con esto, el valor de desecho por el método contable es de $122.800.000.

Nótese que no se incluyó el valor del activo que fue reemplazado al final del año octavo, por no ser de propiedad de la empresa al momento de calcular el valor de desecho.

El terreno, como no se deprecia, mantiene como valor libro el valor de su adquisición.

Para calcular el *valor de desecho comercial*, se considera el valor de mercado esperado del total de activos, corregido por el efecto tributario. Es decir, supone que el valor de los activos no es lo que el mercado está dispuesto a pagar por ellos, sino que lo hace igual al ingreso neto que la empresa percibirá efectivamente de su venta después de impuesto.

De acuerdo con los antecedentes del problema, el valor de desecho comercial se obtendría de la siguiente forma:

Ventas	134.000.000
Valor libro	-122.800.000
Utilidad	11.200.000
Impuesto	-1.680.000
Utilidad neta	9.520.000
Valor libro	122.800.000
Valor desecho	132.320.000

Como se puede observar, para calcular este valor se debió necesariamente calcular el valor de desecho contable, ya que el efecto tributario se obtiene restando el valor libro que tendrán los activos al final del décimo año.

Para calcular el *valor de desecho por el método económico*, debe tomarse el flujo de caja de un año normal, restarle la reserva para reposición anual del conjunto de activos y dividir ese resultado por la tasa de retorno exigida a las inversiones.

Como el proyecto de ampliación se plantea en dos etapas, es posible esperar que en el décimo año ya esté estabilizado el ingreso incremental neto atribuible a la ampliación en $24.000.000 anuales. Como se mencionó anteriormente, a este monto deberá deducirse una cantidad considerada como la necesaria promedio anual para reinvertir en mantener la capacidad productiva de la empresa a perpetuidad como establece el modelo. Si la depreciación anual obtenida del cuadro de cálculo del valor libro es de $7.800.000, el valor de desecho económico sería de:

$$VD_e = \frac{24.000.000 - 7.800.000}{0,12} = 135.000.000$$

Por último, es necesario considerar que la empresa poseerá, además de los activos fijos, el capital de trabajo invertido para financiar la operación. Este valor constituye parte de los beneficios que la empresa tendrá a su disposición por haber invertido en él al hacer el proyecto. Igual que en el caso de los activos fijos, este activo corriente se debe valorar junto con el valor de desecho, pero únicamente cuando se emplea cualquiera de los métodos de valoración de los activos.

Cuando se calcula el valor de desecho por el método económico, no se debe considerar la recuperación del capital de trabajo, por cuanto el proyecto se valora sólo en función de los flujos de caja que esos activos pueden generar a futuro. Dicho de otra forma, el proyecto no puede generar ningún flujo futuro si no tiene capital de trabajo.

Preguntas y problemas

6.1 Comente la siguiente información: “Como su nombre lo indica, para construir un flujo de caja se debe considerar sólo los ingresos y egresos que ocasiona el proyecto”.

6.2 Enuncie las principales categorías en que se pueden clasificar los beneficios de un proyecto.

6.3 Explique cómo se justifica la inclusión del valor de desecho en el flujo de caja de un proyecto y en qué consiste.

6.4 Indique las vías por las cuales el consumidor preferirá el bien o servicio provisto por el proyecto que se evalúa, en vez de otra opción existente en el mercado.

6.5 Explique los efectos tributarios de los distintos tipos de beneficios de un proyecto.

6.6 Una empresa está evaluando una nueva línea de productos, la que ha venido analizando desde hace varios años. Por ello, cuenta con una adecuada base de información histórica de la oferta y demanda por el bien, según el comportamiento que ha exhibido el precio en el pasado.

El siguiente cuadro resume los promedios históricos observados en la industria y que la empresa considera como pertinentes para su propio proyecto.

Precio ($)	Demanda (unidades)	Oferta (unidades)
18,0	6.341	16.756
17,0	6.863	14.090
15,4	8.210	12.882
14,2	8.990	11.624
13,9	9.078	11.330
12,2	10.422	10.447
10,9	12.860	8.765
9,8	13.359	8.011

Con esta información, explique el concepto de precio de equilibrio y el comportamiento de la oferta y demanda al variar éste. ¿En qué casos el comportamiento puede ser distinto al normalmente esperado?

6.7 Grafique y analice los conceptos de rendimientos marginales decrecientes y de rendimientos no proporcionales. ¿En qué casos se explicaría cada uno de estos conceptos?

6.8 Enuncie los factores que determinan el precio mínimo para el producto o servicio que ofrecerá el proyecto.

6.9 Para calcular el precio que maximiza los beneficios, una empresa ha determinado, después de varios años de analizar el comportamiento del mercado, que por cada peso que aumenta el precio del producto, las ventas se reducen en 2.400 unidades, mientras que por cada peso que aumenta el ingreso per cápita de la población, las ventas se incrementan en 110 unidades. También se sabe que, por

cada persona que se incorpora a la población objetivo del proyecto, las ventas suben en un 1% y que por cada peso gastado en publicidad el aumento es de un 2%.

El ingreso per capita se estima en $3.000 y la población objetivo se calcula en 600.000 habitantes. Los gastos en publicidad de la empresa, en promedio, son de $62.000.

Por otra parte, para la elaboración del producto se deberá incurrir en costos fijos adicionales de $410.000 anuales y en un costo variable de producción de $4,80 por unidad.

Con estos antecedentes, calcule el precio que hace máximo el beneficio del proyecto.

6.10 Determine el precio que optimiza el beneficio para las siguientes funciones de demanda y costos conocidas:

$$Q_D = -3.000p + 114.000$$
$$C_T = 520.000 + 61Q$$

6.11 "Si durante el horizonte de evaluación de un proyecto se debe sustituir un equipo, debe considerarse siempre como ingreso el precio de mercado del activo". Comente.

6.12 Analice el efecto tributario que puede tener un activo que se venderá con pérdidas contables durante el período de evaluación.

6.13 Comente la siguiente afirmación: "Si una empresa tiene la política de no vender los activos usados para poder emplearlos en los períodos en que los activos nuevos deben detener para su normal proceso de mantenimiento y reparación, no debe incluirse en el flujo de caja ningún efecto del activo liberado mediante la sustitución".

6.14 ¿Cómo incluiría en el flujo de caja la venta de un terreno que se liberaría al aprobar un proyecto de abandono que se evalúa en un horizonte de diez años?

6.15 "Si al evaluar un proyecto de sustitución los costos se incrementan, entonces no debe incluirse ningún efecto tributario en los flujos de caja, ya que ocasiona pérdidas contables incrementales". Comente.

6.16 Enuncie los principales factores a considerar en un proyecto que busca determinar la conveniencia de vender sus actuales bodegas para optar por el alquiler del servicio de almacenaje.

6.17 ¿En qué casos la reingeniería puede o no ser más conveniente que el mejoramiento continuo?

6.18 "Si dos máquinas prestan el mismo servicio y cuestan lo mismo, entonces se debe elegir aquella que presente los menores costos de operación". Comente.

6.19 Enuncie y explique los modelos de cálculo del valor de desecho de un proyecto.

6.20 Comente la siguiente afirmación: "Todos los proyectos tienen valor de desecho".

6.21 Suponga que la implementación de un proyecto obligará a invertir, antes de la puesta en marcha, $10.000 en terrenos, $26.000 en construcciones, $22.000 en maquinarias y $8.000 en capital de trabajo.

Si se hace el proyecto, el 50% de las máquinas se deberá reemplazar cada cuatro años.

La depreciación de las construcciones se hace en 40 años y la de la maquinaria en 10 años.

Con esta información, determine el valor de desecho contable para el proyecto al cabo de 8 y 10 años.

6.22 Para continuar con su política de expansión, una empresa evalúa la conveniencia de ampliarse en dos etapas. La primera el año 2007 y la segunda el 2011. Para lograr esto, deberá construir un nuevo edificio que tiene que estar terminado a fines del 2006, con una inversión estimada en $60.000. Además, deberá invertir en los siguientes activos:

Maquinaria	Costo ($)
A	12.000
B	18.000
C	6.000
D	24.000

Las máquinas A y B se deben sustituir cada 4 años, mientras que la C cada 8 y la D cada 16 años.

Para la segunda etapa, la empresa deberá comprar nuevas máquinas: A, B y C. No se requiere comprar una segunda máquina D, ya que su capacidad de producción inicial permite enfrentar sin dificultades este crecimiento.

El capital de trabajo se incrementaría en $10.000 en la primera etapa y en $6.000 en la segunda.

Todas las máquinas se deprecian en 10 años y la construcción en 50 años.

Con esta información, determine el valor de desecho contable en un horizonte de evaluación de diez años.

6.23 Explique las dificultades que existen para calcular el valor de desecho por el método comercial y de qué formas se pueden enfrentar.

6.24 En la elaboración de un flujo de caja se considera que la situación se consolida y estabiliza a partir del sexto año. Si la tasa de descuento exigida al capital es del 12% y el siguiente flujo se pronostica para los años seis en adelante, calcule el valor de desecho económico.

Ingresos por venta	$24.000
Costos variables	-11.000
Costo fijos	-7.000
Depreciación	-2.000
Utilidad antes impuesto	4.000
Impuesto (15%)	-600
Utilidad neta	3.400
Depreciación	2.000
Flujo de caja	5.400

6.25 "Al calcular el valor de desecho siempre se debe considerar la recuperación del capital de trabajo, por ser parte del remanente de la inversión". Comente.

6.26 ¿En qué se diferencia el flujo anual perpetuo del flujo anual promedio perpetuo?

6.27 "Al calcular el valor de desecho económico es diferente actualizar el flujo de caja promedio perpetuo que la utilidad neta". Comente.

6.28 ¿En qué casos no es posible o conveniente calcular el valor de desecho de un proyecto por el método económico?

6.29 Analice cómo se debe considerar, dentro de un flujo de caja, el valor de desecho en un proyecto de abandono.

6.30 Para el siguiente estado de resultados previstos para el último año de la evaluación de un proyecto, determine el valor de desecho económico para una tasa de costo de capital del 16%.

Ingresos por venta	$65.000
Venta de activos	30.000
Costos variables	-23.000
Costos fijos	-28.000
Depreciación	-17.000
Valor libro	-15.000
Utilidad antes impuesto	12.000
Impuesto (15%)	-1.800
Utilidad neta	10.200

6.31 ¿El flujo de caja de un proyecto de ampliación puede presentar un valor de desecho negativo?

6.32 Comente la siguiente afirmación: "Hay casos en que no se puede calcular ningún valor de desecho".

6.33 "No siempre es relevante considerar el valor de desecho en un proyecto. Por ejemplo, cuando todos los activos se obtendrán mediante alquiler". Comente.

6.34 En la evaluación de un proyecto de internalización del servicio de mantenimiento se estima necesario invertir $20.000 en maquinaria de mantenimiento pesado y $12.000 en maquinaria liviana para tareas de mantenimiento preventivo. Mientras las primeras tienen una duración estimada de quince años, la segunda debe reemplazarse cada siete años, aun cuando ambas se deprecian en diez años.

La maquinaria de mantenimiento pesada puede venderse en $3.000 al término de su vida útil real, mientras que la de mantenimiento preventivo en $4.000 al término del séptimo año.

Por otra parte, la empresa deberá construir un galpón de estructura metálica para realizar las tareas de mantenimiento, cuyo costo asciende a $ 24.000 y tiene la posibilidad de depreciarse en 40 años. Al cabo de 10 años, se estima que podría ser desarmado y vendido en un 70% de lo que costó.

Al internalizar el proceso, la empresa se ahorrará $14.000 anuales que paga por el mantenimiento externo, pero deberá asumir los siguiente costos:

Mano de obra	$2.000
Materiales	1.200
Repuestos	4.100
Energía	700
Seguros	1.000

Con esta información, calcule el valor de desecho por los métodos contable, comercial y económico, si sabe, además, que la inversión en capital de trabajo aumenta en $2.000, que la tasa de impuestos es del 15% y que la tasa exigida de retorno es de un 8%.

Bibliografía

BIERMAN, H y S. SMIDT. *The Capital Budgeting Decision*; *Economic Analysis of investment project*. Macmillan, New York, 1993.

BIERMAN H., C. BONINI y W. HAUSMAN. *Análisis cuantitativo para la toma de decisiones*. Reading, Ma. Addison-Wesley, 1994.

CHASE, R. y N. AQUILANO. *Dirección y administración de la producción y de las operaciones*. Reading, Ma. Addison-Wesley, 1994.

DE HOLAN, M. "Los encantadores del mercado". En: *Percepción gerencial*. INCAE, vol. 2, num. 4, 1999.

ESTOL, C. *El análisis de costos y beneficios*. http://members.tripod.com.ar/Estol/costos-beneficios.htm, Buenos Aires, 2000.

KELETY, A. *Análisis y evaluación de inversiones*. EADA Gestión, Barcelona, 1992.

LOEVY, J. "Análisis del punto de equilibrio y de la contribución como herramienta en la elaboración de presupuestos". En: A SWEENY y R. RACHLIN (ed.), *Manual de presupuestos*. McGraw-Hill, México, 1984.

ROBINSON, A. *Contindes improvement in operation: A systematic approach to waste reduction*. Productivity Press, Cambridge, Mass. 1991.

SAPAG N. *Criterios de evaluación de proyectos*. McGraw-Hill, Madrid, 1993.

SAPAG, N. y R. SAPAG. *Preparación y evaluación de proyectos*. McGraw-Hill, Santa Fe de Bogotá, 2000.

SAPAG, N. *Evaluación de proyectos privados en salud*. Ed. Universitaria, Santiago, 2003.

TISSOT, M. *Evaluación de proyectos*. http://members.tripod.com. Universidad Santiago de Cali, 1999.

SZYCHOWSKI, M. *La demanda del bien.* http://www.aaep.org.ar/espa/anales/pdf/szychowski.pdf, Buenos Aires, 1997.

CAPÍTULO

7

Cómo construir los flujos de caja del proyecto

Como se mencionó en los capítulos anteriores, existen varias formas de construir el flujo de caja de un proyecto, dependiendo de la información que se desee obtener: medir la rentabilidad del proyecto, la rentabilidad de los recursos propios invertidos en él o la capacidad de pago de un eventual préstamo para financiar la inversión. Por ello, la estructura que deberá asumir el flujo de caja dependerá del objetivo perseguido con la evaluación.

Un factor de mucha relevancia en la confección correcta de un flujo de caja es la determinación del horizonte de evaluación que, en una situación ideal, debiera ser igual a la vida útil real del proyecto, del activo o del sistema que origina el estudio. De esta forma, la estructura de costos y beneficios futuros de la proyección estaría directamente asociada con la ocurrencia esperada de los ingresos y egresos de caja en el total del período involucrado. Sin embargo, la mayoría de las veces esto no es posible, ya que el ciclo de vida real puede ser tan largo que hace imposible confiar en las proyecciones más allá de cierto plazo o porque la comparación de alternativas de vidas útiles muy distintas hace conveniente optar por los criterios que se adecuen a cada situación; por ejemplo, el periodo de producción requerido si existe contrato de por medio, la vida útil de la alternativa de vida más corta si hay una clara tendencia a la innovación en sus características técnicas o las propias políticas internas de la empresa.

La importancia del ciclo de vida de los proyectos se manifiesta también en que determinará el procedimiento que se deberá seguir para su evaluación. En ese sentido, se puede identificar la existencia de alternativas con igual vida útil, con vidas útiles distintas donde existe

repetibilidad perpetua mediante reinversiones en iguales tecnologías o vidas útiles distintas, en la que al menos una de las opciones no coincide con el período de evaluación. El primer caso corresponde, por ejemplo, a la selección del vehículo que se empleará en el trasporte de los trabajadores hacia la planta, donde es posible encontrar vehículos de distinta marca que tengan una vida útil muy parecida. El segundo caso se da, por ejemplo, cuando una empresa minera está evaluando optar por una planta generadora de energía a carbón o a petróleo, donde la decisión que se tome tiene escasa posibilidad de revertirse. El tercer caso es frecuente en proyectos que evalúan una sustitución de un activo al que le queda poca vida útil por otro nuevo cuya duración puede ser sustancialmente mayor.

7.1 Estructura general de un flujo de caja

Un flujo de caja se estructura en varias columnas que representan los *momentos* en que se generan los costos y beneficios de un proyecto. Cada *momento* refleja dos cosas: los movimientos de caja ocurridos durante un período, generalmente de un año, y los desembolsos que deben estar realizados para que los eventos del período siguiente puedan ocurrir.

Si el proyecto se evaluara en un horizonte de tiempo de diez años, por ejemplo, se deberá construir un flujo de cada con once columnas, una para cada año de funcionamiento y otra para reflejar todos los desembolsos previos a la puesta en marcha. Esta última va antes que las demás, se conoce como *momento cero* e incluye lo que se denomina *calendario de inversiones*.

El *calendario de inversiones* corresponde a los presupuestos de todas las inversiones que se efectúan antes del inicio de la operación que se espera realizar con la implementación del proyecto.

Una forma de ordenar los distintos ítems que componen el flujo de caja de un proyecto considera los cinco pasos básicos que se muestran en la figura 7.1, que finaliza con su construcción.

Los *ingresos y egresos afectos a impuesto* incluyen todos aquellos movimientos de caja que, por su naturaleza, puedan alterar el estado de pérdidas y ganancias (o estado de resultados) de la empresa y, por lo tanto, la cuantía de los impuestos sobre las utilidades que se podrán generar por la implementación del proyecto. Por ejemplo, entre este tipo de ingresos se pueden identificar las mayores ventas que podrán esperarse de una ampliación, los ahorros de costo por cambio de tecnología o la venta de algún activo si se hace un *outsourcing* o un abandono de alguna área de actividad de la empresa; asimismo, entre los egresos, están las remuneraciones, insumos, alquileres y cualquier desembolso real que signifique además un gasto contable para la empresa.

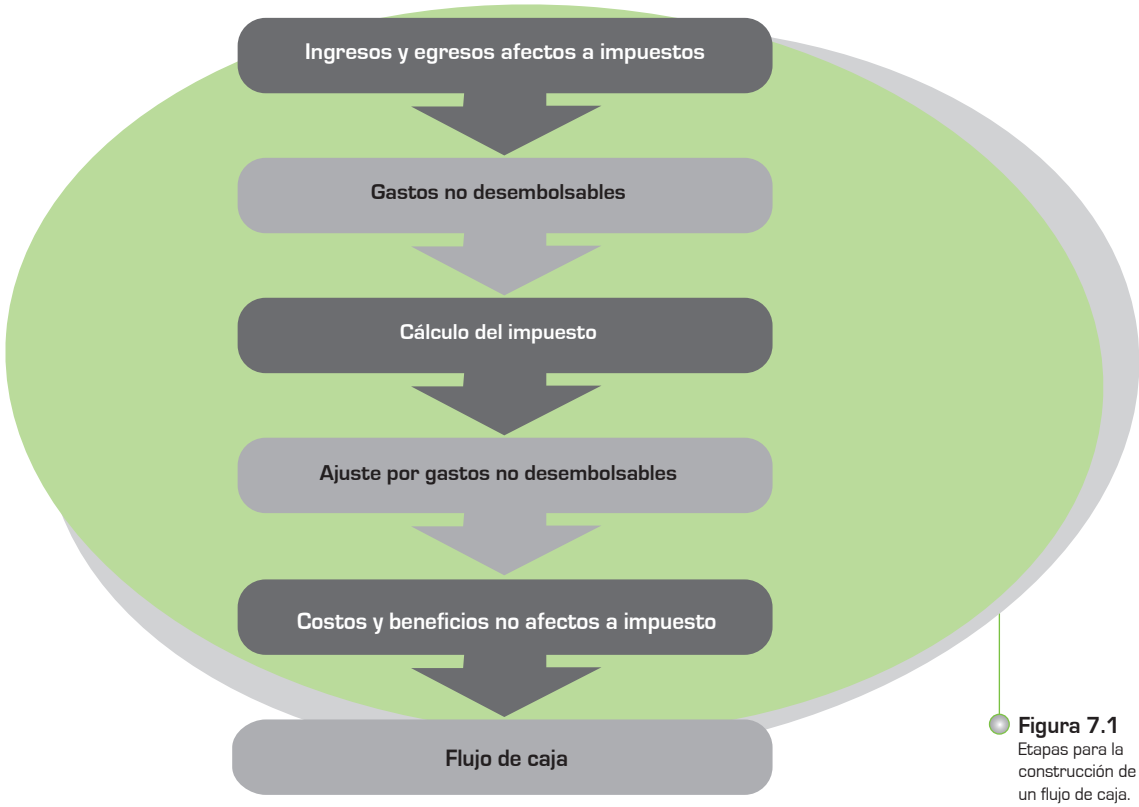


Figura 7.1
Etapas para la construcción de un flujo de caja.

Los gastos no desembolsable corresponden a gastos que, sin ser salidas de caja, son posibles de agregar a los costos de la empresa con fines contables, permitiendo reducir la utilidad sobre la cual se deberá calcular el monto de los impuestos a pagar. Por ejemplo, constituyen cuentas de gastos contables, sin ser egresos de caja, la depreciación de los activos fijos, la amortización de los activos intangibles y el valor contable o valor libro de los activos que se venden.

Como resultado de las sumas y restas de ingresos y gastos, tanto efectivos como no desembolsables, se obtiene la *utilidad antes de impuesto*. En la tercera etapa, la del cálculo del impuesto, corresponde aplicar la tasa tributaria porcentual sobre las utilidades para determinar el monto impositivo, que sí es un egreso efectivo necesario de incorporar en la construcción del flujo de caja. Después de calculado y restado el impuesto, se obtiene la *utilidad neta*.

En algunos casos se sumará un ahorro tributario, tal como se expuso en el capítulo anterior, al vender un activo con pérdidas contables. Por ejemplo, cuando la evaluación de alternativas se hace sólo por consideraciones de costo, en la utilidad antes de impuesto se reflejará cuánto hace disminuir cada una de ellas a la utilidad total de la empresa y, en consecuencia, el impuesto tendrá signo positivo por corresponder a un ahorro o menor gasto tributario atribuible a cada opción. Esta materia se analiza con más detalle en este mismo capítulo.

Dado que los gastos no desembolsables no constituyen una salida de caja y fueron restados sólo para calcular la cuantía de los tributos, después de calcular el impuesto se deberán efectuar los *ajustes por gastos no desembolsables*. Aquí, todos los gastos que no constituyen egresos se volverán a sumar para anular su efecto directo en el flujo de caja, pero dejando incorporado su efecto tributario.

En un proyecto de abandono o de *outsourcing* es muy posible que se produzca la eliminación de algunos activos, lo que implicará una reducción en el monto de la depreciación anual. Este menor gasto, o "ahorro" contable, se deberá anotar con signo positivo en los gastos no desembolsables y negativo en los ajustes por gastos no desembolsables, para anular su efecto. Como toda reducción de gastos, esto aumentará la utilidad antes de impuesto y, en consecuencia, se verá incrementado el monto de los impuestos.

En los *costos y beneficios no afectos a impuesto* se deberá incluir aquellos movimientos de caja que no modifican la riqueza contable de la empresa y que, por lo tanto, no están sujetos a impuestos. Por ejemplo, en los egresos se incluirán las inversiones, por cuanto al adquirir un activo no disminuye la riqueza de la empresa, sino que sólo está cambiando un activo corriente (caja, por ejemplo) por un activo fijo (máquinas) o aumentando el valor de los activos y los pasivos, simultáneamente, si su adquisición fue financiada con deuda. La pérdida para la empresa se producirá posteriormente cuando entre en uso el activo. Como se mencionó antes, esto se reflejará en una pérdida anual de una parte de su valor, lo que se registrará contablemente en la depreciación. En los beneficios no afectos a impuestos se incluirá la valoración del remanente de la inversión realizada y ocupada, la que se expresará en el valor de desecho del proyecto, el que incluso puede tener un valor superior al de la inversión inicial y se anotará al final del último periodo de evaluación.

Cada uno de los cinco pasos ordenará la información que corresponda a cada cuenta, registrándola en la columna o momento respectivo. Por ejemplo, en la columna o momento 0 se registrarán todas las inversiones que deben estar efectuadas para que el proyecto pueda iniciar su operación a partir del primer período.

Previo a la puesta en marcha del proyecto, las inversiones se realizan en distintos momentos de tiempo aunque se presentan, por lo general, como un solo monto en el momento cero. Esto hace necesario construir un calendario de inversiones que posibilite agregar el costo del capital inmovilizado durante la etapa de construcción y puesta en marcha. Comúnmente, este calendario se hace en periodos mensuales, correspondiendo el último al momento cero del proyecto. Es decir, el desembolso realizado en el último mes no ocasiona costos de capital[1].

---

[1] Como se verá más adelante, esto es así porque la mayoría de los *software* de computación y las calculadoras científicas vienen programadas con la fórmula:

$$VF = \sum_{t=0}^{n-1} C_t * (1+i)^t \qquad (7.1)$$

Donde VF es el valor final del flujo del calendario de inversiones, C_t el flujo de cada período t e i la tasa de costo de capital por periodo. Otra opción es la ecuación

$$VF = \sum_{t=1}^{n} C_t * (1+i)^t \qquad (7.2)$$

En este caso, el valor final está expresado un periodo después del último flujo y, en consecuencia, el calendario de inversiones se hace hasta el último mes (período) antes de la puesta en marcha del proyecto.

En el *calendario de inversiones* se deben incluir todos los egresos derivados de la eventual puesta en marcha del proyecto, sean calificados bajo la denominación de inversión o de gasto. Por ejemplo, entre estos últimos están aquellos en que se incurre por concepto de seguros de las maquinarias, sueldos, alquileres, impuesto territorial o energía, entre otros, durante la etapa de construcción o inversión. En empresas en marcha estos egresos son cargados frecuentemente como gastos del período para fines contables y tributarios, mientras que los de inversión propiamente dicha se activan para posteriormente depreciarlos.

Por otra parte, una columna del flujo, como la 4, por ejemplo, anotará los ingresos y egresos proyectados para el cuarto año, más aquellas inversiones que deberán estar realizadas para enfrentar un crecimiento en la operación en el quinto año.

Si el proyecto se evalúa en un horizonte de diez años y uno de los activos tiene exactamente una vida útil de 10 años, se deberá incluir, en el momento 10, la reposición de ese activo cuando el valor de desecho se calcule por el método económico, aun cuando sea al final del período de evaluación, por cuanto la empresa tiene un horizonte de vida superior al plazo de evaluación. Para que el proyecto tenga la capacidad de seguir generando beneficios a futuro, los que se considerarán para calcular el valor del desecho del proyecto, se requerirá toda su capacidad productiva instalada disponible.

Es posible obtener un resultado de la evaluación más certero si, en vez de anotar la suma de los flujos durante un año, estos se capitalizan, por ejemplo mensualmente, agregándoles el costo del capital utilizado dentro de un año. Lo anterior se usa escasamente y sólo cuando existen variaciones estacionales significativas durante un año. Obviamente, la capitalización de un flujo anual expresado mensualmente deberá hacerse a la tasa de costo de capital mensual[2].

En la gran mayoría de los casos, sin embargo, no se calculan flujos capitalizados en forma mensual, por cuanto se considera que la variación en el monto calculado de rentabilidad para el proyecto, generalmente, cambia en forma poco significativa y porque parte del efecto estacional puede ser corregido por un capital de trabajo determinado sobre consideraciones estacionales, tal como se explicó en el capítulo 5.

El *horizonte de evaluación* (o plazo en que se evaluará la inversión) depende mucho de las características de cada proyecto. Si es uno al que se le augura una vida útil real de 5, 8 ó 15 años, por ejemplo, lo mejor será construir un flujo de caja a ese número de años. Pero si el proyecto pretende mantenerse en el tiempo, hay una convención no escrita que hace que la mayoría de los evaluadores usen un período de evaluación de 10 años.

---

[2] Para expresar mensualmente una tasa anual, se puede recurrir a la siguiente fórmula:

$$i_m = \sqrt[12]{1 + i_a} - 1 \qquad (7.3)$$

Donde i_m es la tasa de interés e i_a es la tasa de interés anual.

Los beneficios que se pueden esperar después del décimo año se reflejarán en el valor de desecho del proyecto, el cual se anotará como un beneficio no afecto a impuesto en el último momento del flujo.

Otra opción se da cuando el proyecto tiene concentrada gran parte de las inversiones en algunos equipos cuya vida útil es diferente de 10 años. Por ejemplo, si el 80% de las inversiones corresponde a un activo que tiene una vida útil de 13 años, lo más probable es que se fije el horizonte de evaluación en 13 años.

Ejemplo 7.1

Suponga que para evaluar la conveniencia de crear una nueva empresa se dispone de los siguientes antecedentes:

a. la estrategia comercial considera un precio de introducción de $100 para los tres primeros años y de $110 a partir del cuarto;
b. la proyección de la demanda supone vender 1.000 unidades el primer año, aumentar en un 20% las ventas el segundo año, en un 5% el tercero y crecer en forma vegetativa en el equivalente al crecimiento de la población, que se estima en un 2% anual;
c. las inversiones en activos fijos corresponden a $80.000 en terrenos, $200.000 en construcciones que se deprecian contablemente en 40 años y $100.000 en maquinarias que se deprecian en 10 años, aunque tienen una vida útil real de sólo seis años. Al final de su vida útil, podrían venderse en el 50% de lo que costaron;
d. el costo variable es de $30 para cualquier nivel de actividad y los costos fijos de $20.000 anuales;
e. la tasa de impuesto a las utilidades es de 17%;
f. el capital de trabajo equivale a seis meses de costos de operación desembolsables;
g. el valor de desecho se calcula por el método contable.

El flujo de caja que mide la rentabilidad del proyecto, es decir, de toda la inversión, se muestra en la tabla 7.1.

El valor de desecho incluye el valor libro del terreno ($80.000), de la construcción ($200.000 - 5 * $10.000) y el de la máquina que se compró al final del sexto año ($100.000 - 4 * $10.000).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingreso		100.000	120.000	126.000	141.372	144.199	147.083	150.025	153.026	156.086	159.208
Venta activo							50.000				
Costos variable		-30.000	-36.000	-37.800	-38.556	-39.327	-40.114	-40.916	-41.734	-42.569	-43.420
Costos fijos		-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
Dep. construcción		-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000
Dep. maquinaria		-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
Valor libro							-40.000				
Utilidad		35.000	49.000	53.200	67.816	69.872	81.970	74.109	76.291	78.517	80.788
Impuesto		-5.950	-8.330	-9.044	-11.529	-11.529	-13.935	-12.599	-12.970	-13.348	-13.734
Utilidad neta		29.050	40.670	44.156	56.287	57.994	68.035	61.511	63.322	65.169	67.054
Dep. construcción		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Dep. maquinaria		10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Valor Libro							40.000				
Terreno	-80.000										
Construcción	-200.000										
Maquinaria	-100.000						-100.000				
Capital de trabajo	-25.000	-3.000	-900	-378	-386	-393	-401	-409	-417	-426	31.710
Valor de desecho											290.000
Flujo	-405.000	41.050	54.770	58.778	70.902	72.601	22.634	76.101	77.904	79.744	403.764

Tabla 7.1
Estructura general de un flujo de caja.

Como puede observarse, en la fila *Capital de trabajo* se anotó con signo positivo la suma de las inversiones anteriores, debido a que el cálculo del valor de desecho se hizo por el método contable y consideró sólo el valor libro de los activos fijos. Alternativamente, pudo sumarse al valor de desecho de los activos fijos y calcularse como un solo valor de desecho total.

7.2 Cómo construir un flujo de caja para medir la rentabilidad de los recursos propios y la capacidad de pago

Para determinar cuál es la rentabilidad que obtendría el inversionista por los recursos propios aportados para la materialización del proyecto, se debe efectuar una corrección al flujo de caja que mide la rentabilidad del total de la inversión, mediante la incorporación del efecto del financiamiento externo en la proyección de caja efectuada anteriormente, ya sea por la obtención de un préstamo o por la contratación de un *leasing*.

La forma de tratar estas dos situaciones es distinta cuando se trata de medir la rentabilidad del inversionista, principalmente por las consideraciones de tipo tributario que se deben tener en cuenta al construir el flujo de caja.

7.2.1 Financiamiento del proyecto con deuda

Al recurrir a un préstamo bancario para financiar el proyecto, la empresa debe asumir el costo financiero que está asociado a todo proceso de otorgamiento de créditos, el cual, como se explicó anteriormente, tiene un efecto negativo sobre las utilidades y, por lo tanto, positivo sobre el impuesto. Es decir, genera un ahorro tributario al reducir las utilidades contables sobre las cuales se calcula el impuesto.

Por otra parte, incorporar el préstamo como un ingreso en el flujo de caja del inversionista en el momento cero, hace que la inversión se reduzca de manera tal, que el valor resultante corresponde al monto de la inversión que debe ser financiada con recursos propios.

La rentabilidad del inversionista se calculará comparando la inversión que deberá él financiar con el remanente del flujo de caja que queda después de servir el crédito; es decir, después de pagar los intereses y de amortizar la deuda.

Ejemplo 7.2

Con el fin de ejemplificar las diferencias en la construcción de los flujos de caja para medir la rentabilidad del proyecto con la del inversionista cuando financia parte de las inversiones con deuda bancaria, se usará el mismo caso del ejemplo 7.1, con los siguientes supuestos adicionales:

a. el 60% de la inversión fija se financia con un préstamo a ocho años plazo y una tasa de interés del 9% anual;
b. el capital de trabajo, las inversiones de reposición y el 40 % de las inversiones fijas se financian con aportes de los inversionistas.

Para incorporar el efecto del financiamiento debe calcularse, primero, el monto de la cuota que se deberá servir al banco anualmente y diferenciar de ella los componentes de interés y de amortización de la deuda. El monto de la cuota se puede calcular por la siguiente expresión:

$$C = P \frac{i\,(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \qquad (7.4)$$

Donde C es el valor de la cuota, P el monto del préstamo, i la tasa de interés y n el número de cuotas en que se servirá el crédito.

Reemplazando con los antecedentes del ejemplo, se tiene:

$$C = (380.000 * 0{,}6) * \frac{0{,}09\,(1+0{,}09)^8}{(1+0{,}09)^8 - 1}$$

De lo que resulta una cuota de $41.194.

En una planilla electrónica, como Excel por ejemplo, la cuota se calcula directamente usando la opción **Función** del menú **Insertar**, se selecciona **Financieras** en la **Categoría de función** y se elige **Pago** en el **Nombre de la función**. En el cuadro de diálogo **Pago**, se escribe 9% en la casilla correspondiente a **Tasa**, 8 en la casilla **Nper** y –228.000 en **VA**. Marcando la opción **Aceptar**, se obtiene el valor de la cuota.

Para diferenciar la parte de la cuota que corresponde a los intereses del préstamo (que se encuentran afectos a impuesto), de su amortización (que no está afecta a impuesto), se elabora una tabla de pagos que exprese, en la primera columna, el saldo de la deuda al inicio de cada año; en la segunda, el monto total de cada cuota; en la tercera, el interés del período y, en la cuarta, el monto que amortizará la deuda inicial, calculada como la diferencia entre la cuota y el interés a pagar. Esto se muestra en la tabla 7.2:

Deuda	Cuota	Interés	Amortización
228.000	41.194	-20.520	-20.674
207.326	41.194	-18.659	-22.534
184.792	41.194	-16.631	-24.562
160.229	41.194	-14.421	-26.773
133.456	41.194	-12.011	-29.183
104.274	41.194	-9.385	-31.809
72.464	41.194	-6.522	-34.672
37.792	41.194	-3.401	-37.792

Tabla 7.2
Tabla de pagos o tabla de amortización.

Para medir la rentabilidad de los recursos propios, se debe incluir el efecto del financiamiento en el flujo de caja original, incorporando los intereses antes de impuesto con signo negativo, el préstamo con signo positivo después de impuestos y la amortización del préstamo con signo negativo, también después de impuesto.

El flujo de caja resultante se muestra en la tabla 7.3.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingreso		100.000	120.000	126.000	141.372	144.199	147.083	150.025	153.026	156.086	159.208
Venta activo							50.000				
Costos variable		-30.000	-36.000	-37.800	-38.556	-39.327	-40.114	-40.916	-41.734	-42.569	-43.420
Costos fijos		-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
Intereses		-20.520	-18.659	-16.631	-14.421	-12.011	-9.385	-6.522	-3.401		
Dep. construcción		-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000
Dep. maquinaria		-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
Valor Libro							-40.000				
Utilidad		14.480	30.341	36.569	53.395	57.861	72.584	67.587	72.891	78.517	80.788
Impuesto		-2.462	-5.158	-6.217	-9.077	-9.836	-12.339	-11.490	-12.391	-13.348	-13.734
Utilidad neta		12.018	25.183	30.352	44.318	48.025	60.245	56.097	60.499	65.169	67.054
Dep. construcción		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Dep. maquinaria		10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Valor Libro							40.000				
Terreno	-80.000										
Construcción	-200.000										
Maquinaria	-100.000						-100.000				
Capital de trabajo	-25.000	-3.000	-900	-378	-386	-393	-401	-409	-417	-426	31.710
Préstamo	228.000										
Amortización		-20.674	-22.534	-24.562	-26.773	-29.183	-31.809	-34.672	-37.792		
Valor de desecho											290.000
Flujo	-177.000	3.345	16.748	20.412	32.159	33.449	-16.965	36.016	37.290	79.743	403.764

Tabla 7.3
Flujo de caja del inversionista (con deuda).

Como se puede observar en la tabla anterior, cuando se incorpora el préstamo con signo positivo, el flujo de caja en el momento cero se reduce automáticamente a los $177.000 correspondientes a la cuantía de recursos que debe aportar el inversionista para financiar la parte de la inversión que no cubre el préstamo.

7.2.2 Financiamiento del proyecto con *leasing*

Una fuente opcional de financiamiento de las inversiones de un proyecto está constituida por el *leasing*, instrumento mediante el cual la empresa puede disponer de determinados activos con anterioridad a su pago.

El *leasing* o alquiler de activos, permite su uso por un período determinado a cambio de una serie de pagos. Al término del periodo de alquiler, el locatario puede ejercer una opción para comprar o devolver el bien o para renovar el contrato. Hay dos tipos de operaciones de *leasing*: financiero y operativo.

Un *leasing financiero* involucra plazos generalmente largos y pagos que deben ser cumplidos en su totalidad. Una característica importante de este tipo de *leasing* es que en el contrato debe estar explícita cualquiera de las siguientes cuatro condiciones:

a. la transferencia de la propiedad del bien al locatario o inquilino, al término del contrato;
b. el monto de la opción de compra es inferior al valor comercial esperado para el bien en ese momento;
c. el valor actual de las cuotas corresponde a una proporción significativa del valor de adquisición al inicio del contrato;
d. el contrato abarca parte importante de la vida útil.

El *leasing financiero* se contabiliza en forma similar a la compra de un activo fijo. Es decir, se activa, bajo la denominación de "activos en *leasing*", el valor actual de las cuotas y la opción de compra; o, si el contrato lo establece, el precio al contado del bien objeto de alquiler. El valor nominal del contrato se contabilizará como pasivo exigible. La diferencia entre el valor nominal del contrato y el valor actual de sus pagos convenidos se contabilizará como "intereses diferidos por *leasing*". Al vencimiento de cada cuota se traspasarán a gastos contables los intereses diferidos por *leasing* devengados.

Si el proyecto va a ser financiado mediante un *leasing operativo* en vez de endeudamiento, la forma de calcular el flujo del inversionista difiere del procedimiento explicado para el financiamiento bancario, por cuanto el total de la cuota del *leasing* es considerada como gasto deducible de impuesto, similar a cualquier alquiler de un bien inmueble, por ejemplo.

Como se busca medir la rentabilidad de los recursos propios, en la columna cero se colocará el total de la inversión menos el valor de los activos que se financiarán con el *leasing*. Nótese que, en este caso, la inversión neta que aparecerá en el momento cero corresponderá a los recursos que tendrá que aportar el inversionista.

Si se incorpora la opción de financiamiento por *leasing* para financiar el 60% de la inversión en la primera máquina del ejemplo anterior, y suponiendo que ello conlleva a pagar una cuota anual de $15.000, también en seis años se tendría un flujo de caja para el inversionista como el que muestra la tabla 7.4. En este caso, en el momento cero se anota sólo aquella parte de la inversión que corresponde financiar antes del inicio de la operación, por cuanto el pago por la compra de los activos se hace diferido en seis años.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingreso		100.000	120.000	126.000	141.372	144.199	147.083	150.025	153.026	156.086	159.208
Venta activo							50.000				
Costo variable		-30.000	-36.000	-37.800	-38.556	-39.327	-40.114	-40.916	-41.734	-42.569	-43.420
Costo fijo		-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
Leasing		-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000				
Depreciación construcción		-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000
Depreciación maquina		-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
Valor Libro							-16.000				
Utilidad		26.000	40.000	44.200	58.816	60.872	96.970	74.109	76.291	78.517	80.788
Impuesto		-4.420	-6.800	-7.514	-9.999	-10.348	-16.485	-12.599	-12.970	-13.348	-13.734
Utilidad neta		21.580	33.200	36.686	48.817	50.524	80.485	61.511	63.322	65.169	67.054
Depreciación construcción		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Depreciación maquina		4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Valor Libro							16.000				
Terreno	-80.000										
Construcción	-200.000										
Maquinaria	-40.000						-100.000				
Capital de trabajo	-25.000	-3.000	-900	-378	-386	-393	-401	-409	-417	-426	31.710
Valor de desecho											290.000
Flujo	-345.000	27.580	41.300	45.308	57.432	59.131	5.084	76.101	77.904	79.744	403.764

Tabla 7.4
Flujo de caja del inversionista (con *leasing*).

Nótese que se desembolsa una inversión inicial de sólo $345.000 en circunstancias en que el proyecto utiliza activos valorados en $405.000. Esto se debe a que el 60% de la inversión fija es financiada por la vía de un arrendamiento. Como se puede observar, la depreciación también disminuye en este caso, por cuanto el ahorro tributario del *leasing* se obtiene sobre el total de la cuota y sólo el monto no financiado con *leasing* se deprecia para aprovechar el descuento tributario restante.

Cuando la inversión se financia con deuda, se aprovecha el ahorro tributario sólo de los intereses del préstamo (no sobre todo el servicio de la deuda que incluye, además, las amortizaciones de esa deuda) y de la depreciación de los activos comprados con dicho préstamo. Con el *leasing* se asume que, en este ejemplo, 60% de las máquinas es alquilado, obteniéndose un ahorro tributario sobre el monto total de la cuota.

De acuerdo con lo anterior, la inclusión de los efectos tanto de la deuda como del *leasing*, permiten medir la rentabilidad de los recursos propios invertidos y no la rentabilidad del proyecto.

Por otra parte, cuando un proyecto es evaluado desde la perspectiva de la institución financiera que tiene que decidir si entrega los recursos solicitados en préstamo,

se hace necesario considerar si el proyecto es capaz de generar los recursos suficientes para amortizar la deuda y para pagar los intereses que devengue, en los plazos y con las condiciones que se le definan.

Un proyecto puede ser rentable pero no tener capacidad de pago. Por ejemplo, cuando el valor de desecho, que no significa ingresos ni constituye liquidez para el negocio, es de una cuantía significativa, puede determinar una alta rentabilidad para el proyecto. Sin embargo, como el valor de desecho valora los activos que tendrá el proyecto al final de su período de evaluación o mide el valor del negocio, su monto no es un recurso disponible para enfrentar el pago del crédito recibido.

Cuando se evalúa un proyecto, para calcular tanto la rentabilidad de la inversión como la del inversionista, se deberán incluir todos los beneficios. Cuando se mide la capacidad de pago se deberán excluir aquellos beneficios que no constituyan ingresos: el valor de desecho y la recuperación del capital de trabajo, cuando corresponda.

Si se acepta dar crédito a un proyecto que es rentable cuando se evalúa con todos sus beneficios, pero que no lo es cuando no se considera su valor de desecho, ello significaría que la única forma de que se pague el crédito es con la venta del negocio. Difícilmente un banco otorgará un crédito para financiar un activo si la única forma de responder al crédito es vendiendo el activo, a menos que se demuestre la capacidad de pago recurriendo a otras fuentes de recursos distintas de las generadas únicamente por el proyecto.

7.3 Situación base frente a situación con proyectos o análisis incremental

La estructura general de construcción de cualquier flujo de caja es la misma, cualquiera sea el objeto de la inversión o la finalidad del estudio. Sin embargo, cuando el proyecto se evalúa para una empresa en marcha se pueden presentar distintas situaciones que deben ser claramente comprendidas para poder emplear en forma correcta los criterios que incorporen las particularidades de cada una de esas situaciones.

Cuando se comparan proyectos con distintas vidas útiles, dos procedimientos destacan sobre el resto: evaluar todos los proyectos al plazo de término del que tiene la menor vida útil o calcular el costo anual equivalente de las opciones. En el primer caso, se asume que si el máximo tiempo que puede mantenerse una situación está dada por la opción de menor vida útil, la evaluación considerará la conveniencia de mantener esa opción por todo el resto de su vida útil o sustituirla hoy por otra. Es decir, si la empresa tuviera un equipo usado cuya vida útil es de cinco años más y su alternativa en el mercado tuviera una vida útil de ocho años, la evaluación supone que las opciones

son cambiar hoy el equipo usado o hacerlo al cabo de cinco años, al término de su período esperado de uso[3].

El valor de desecho de la alternativa de mayor duración reflejará los beneficios adicionales que podrían esperarse de su mayor vida útil.

En el segundo caso se supone que las opciones de distinta vida útil son repetibles en el largo plazo, por lo que calcular un flujo promedio anual en que se consideren los costos de inversión, operación y capital, así como los beneficios de operación y remanentes de la inversión, es equivalente a evaluar ambas en el muy largo plazo.

Cuando un proyecto mide la conveniencia de un reemplazo de activos, generalmente será irrelevante el cambio en los niveles de capital de trabajo para financiar la operación del negocio. Pero cada vez que se evalúe y sea una ampliación de la capacidad como la internalización de algún proceso de la empresa o el abandono u *outsourcing* de alguna actividad realizada internamente, se deberá incluir, según corresponda, el incremento o disminución de la inversión mantenida en capital de trabajo.

Una primera forma de determinar la conveniencia de una inversión que genere un cambio respecto de una situación existente es la que se realiza mediante la proyección de dos flujos de caja cuyos resultados deben ser comparados: uno para lo que se denomina la *situación base*, o sin proyecto, y otro para la *situación con proyecto*.

En ambos casos se deberá estimar el comportamiento del flujo de caja que efectivamente se espera que pueda ocurrir si se optara por seguir uno u otro curso de acción. Por ejemplo, si el proyecto evalúa la conveniencia de realizar un reemplazo de alguna maquinaria, se deberá anotar, en el momento cero (hoy) de la situación con proyectos, el beneficio dado por la posibilidad de la venta del equipo en uso y la inversión por la compra del sustituto. Por este concepto, sin embargo, no se deberá anotar ningún valor en la situación base, por cuanto ni se venderá el equipo actual ni se comprará uno nuevo.

Cuando las dos situaciones tienen variables comunes, éstas podrán obviarse por ser irrelevantes para la decisión. Por ejemplo, si los ingresos son idénticos al elegir el sistema de transportes para la empresa, este ítem podrá omitirse en la situación base y en la situación con proyecto y efectuar la comparación por el criterio de mínimo costo[4].

Una alternativa al criterio de comparar la situación base con la situación con proyecto es efectuar un *análisis incremental* el que, correctamente aplicado, debe conducir al mismo resultado. Por ejemplo, si con el criterio anterior correspondiera anotar en el flujo de caja de la situación base un costo de $1.000 por consumo de energía y en la situación con proyecto este ítem baja a $800, en la construcción del flujo incremental

[3] Un procedimiento distinto, que se expone en los siguientes capítulos, se utiliza para determinar el momento óptimo de la sustitución.

[4] Este punto se analiza con más detalle en el capítulo 8.

se deberá anotar un beneficio de $200 por el ahorro de costos en el consumo de energía, si es que se ejecuta el proyecto.

De acuerdo con esto, el resultado de ambas alternativas debe no sólo conducir a la misma decisión, sino también mostrar exactamente la magnitud monetaria de la diferencia de los resultados. Por ejemplo, si el resultado de la primera alternativa muestra un beneficio neto para la empresa de $10.000 en la situación base y de $13.000 para la situación con proyecto, en el análisis incremental el resultado tendría que mostrar un beneficio neto de $3.000, que reflejaría en cuánto mejora la situación de la empresa (o empeora) si se ejecuta el proyecto. Con este criterio, si el resultado incremental fuese negativo en $4.000, no debe interpretarse como una pérdida atribuible a si se hace el proyecto, sino a una baja comparativa de los beneficios por este monto.

El siguiente ejemplo muestra la forma de construir el flujo de caja mediante los dos procedimientos alternativos: a) comparando la situación base respecto de la situación con proyecto; y b) mediante un análisis incremental.

Ejemplo 7.3

Suponga que una empresa está estudiando la posibilidad de cambiar el vehículo que actualmente usa por otro nuevo que posibilitaría la reducción de sus altos costos de mantenimiento y repuestos. Ambos vehículos prestan el mismo servicio, por lo que se considera que los beneficios directos no son relevantes para la decisión.

El vehículo actual se compró hace tres años en $1.000. Hoy tiene un valor de mercado de $500 y una vida útil de cinco años más, al cabo de los cuales tendrá un valor de mercado de $60. El costo de funcionamiento anual se estima constante en $400.

El nuevo vehículo tiene un valor de $1.200 pero permite reducir los costos de funcionamiento a sólo $300.

Ambos vehículos se deprecian linealmente en un total de cinco años. El vehículo actual se ha revalorizado contablemente en el pasado, registrando un valor libro actual de $440 y restándole dos años por depreciar. La tasa de impuesto a las utilidades es del 15%.

En consideración a que el vehículo actual tiene una vida útil máxima de otros cinco años, se comparará la conveniencia de quedarse por ese período con el vehículo actual o el nuevo. Si el activo nuevo tuviese una vida útil estimada de siete años, se debe calcular su valor de desecho al final del período de evaluación, ya que no se proyecta venderlo al final del quinto año. Para ello, suponga que se espera un valor de mercado de $320 si tuviese cinco años de uso.

En primer lugar, se construirá el flujo de caja de la situación base, siguiendo los cinco pasos siguientes:

a. *ingresos y egresos afectos a impuestos*: se incluye el ingreso por la venta del equipo actual al final de su vida útil y el egreso asociado al costo de funcionamiento;

b. *gastos no desembolsables*: debido a que el vehículo actual todavía tiene dos años por depreciar y su valor libro actual es $440, deberá contarse una depreciación de $220 para cada uno de los dos primeros años; equivalente al 50% del valor libro revalorizado. Como al final del quinto año el vehículo está totalmente depreciado, su valor libro al momento de venderse será cero;

c. *cálculo de impuestos*: en este caso la utilidad del proyecto base arroja un resultado negativo por no haberse incluido los ingresos de la empresa que, como se mencionó, son iguales para ambos vehículos y, por lo tanto, irrelevantes para la decisión. Por esto, no se considera el impuesto como cero, sino que se mide el ahorro tributario con que contribuye esta opción hacia el total de la empresa, al bajar la utilidad total de ella;

d. *ajuste por gastos no desembolsables*: se anota con signo positivo la depreciación restada para calcular la utilidad contable e impuesto, como una forma de anular su efecto por no constituir movimiento de caja. Si el vehículo hubiese tenido valor libro al momento de venderse, también debería sumarse para eliminar su efecto sobre el flujo;

e. *ingresos y egresos no afectos a impuestos*: en este ejemplo, la situación base no requiere hacer nuevas inversiones. Tampoco existe valor de desecho del vehículo, por cuanto se consideró su venta al final de período de evaluación, ni se informa de cambios en la inversión en capital de trabajo.

El flujo de caja resultante para la situación base se muestra en la tabla 7.5

Sin proyecto	0	1	2	3	4	5
Venta activo						60
Costo funcionamiento		-400	-400	-400	-400	-400
Depreciación		-220	-220			
Valor libro						0
Utilidad		-620	-620	-400	-400	-340
Impuesto		93	93	60	60	51
Utilidad neta		-527	-527	-340	-340	-289
Depreciación		220	220			
Valor libro						
Flujo		-307	-307	-340	-340	-289

Tabla 7.5
Flujo de caja situación base o sin proyecto.

En la situación con proyecto se observan los siguientes componentes del flujo de caja.

a. *ingresos y egresos afectos a impuesto*: si se hace el reemplazo, se podrá vender el vehículo actual en $500. No se anota la venta del activo nuevo dentro de cinco años, debido a que lo más probable es que en esa oportunidad no se venda, por lo que se debe registrar como valor de desecho. El nuevo costo de funcionamiento baja, en esta alternativa, a $300 anuales;
b. *gastos no desembolsables*: incluye la depreciación anual del activo en cinco años y el valor libro del vehículo que se vende, el que corresponde a lo que le falta hoy por depreciar;
c. *cálculo de impuesto*: el cálculo es similar al de la situación base, aunque en el momento cero se observa un efecto tributario negativo por el aumento de las utilidades contables generado por la venta del vehículo;
d. *ajuste por gastos no desembolsables*: se sigue el mismo procedimiento de la situación base;
e. *ingresos y egresos no afectos a impuestos*: incluye el valor de la inversión de reposición en el momento cero y el valor de desecho, o valor remanente de la inversión, que se calculó por método comercial de la siguiente forma:

Venta activo	320
Valor libro	0
Utilidad	320
Impuesto (15%)	-48
Utilidad neta	272
Valor libro	0
Valor de desecho	272

En este caso no es conveniente aplicar el método contable, ya que la vida útil contable de los vehículos difiere mucho de la vida útil real, distorsionándose los resultados. En este ejemplo, ambos vehículos tienen un valor libro de cero al final del quinto año; sin embargo, mientras el vehículo actual no tendrá uso alternativo al cabo de ese periodo, al vehículo nuevo le restarán todavía dos años más de vida. Obviamente, en ese momento, ambos activos no pueden tener el mismo valor.

El método del valor de desecho económico tampoco se puede aplicar, ya que al excluir los ingresos, por considerarlos irrelevantes para la decisión, se trabaja con flujos negativos que hacen imposible valorar el remanente de la inversión actualizando costos.

El flujo resultante para la situación con proyecto se expone en la tabla 7.6.

Tabla 7.6
Flujo de caja con proyecto.

Con proyecto	0	1	2	3	4	5
Venta activo	500					
Costo funcionamiento		-300	-300	-300	-300	-300
Depreciación		-240	-240	-240	-240	-240
Valor libro	-440					
Utilidad	60	-540	-540	-540	-540	-540
Impuesto	-9	81	81	81	81	81
Utilidad neta	51	-459	-459	-459	-459	-459
Depreciación		240	240	240	240	240
Valor libro	440					
Inversión	-1.200					
Valor desecho						272
Flujo	-709	-219	-219	-219	-219	53

Nótese que si en vez de anotar un valor de desecho de $272 se hubiese incluido en el flujo un valor de venta del activo de $320 antes de impuesto en el momento 5, el resultado seguiría siendo de $53. Sin embargo, debe anotarse como valor de desecho porque no constituirá parte de los ingresos que permiten medir la capacidad de pago.

De la medición de la rentabilidad de ambas opciones, de acuerdo con el criterio del valor actual de costos que se describe en el siguiente capítulo, se concluirá cuál es la más conveniente. En este caso, se optará por la menos negativa de las dos.

Una forma alternativa de llegar a la misma información de apoyo a la decisión es la de construir directamente un flujo de caja incremental.

Para ello se debe incluir la variación ocasionada en cada ítem presupuestado en el flujo por la eventual aprobación del proyecto de sustitución, siguiendo también los cinco pasos anteriores.

a. *ingresos y egresos afectados a impuestos*: se debe incluir con signo positivo el mayor ingreso por la venta del vehículo actual en el momento cero y el menor ingreso presupuestado al final del quinto año por dejar de venderse el activo ese año. Se agrega con signo positivo el ahorro o reducción de los costos de funcionamiento que permite trabajar con un vehículo nuevo;

b. *gastos no desembolsables*: incluyen la variación esperada en la depreciación y valor libro. Respecto de la depreciación, el nuevo vehículo permite a la empresa incrementar este gasto en $20 cada uno de los dos primeros años y en $240 del tercero al quinto. El valor libro va con signo negativo en el momento cero y, si hubiese sido distinto a cero, con signo positivo en el momento cinco. Esto debe ser así porque, al igual como se anotó lo que se deja de percibir por la venta del vehículo, se debe incorporar el efecto tributario que se deja de ahorrar por no rebajar el valor libro de las utilidades contables presupuestadas para la empresa;

c. *cálculo del impuesto*: se procede de igual manera que en los casos anteriores;

d. *ajuste por gastos no desembolsables*: se reversan los "gastos no desembolsables" por no constituir movimientos de caja. Nótese que si el vehículo actual se hubiese reemplazado por otro más pequeño y de menor valor, la depreciación anual podría haber disminuido. Si así fuese, habría que considerar un "ahorro de depreciación" con signo positivo antes de impuesto y, por lo tanto, tendría signo negativo en la etapa de ajuste por gastos no desembolsables. El valor libro también se anula cambiando su signo después de impuesto. En este caso, va con signo positivo en el momento cero y con signo negativo en el momento cinco si hubiese tenido un valor distinto de cero;

e. *ingresos y egresos no afectos a impuesto*: incluyen la inversión inicial que determina la opción de hacer el reemplazo y su valor remanente al final del período de evaluación.

El resultado del flujo incremental se muestra en la tabla 7.7.

Tabla 7.7
Flujo de caja incremental.

Incremental	0	1	2	3	4	5
Venta activo	500					-60
Ahorro costo		100	100	100	100	100
Cambio depreciación		-20	-20	-240	-240	-240
Valor libro	-440					0
Utilidad	60	80	80	-140	-140	-200
Impuesto	-9	-12	-12	21	21	30
Utilidad neta	51	68	68	-119	-119	-170
Depreciación		20	20	240	240	240
Valor libro	440					0
Inversión	-1.200					
Valor desecho						272
Flujo	-709	88	88	121	121	342

Como se puede observar en la tabla 7.8, la diferencia entre los flujos de caja de la situación base y la situación con proyecto coincide con el flujo de caja del análisis incremental. Como se verá más adelante, la rentabilidad de la inversión incremental corresponde a la diferencia de las rentabilidades de las opciones analizadas.

	0	1	2	3	4	5
Con proyecto	-709	-219	-219	-219	-219	53
Sin proyecto		-307	-307	-340	-340	-289
Diferencia	-709	88	88	121	121	342

Tabla 7.8
Comparación de flujos con y sin proyecto versus flujo incremental.

7.4 Flujo de caja para una desinversión

Un caso particular de evaluación en empresa en marcha lo constituyen los *proyectos de desinversión* que consisten, como su nombre lo indica, en medir la conveniencia de liquidar parte de las inversiones, ya sea porque se estima que es un mal negocio (abandono) o porque existe otra opción más rentable (*outsourcing*) para mantener el nivel de operación, pero bajo otra estructura de costos.

La construcción de flujo de caja para esta situación confunde con frecuencia a quienes evalúan una opción de desinversión elaborando directamente un flujo incremental, debido a que los costos aparecen como beneficios (menor producción con ahorros de costos), los ingresos con signo negativo (menores ventas), las depreciaciones con signo positivo y el valor de desecho como negativo, entre otros. El siguiente ejemplo explica estas situaciones y cómo se debe proceder correctamente.

Ejemplo 7.4

Suponga que una empresa adquirió hace dos años una maquinaria capaz de producir 10.000 unidades anuales de un producto, para enfrentar una proyección original de ventas de 9.200 unidades. Sin embargo, no ha logrado posicionarse en el mercado, lo que se ha traducido en que ha alcanzado niveles de ventas que se han consolidado en sólo 4.600 unidades por año, con un precio unitario de $54. Los diferentes estudios de mercado indican que será muy difícil superar este nivel en el futuro.

Por esta razón y porque es imposible utilizar la capacidad ociosa de la maquinaria en otro uso alternativo, se ha decidido evaluar la conveniencia de vender este activo y sustituirlo por otro de menor capacidad y con una vida útil de sólo 5 años, plazo en que la empresa reevaluará continuar con este producto en el mercado. Los proveedores de maquinaria ofrecen un equipo alternativo que permite producir 4.500 unidades por año, lo que obligaría a reducir las ventas en 100 unidades en caso de aceptarse la sustitución.

El equipo actual se compró en $120.000. Hoy tiene un valor de mercado, como activo usado de $80.000. Su vida útil restante se estima en ocho años y se proyecta un precio de venta, en cinco años más, de sólo $15.000. En estos dos años no ha sido revalorizado contablemente. El costo de operación observado históricamente está constituido por:

Materiales	$ 8,2 por unidad
Mano de obra directa	$ 4,1 por unidad
Costo fijo de fabricación	$20.800 por año

El equipo nuevo tiene un valor de $70.000 y se calcula que si al final de su vida útil de 5 años podrá ser vendido en $18.000. Se estima, asimismo, que esta máquina podrá trabajar con costos fijos de fabricación de sólo $18.600 anuales, debido al menor gasto en seguros, mantenimiento y otros. No se esperan cambios en los costos variables de producción, ya que se estima que no habrá economías ni deseconomías de escala. Tampoco se considera que podrá impactar otros costos del resto de la empresa, como los de administración o ventas, ya que este producto es marginal dentro de toda la gama que se elabora actualmente.

Ambos equipos se pueden depreciar contablemente en diez años, independientemente del tiempo que la empresa desee quedarse con ellos. Los impuestos a las utilidades ascienden a un 15%.

La empresa mantiene una inversión en capital de trabajo equivalente a cuatro meses de costos variables, y exige aplicar este estándar a todos los proyectos que se evalúan en ella.

De acuerdo con esta información, el flujo de caja incremental toma la forma que muestra la tabla 7.9.

	0	1	2	3	4	5
Ingreso		-5.400	-5.400	-5.400	-5.400	-5.400
Venta de activos	80.000					18.000
Ahorro costos variables		1.230	1.230	1.230	1.230	1.230
Ahorro costos fijos		2.200	2.200	2.200	2.200	2.200
Valor libro	-96.000					-35.000
Depreciación		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Utilidad	-16.000	3.030	3.030	3.030	3.030	-13.970
Impuesto	2.400	-455	-455	-455	-455	2.096
Utilidad neta	-13.600	2.576	2.576	2.576	2.576	-11.875
Depreciación		-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000
Valor libro	96.000					35.000
Inversión fija	-70.000					
Capital de trabajo	410					-410
Valor de desecho						-18.150
Flujo	12.810	-2.425	-2.425	-2.425	-2.425	-435

Tabla 7.9
Flujo incremental para un proyecto de desinversión.

Los ingresos de $5.400 negativos durante los cinco años se explican por la menor venta de 100 unidades anuales, ocasionada por la incapacidad de la nueva máquina para mantener las ventas actuales.

Si se hace la sustitución, la empresa podría vender hoy el equipo viejo en $80.000 y el nuevo, al final de su vida útil real de cinco años en $18.000. Como el primero costó $120.000 y se deprecia en 10 años, su valor libro corresponde a los ocho años que falta por depreciar, es decir, ocho veces $12.000, lo que da $96.000. Por otra parte, el equipo nuevo se vendería justo en la mitad de su peróodo de depreciación por lo que su valor libro correspondería al 50% de los $70.000 de su precio de compra, o sea $35.000.

Al disminuir la producción en 100 unidades, la empresa deja de gastar $12,3 de costo variable por unidad ($1.230 anuales) y ahorra $2.200 de costo fijo. Ambos ahorros se consideran como beneficios y van con signo positivo en el flujo.

La depreciación aparece en este caso con signo positivo antes de impuesto, por cuanto al liberar la empresa un activo de mayor valor y sustituirlo por otro de menor precio, se reduce el monto de la depreciación anual en $5.000. La depreciación actual es de $12.000 y la del nuevo equipo sólo de $7.000.

El impuesto con signo positivo en el momento cero se explica porque la venta de la máquina actual con pérdidas contables hará disminuir la utilidad total de la empresa en $16.000, permitiéndole bajar el impuesto a pagar en $2.400 (el 15% de los $16.000). Lo mismo sucederá con el equipo nuevo cuando se venda en cinco años.

Como la depreciación se sumó antes de impuesto y no constituye ingreso, se resta para eliminar su impacto en el cálculo del flujo de caja.

Al reducir su nivel de actividad, la empresa va a requerir menos capital de trabajo, por lo que se puede recuperar anticipadamente $410, que se determinan como 4/12

de la disminución de los costos variables. Nótese que en el momento 5 aparece el mismo valor con signo negativo, indicando, de esta manera, que al hacer el proyecto se reduciría la recuperación del capital de trabajo pronosticado para el final del horizonte de evaluación.

Por último, el valor de desecho también aparece con signo negativo y corresponde al menor valor futuro que tendría el remanente de la inversión. Si no se hace el proyecto, el activo actual seguiría en la empresa al término del período de evaluación y aún le quedarían tres años por depreciar. Si se estima un precio de venta de $15.000 y su valor libro es de $36.000 (3 años por la depreciación anual de $12.000), el equipo se podría vender con una pérdida contable de $21.000, lo que posibilitaría reducir las utilidades globales de la empresa en ese monto y bajar los impuestos en la proporción del 1% correspondiente. Es decir, habría un ingreso de $15.000 que pagaría el comprador, al que debe sumarse el ahorro tributario que obtendría la empresa ($3.150), lo que permitiría estimar que, si no se hace el proyecto, el valor de desecho esperado alcanzaría a $18.150. Como al hacer el proyecto se incluye el ingreso por su venta en el momento cero, para ser consistente en el análisis, se debe considerar la reducción en el valor de desecho ocasionado por la venta anticipada de un activo que la empresa deja de tener por esa razón.

Sobre el flujo resultante se deberá hacer la evaluación, aplicando los modelos que se exponen en el capítulo siguiente, para determinar la conveniencia de efectuar la desinversión.

Otras situaciones típicas de desinversión se dan cuando la empresa evalúa vender el edificio donde funcionan la oficinas para optar por alquilarlas, comprar insumos en vez de fabricarlo o, como ya se mencionó, externalizar algún servicio que realiza internamente.

7.5 Alquilar o comprar

La decisión de comprar o alquilar las instalaciones de la empresa está asociada a consideraciones muy distintas en la construcción del flujo de caja del proyecto. Mientras la primera obliga a un desembolso inicial fuerte, a menores egresos posteriores, a un efecto tributario basado en la depreciación futura del activo comprado y a incluir el valor de desecho al término del período de evaluación, la segunda se asocia básicamente con el egreso del canon de alquiler y su efecto tributario.

Existen, sin embargo, situaciones donde las opciones de compra o alquiler no corresponden a activos comparables, con lo que se ven afectados los ingresos generados por la mayor o menor actividad vinculada a cada opción, ya sea por sus tamaños o por la localización de las alternativas.

En otros casos, la decisión se verá afectada por la disponibilidad de recursos, su uso alternativo o la búsqueda de una situación que permita flexibilizar la decisión si cambian las condiciones a futuro.

Desde un punto de vista estrictamente económico, la evaluación se puede hacer determinando en cuánto mejora o empeora la situación del proyecto si decide comprar en vez de alquilar sus instalaciones.

Ejemplo 7.5

Una empresa que busca extender su cadena de discotecas a la principal ciudad de la costa del país debe resolver entre alquilar un local que funcionaba como restaurante o comprar las instalaciones de una antigua discoteca. Su proyecto es sólo a cinco años, pues estima que la juventud cambia sus preferencias a locales de moda cada cierto tiempo. Por ello, al cabo de cinco años se considera como escenario más probable el de la venta de la propiedad.

El local susceptible de ser alquilado está valorado en $16.000, tiene un derecho de llave de $1.500 y el monto de alquiler asciende a $270 mensuales. El contrato se deberá firmar por cinco años. El dueño informó que los gastos generales del local, como agua, luz y teléfono, entre otros, alcanzan a $20 mensuales, que los gastos de mantenimiento son de aproximadamente $15 mensuales, y que el seguro contratado tiene una prima anual de $850. Este local tiene un estacionamiento que se incluye en el valor del alquiler. Si se opta por este local, se deberá considerar un monto de $1.800 para efectuar un conjunto de remodelaciones que demorarían dos meses, el que será cancelado contra avance de la obra a los contratistas en pagos idénticos. Se convino con el dueño del local que la remodelación correría por cuenta de él, pero el alquiler aumentaría en $15 mensuales. El contrato comenzaría a regir una vez finalizadas las obras de remodelación. Asimismo, el contrato de alquiler obligaría al locatario a pagar las contribuciones del mismo, mientras dure el contrato.

Por otra parte, el local que se podría comprar tiene dimensiones y ubicación similares al anterior, por lo que la operatoria del negocio no debería sufrir mayores modificaciones y no existirían efectos sobre la demanda o los ingresos. Su precio es de $19.000, que deben ser cancelados al inicio de las obras de remodelación, que demorarían también dos meses e implicarían dos pagos contra estado de avance de $1.000 cada uno. El valor de salvamento de este local se estima equivalente a su valor contable al final del horizonte de evaluación definido en cinco años, producto de la imposibilidad de pronosticar algo distinto en este respecto. El seguro que se debería contratar tiene una prima de $600 al año, mientras que los gastos generales se estiman en $25 mensuales y los de mantenimiento en $15, también mensuales. Este local no posee estacionamientos, pero se tendría la posibilidad de alquilar a una universidad colindante sus estacionamientos durante las noches, por $250 al año.

En ambos casos, el valor fiscal sobre el cual se pagan las contribuciones (impuesto territorial o impuesto patrimonial, si corresponden) al Estado por el bien inmueble es equivalente al valor de mercado del bien, estimándose un incremento de este valor en un 2% anual. Las contribuciones alcanzan al 2% del valor fiscal y se pagan una vez al año. La autoridad tributaria fija la depreciación de activos en 10 años, la amortización de los activos nominales o intangibles (derecho de llave) en tres años y los impuestos a las utilidades en un 15%.

La tabla 7.10 muestra el resultado del flujo incremental si se opta por comprar en vez de alquilar. Nótese que, en este caso, se asumen todos los costos y beneficios de comprar y se evitan todos los vinculados con alquiler, lo que es similar a construir y comparar los flujos de la caja de la opción de comprar con la de alquilar.

Tabla 7.10
Flujo de caja incremental entre comprar o alquilar.

	0	1	2	3	4	5
Ahorro de alquiler		3.170	3.170	3.170	3.170	3.170
Mayores gastos generales		-60	-60	-60	-60	-60
Ahorro en seguro		250	250	250	250	250
Mayores contribuciones		-60	-61	-62	-64	-65
Mayor por depreciación		-2.100	-2.100	-2.100	-2.100	-2.100
Menor amortización		500	500	500	0	0
Venta del local						10.500
Valor libro del local						-10.500
Utilidades		1.700	1.699	1.698	1.196	1.195
Impuesto 15%		-255	-255	-255	-179	-179
Utilidades netas		1.445	1.444	1.443	1.017	1.016
Valor libro del local						10.500
Ajuste depreciación		2.100	2.100	2.100	2.100	2.100
Ajuste amortización		-500	-500	-500	0	0
Compra local	-19.000					
Remodelación	-200					
Gastos financieros	-14					
Ahorro derecho de llave	1.500					
Flujo de caja	-17.700	3.045	3.044	3.043	3.117	13.616

El ahorro de costos de alquiler se calcula por la diferencia entre pagar 12 veces $285 al año por el alquiler y el mantenimiento o una vez $250 por los estacionamientos. Los gastos generales aumentan de $20 a $25 mensuales, lo que significa al año un mayor costo de $60 si se opta por comprar. Los seguros disminuyen de $850 a $600, con lo que se obtendría un ahorro anual de $250. Las contribuciones aumentan de un 2% de los $16.000 que por contrato se obliga a pagar el arrendatario, a un 2% de los $19.000 de la compra de la propiedad. En los años siguientes se consideró un incremento del 2% real en el valor de las propiedades. Si se compra la propiedad, la empresa podrá aprovechar el beneficio tributario de la depreciación, la que se calcula dividiendo el total de las inversiones ($21.000) en los diez años de depreciación. Al comprar, la empresa deja de aprovechar el gasto contable que permitiría el derecho de llave, por lo que aparece con signo positivo su menor amortización, la que se calcula dividiendo en tres años los $1.500, el que se habría tenido que pagar por él si se alquila el local. Si se compra la propiedad, al final del quinto año tendrá un valor de venta equivalente a su valor libro, $10.500, que corresponde al saldo por depreciar (50% de la inversión).

Siguiendo los procedimientos ya explicados, se calcula la utilidad antes de impuesto, el impuesto y la utilidad neta. Posteriormente, se anula el efecto de los gastos que no constituyen movimientos de caja sumando el valor libro y la depreciación, y restando el derecho de llave.

Como último paso, se anotan los costos y beneficios que no están afectos a impuestos: la compra del local en $19.000, y el mayor gasto por remodelación, que asciende a $200. Como la compra evita pagar $1.500 de derecho de llave, esta cifra se anota con signo positivo para expresar el ahorro que se logra en este ítem.

Preguntas y problemas

7.1 Explique el concepto de horizonte de evaluación y su relación con el ciclo de vida real del proyecto.

7.2 Al comparar proyectos alternativos, se pueden identificar tres tipos de relaciones, de acuerdo con su vida útil. Descríbalas y explíquelas.

7.3 ¿Qué información debe incluirse en cada momento o columna de un flujo de caja?

7.4 Enuncie las cinco etapas básicas para la construcción de un flujo de caja y explique brevemente en qué consiste cada una de ellas.

7.5 ¿Es posible que en algunos proyectos deba sumarse la depreciación para calcular la utilidad antes de impuestos, en vez de restarla como se hace para elaborar un estado de resultados?

7.6 Comente la siguiente afirmación: "Si se proyecta la compra de un activo en el momento cero, se debe anotar el egreso antes de impuesto, por constituir un desembolso que reduce la riqueza de la empresa".

7.7 "La compra de cualquier activo tendrá siempre un efecto tributario, ya sea en el momento de su adquisición o por su posterior depreciación". Comente.

7.8 Explique por qué el calendario de inversiones puede incluir ítems que no constituyen inversiones.

7.9 "Al sustituir un activo durante el horizonte de evaluación no deben incluirse cambios en la inversión en capital de trabajo". Comente.

7.10 ¿En qué casos se debe incluir en un proyecto que se evalúa en un horizonte de diez años, la reposición de un activo que tiene una vida útil de diez años?

7.11 En la evaluación de un proyecto se utiliza una tasa de costo de capital anual del 12%. Si el calendario de inversiones se elabora mensualmente, ¿qué tasa de descuento se debe utilizar?

7.12 Para la evaluación de un proyecto de la capacidad de evacuación de residuos mediante la instalación de tuberías, se ha elaborado una carta Gantt con las tareas a realizar, previas a su puesta en marcha. Con la información que muestra el cuadro siguiente, determine el valor capitalizado de la inversión al momento cero del flujo de caja del proyecto, si la tasa anual de descuento que emplea la empresa es de un 18%.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Instalación faenas	136										
Movimiento tierras		200	140	140							
Obras civiles			315	315	330	360	400				
Compra acueductos		980	0								
Montaje acueductos						110	0	170			
Supervisión faenas	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Sellado tuberías									890		
Alquiler maquinaria		70	70	70	70	70	70	70	70		
Seguros		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Nivelación terrenos											220
Pruebas										60	60
Puesta en marcha									632	632	632

7.13 Una empresa evalúa la conveniencia de ampliarse, para lo cual está considerando tres opciones:

a. invertir hoy $6.000 en una máquina que cubre las necesidades actuales y proyectadas de producción.
b. Invertir hoy en una máquina pequeña de $4.000 y suplementarla con otra máquina igual y del mismo valor dentro de cuatro años más para que, entre ambas, puedan enfrentar los requerimientos de ampliación de la producción.
c. Comprar la máquina pequeña hoy y sustituirla por la primera en cuatro años más.

Si el valor de desecho de la máquina grande es de $700 al cabo de ocho años del horizonte de evaluación y si la pequeña tiene un valor de desecho de $800 con cuatro años de uso y de $ 500 con ocho años, elabore los flujos de caja básicos para comparar estas tres alternativas con la opción de ampliar. Suponga que todas las máquinas se deprecian en 10 años, una tasa del 15% de impuestos y que los costos de producción son los mismos, cualquiera sea la máquina que se utilice.

7.14 Una empresa encarga construir los flujos de caja para evaluar la conveniencia de sustituir un equipo que se compró hace seis años en $12.000.000 y que hoy tiene un valor de venta en el mercado de $4.000.000. Su vida útil restante es de seis años más, al cabo de la cual se podrá vender en $1.000.000. Sus costos de operación se suponen constantes en $3.000.000 anuales. Este equipo no ha sido revalorizado en el pasado.

El equipo nuevo requiere invertir $15.000.000, tiene una vida útil de 10 años, al término de la cual se podrá vender en $2.500.000. Su costo de operación anual es de $2.300.000. Ambos activos se deprecian en un total de diez años. La tasa de impuesto a las utilidades es de 15%. Con esta información, construya el flujo de caja para un horizonte de evaluación de seis años, justificando el valor que asigne al equipo nuevo al final del período de evaluación.

7.15 Explique en qué situaciones el método comercial para calcular el valor de desecho es el más conveniente para evaluar un proyecto.

7.16 Un local de expendio de refrescos compró hace cinco años un congelador en $28.000. Su valor libro actual es de $12.000 y le restan cinco años de vida contable, donde se espera poder venderlo en $2.000. La disminución que han experimentado las ventas del negocio hace aconsejable evaluar la conveniencia de sustituirlo por otro más pequeño, que tiene un valor de $14.000 y que requiere gastos de $1.000 en montaje y supervisión de la instalación. El congelador en uso tiene una vida útil real restante de ocho años y un valor de mercado actual de $16.000. El costo del seguro asciende anualmente, para ambos activos, a un 6% del valor contable vigente al inicio del año.

La función de costos de mantenimiento y reparaciones está determinada por una función, calculada en base histórica, del tipo:

$$y = 19x^2 + 49x + 3.631$$

donde **y** es el costo del mantenimiento anual y **x** el número de años de antigüedad del equipo. El congelador nuevo tiene una vida útil real y contable de diez años y su valor de desecho se calcula por el método contable. La tasa de impuestos es 15%. Con esta información, construya los flujos de caja para comparar ambas alternativas.

7.17 Enuncie las principales particularidades de un flujo de caja para evaluar una desinversión.

7.18 Comente la siguiente afirmación: "Al evaluar las opciones de comprar o alquilar las bodegas de la fábrica, los ingresos son irrelevantes y no deben incluirse en el flujo de caja, con excepción de la posibilidad de venta del activo si se opta por la compra".

7.19 Explique en qué se diferencian los flujos de caja para medir la rentabilidad del proyecto y la rentabilidad del inversionista.

7.20 Analice la diferencia que se observa en dos flujos de caja que miden, respectivamente, la rentabilidad del inversionista al financiar parte de la inversión con deuda y al financiarla con *leasing*.

7.21 ¿Puede un proyecto ser rentable y no tener capacidad de pago? ¿Y no ser rentable y tener capacidad de pago?

7.22 En la evaluación de un proyecto para la creación de un nuevo negocio, se determinan los siguientes ítems de egresos:

Inversión en capital de trabajo	10.000
Inversión en equipos y mobiliario	50.000
Inversión en terrenos	50.000
Gastos de puesta en marcha	15.000
Costo del estudio de viabilidad	8.000

¿Cuál es el flujo de caja del período cero?

7.23 El departamento de mantenimiento de una empresa evalúa el reemplazo de una tecnología intensiva en mano de obra por otra intensiva en capital. Al hacer el reemplazo, debe despedir personal ahorrándose el costo de la mano de obra. Indirectamente, al haber menos personal, se puede también reducir el personal

encargado de dar alimentación a ese personal que, como está conformado principalmente por mujeres jóvenes, casadas y con hijos, haría también reducir el personal de la guardería infantil. Este último ahorro:

a. No corresponde considerarlo por no estar asociado directamente al proyecto.
b. Debe ser considerado sólo para fines contables.
c. Debe considerarse directamente en los beneficios económicos de hacer el proyecto.
d. Ninguna de las anteriores.

Explique y fundamente su respuesta.

7.24 Los beneficios que no constituyen movimientos de caja son:

a. El valor de desecho del proyecto.
b. El valor de desecho y la recuperación del capital de trabajo.
c. El valor de desecho y ocasionalmente la recuperación del capital de trabajo.
d. La recuperación del capital de trabajo.

7.25 "No siempre se debe incluir la recuperación del capital de trabajo en el último período de un flujo de caja, porque se recupera generalmente mucho antes del período de evaluación". Comente.

7.26 Enuncie al menos dos situaciones donde no se incluye la recuperación en capital de trabajo al construir el flujo de caja.

7.27 ¿Cómo se denomina el concepto valor de los activos al final del período de evaluación: valor residual, valor de desecho, valor libro o valor comercial?

7.28 En un proyecto que se evalúa en un horizonte de diez años hay una máquina que debe reemplazarse cada cinco años. Al final del décimo año la inversión para su reposición:

a. Siempre debe incluirse en flujo de caja.
b. Nunca debe incluirse.
c. Es indiferente incluirlo.
d. A veces debe incluirse y a veces no.

7.29 Comente la siguiente afirmación: "Es posible medir la capacidad de pago de un proyecto analizando el flujo de caja del inversionista".

7.30 Una empresa requiere una inversión total de $40.000 para ampliar su negocio y está evaluando pedir un préstamo por el 60% de ese monto a 5 años plazo. Si la tasa de interés del préstamo es de 14% anual y la tasa de impuestos es del 15%, determine el efecto neto del endeudamiento sobre el flujo de caja del proyecto desde el momento 0 al 5.

7.31 Si la misma empresa tiene la opción de tomar un *leasing* en cinco cuotas iguales de $7.160 para financiar la compra de activos por $24.000, evitando así endeudarse, ¿qué efecto neto tiene sobre el flujo de la caja del proyecto desde el momento 0 al 5?

7.32 Explique el concepto de *leasing* y la diferencia entre el *leasing financiero* y el *operativo*.

Bibliografía

BIERMAN, H. y S. SMIDT. *The Capital Budgeting Decision; Economic Analysis of invesment project*. Macmillan, New York, 1993.

BLANK, L. y A. TARQUIN. *Ingeniería económica*. McGraw-Hill, Santa Fe de Bogotá, 1991.

BOND, E. *How to… Prepare a Cash Flow Statement*. http://edge.lowe.org/resoure/document/htmldocs/6332.htm, Entrepreneurial Edge Online, Edward Low Foundation, Cassopolis. MI, 1996.

BREALEY, R y S. MYERS. *Fundamentos de financiación empresarial*. McGraw-Hill, Madrid, 1993.

BUSINESS SERVICE CENTRE. *Preparing a cash flow forecast*. http://www.sb.gov.bc.ca/smallbus/workshop/cashflow.html; Canadá, British Columbia, 2000.

CONTE, M. *Apuntes sobre evaluación de proyectos.* http://www.cema.edu.ar/mcg, Buenos Aires, 2000.

CONTRERAS, M.E. *Formulación y evaluación de proyectos*. UNAD, Santa Fe de Bogotá, 1997.

EROSSA, V. *Proyectos de inversión en ingeniería*. Limusa, México, 1987.

INFANTE, A. *Evaluación financiera de proyectos de inversión*. Norma, Bogotá, 1988.

KELETY, A. *Análisis y evaluación de inversiones*. EADA, Gestión, Barcelona, 1992.

KOPPENHAVER, G. *Estimación del flujo de fondos*. http://www.econ.iastate.edu/faculty/lence/ias/finmgm/cfe/, Iowa State University, 1998.

ROSS, S.; R. WESTERFIEDL y J. BRADFORD. *Fundamentos de finanzas corporativas*. Irwin, Madrid, 1993.

SAPAG, N. y R. SAPAG. *Preparación y evaluación de proyectos*. McGraw-Hill, Santa Fe de Bogotá, 2000.

STOCKTON, C. *Cash Flow Learning Trail.* http://bized.ac.uk/stasup/options/cashflow.htm, St, Michael's Llanelli Economics & Business Studes, 2000.

TISSOT M. Evaluación de proyectos. http://members.tripod.com, Universidad Santiago de Cali, 1999.

VARELA R. *Evaluación económica de inversiones*. Norma, Bogotá, 1989.

VÉLEZ, I. *Decisiones de inversión: una aproximación al análisis de alternativas*. Centro Editorial Javeriano, Santa Fe de Bogotá, 1998.

VÉLEZ, I. *Why we subtract the change in working capital when defining free cash flows*? http: //papers.ssrn.com/so13/papers.cfm?abstractid=722259. Social Science Research Network.

CAPÍTULO

8

Cálculo y análisis de la viabilidad económica

La medición de la rentabilidad económica de un proyecto no es fácil por las enormes dificultades que existen para pronosticar el comportamiento de todas las variables que condicionan su resultado. Por ello, lo común es explicar que lo que se evalúa es uno, quizás el más probable, de los escenarios que podría enfrentar un proyecto. El cálculo de la rentabilidad de cada uno de los escenarios es una de las tareas más simples, fáciles y certeras del trabajo del evaluador. La determinación de la rentabilidad propiamente tal es un proceso mecánico que conduce siempre a un único resultado. Por eso en este capítulo, más que exponer el desarrollo de las fórmulas para calcular los criterios de evaluación, se profundiza en la interpretación de los resultados, los efectos de las distintas formas de financiación, las alternativas analíticas y la sensibilización de los resultados.

8.1 Conceptos básicos de matemáticas financieras

La rentabilidad de un proyecto se puede medir de muchas formas distintas: en unidades monetarias, en porcentaje o en el tiempo que demora la recuperación de la inversión, entre otras. Todas ellas se basan en el concepto del valor tiempo del dinero, que considera que siempre existe un costo asociado a los recursos que se utilizan en el proyecto, ya sea de oportunidad, si existen otras posibilidades de uso del dinero, ya sea financiero, si se debe recurrir a un préstamo.

En otras palabras, $1 de hoy vale más que $1 a futuro, por cuanto el dólar recibido hoy puede invertirse inmediatamente para obtener una ganancia que el dólar recibido a futuro no logra obtener.

Por ejemplo, $1.000 invertidos hoy al 10% anual, permiten obtener una ganancia de $100 a recibir en un año más. Es decir, $1.000 de hoy equivalen a $1.100 de un año más o, lo que es igual, $1.100 de un año más equivalen a $1.000 de hoy. Si los $1.100 se dejan invertidos por un segundo año, se obtiene una ganancia de $110, correspondiente a 10% del capital invertido. Es decir, $1.000 de hoy equivalen a $1.210 de dos años después.

8.1.1 Equivalencias entre un valor actual y un valor final

El valor final o valor futuro (VF) de un valor actual (VA) se calcula por la expresión:

$$VF = VA\,(1 + i)^n \tag{8.1}$$

Donde i es la tasa de rentabilidad exigida y n el número de períodos.

Ejemplo 8.1

Una empresa desea hacer uso de la línea de sobregiro automático que le ofrece su banco para financiar $10.000 que requiere para invertir en capital de trabajo de un nuevo proyecto, hasta que éste genere los excedentes suficientes para que se autofinancie. Si la tasa de interés real es del 10% y las proyecciones de caja estiman que cubrirá el sobregiro al finalizar el cuarto año de operación del proyecto, el monto adeudado en ese momento se determina por:

$$VF = (1 + 0{,}1)^4 = 14.641$$

Esto se demuestra fácilmente en la tabla 8.1:

Tabla 8.1
Cálculo del valor futuro de un único flujo inicial.

	1	2	3	4
Saldo inicial	10.000	11.000	12.100	13.310
Interés	1.000	1.100	1.210	1.331
Saldo final	11.000	12.100	13.310	14.641

En una planilla electrónica, como Excel, por ejemplo, el VF se calcula directamente usando la opción **Función**, del menú **Insertar**, se selecciona **Financieras** en la Categoría de Función y se elige **VF** en el Nombre de la Función. En el cuadro de diálogo **VF** se escribe el interés al que se quiere capitalizar el valor inicial en la casilla correspondiente a **Tasa**, el número de períodos en que se mantendrá la deuda se anota en la casilla **Nper** y el valor de la deuda adquirida inicialmente en la casilla **VA**[1]. Marcando la opción **Aceptar**, se obtiene el valor futuro tal como se muestra en el cuadro de diálogo en la figura 8.1.

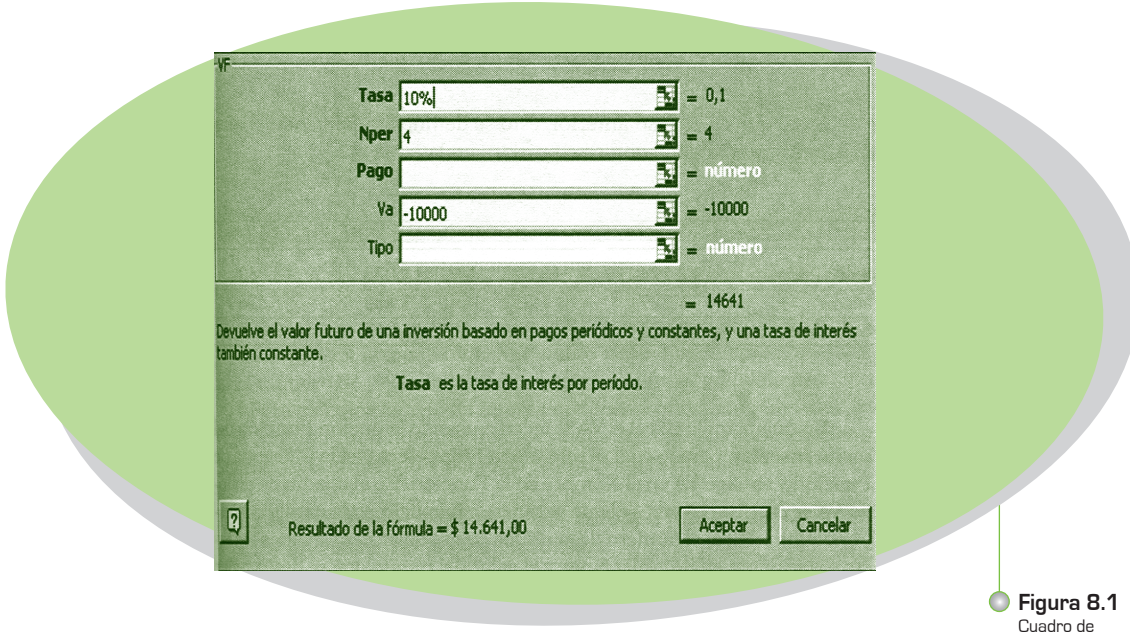


Figura 8.1
Cuadro de diálogo para calcular el valor futuro de un solo flujo inicial.

Si se busca calcular el valor actual de un valor futuro, se despeja el elemento VA de la ecuación 8.1, multiplicando el valor futuro por un factor de descuento que debe ser menor que 1 y que se expresa como $1/(1 + i)^n$. De esta forma, el valor actual de un valor futuro se obtiene de:

$$VA = VF\frac{1}{(1+i)^n} = \frac{VF}{(1+i)^n} \qquad (8.2)$$

[1] En la planilla Excel siempre se debe ingresar el valor con signo contrario al que se desea obtener como resultado.

Ejemplo 8.2

Para determinar cuánto se debe depositar hoy para lograr acumular $18.000 al final de cuatro años si un banco ofrece una tasa de interés a los depósitos de un 10% anual, se reemplaza la ecuación 8.2 con estos valores y se obtiene:

$$VA = \frac{18.000}{(1 + 0{,}1)^4} = 12.294$$

Igual que en el caso anterior, esto se demuestra haciendo el análisis para cada año como se muestra en la tabla 8.2:

	1	2	3	4
Saldo inicial	12.294	13.523	14.876	16.363
Interés	1.229	1.352	1.488	1.636
Saldo final	13.523	14.876	16.363	18.000

Tabla 8.2
Cálculo del valor actual de un flujo único al final de n períodos.

En una planilla Excel el **VA** se calcula usando la opción **Función** del menú **Insertar**, para lo cual se selecciona **Financieras** en la Categoría de Función y se elige **VA** en el Nombre de la Función. En el cuadro de diálogo **VA** se escribe el interés al que se quiere capitalizar en la casilla correspondiente a **Tasa**; el número de períodos que se dejarán invertidos los recursos se anota en la casilla **Nper** y el valor del monto que se desea tener al final de n periodos en la casilla **VF**. Marcando la opción **Aceptar**, se obtiene el valor actual requerido, tal como se muestra en la figura 8.2.

Cuando se calculan equivalencias de dinero en el tiempo, es posible encontrar, además de los valores actuales o finales, el número de períodos o la tasa de interés que hace que se cumpla la equivalencia de los dineros en el tiempo. Por ejemplo, para calcular cuánto tiempo debe mantenerse un depósito, a una determinada tasa de interés, para que se logre capitalizar en un valor final predeterminado, en una planilla Excel se selecciona **Financieras** en la Categoría de Función del menú **Insertar** y se elige **Nper** en el nombre de la **Función**. En el cuadro de diálogo **Nper** se escribe en la casilla **Tasa** el interés al que se quiere buscar la equivalencia, se anota el monto que se desea tener al final de los **n** períodos en la casilla **VF** y el valor que se desea invertir inicialmente en la casilla **VA**. Marcando la opción **Aceptar**, se obtiene el número de períodos que hace ambos montos equivalentes.

Para calcular la tasa de interés que hace equivalente un valor actual con uno final después de n períodos, se sigue un procedimiento similar, seleccionando **Tasa** en el Nombre de la Función.

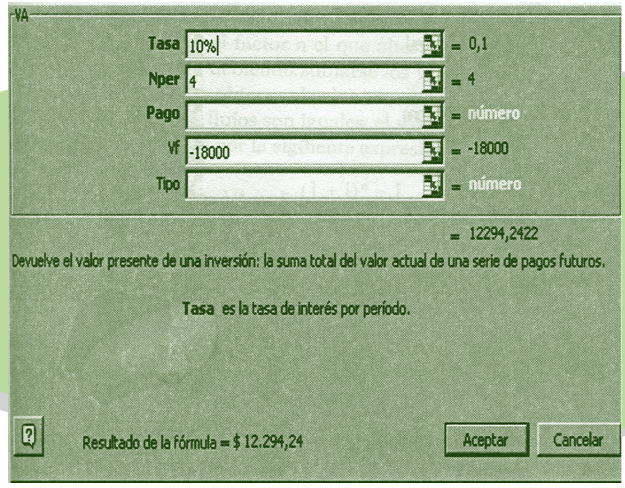


Figura 8.2
Cuadro de diálogo para calcular el valor actual de un flujo final único.

8.1.2 Equivalencias entre un valor actual o futuro y una serie de pagos uniformes

Cuando se busca el valor final de una serie de pagos iguales, se recurre a la ecuación 7.1., explicada en el capítulo anterior, o al cuadro de diálogo de la figura 8.1, donde en la casilla **Pago** el valor de la cuota uniforme, en vez de ocupar la casilla **VA,** que se utiliza cuando se existe un único pago inicial.

Ejemplo 8.3

Si en cada uno de los siguientes cuatro años se depositara $1.000 a una tasa de interés del 10%, al final del período se tendrá un valor acumulado de $4.641, de acuerdo con lo que muestra el cuadro de diálogo de la figura 8.3:

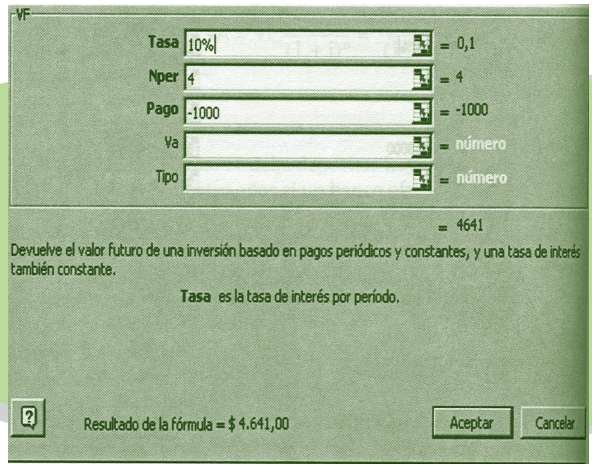


Figura 8.3
Cuadro de diálogo para calcular el valor final de flujo periódico uniforme.

La tabla 8.3 demuestra y explica cómo se obtiene el valor final al ir acumulando intereses sobre saldos crecientes por los mismos intereses de los períodos pasados y los propios depósitos.

	Hoy	1	2	3
Saldo inicial		1.000	2.100	3.310
Interés		100	210	331
Saldo capitalizado		1.100	2.310	3.641
Depósito	1.000	1.000	1.000	1.000
Saldo final	1.000	2.100	3.310	4.641

Tabla 8.3
Cálculo del valor futuro de un flujo periódico uniforme.

Si los flujos de cada período son diferentes, se repite la ecuación 8.1 para cada flujo anual, donde el último flujo no se capitaliza por corresponder al momento en que se efectúa el cálculo.

El cálculo del valor actual de varios pagos que suceden en varios períodos distintos es similar a sumar los valores actuales individuales, calculados mediante la ecuación 8.2 para obtener el valor actual de todo el flujo.

Cuando se calcula el valor actual de varios pagos que suceden en períodos distintos, es el factor **n** el que altera la equivalencia en el tiempo de cada pago, debiendo sumarse los valores actuales individuales calculados para obtener el valor actual del flujo.

Cuando todos los flujos son iguales, el valor actual se puede calcular alternativamente por medio de la siguiente expresión:

(8.3)

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

Donde F es el valor del flujo neto de caja, uniforme anualmente, y se denomina *anualidad*[2].

[2] Esta expresión se deduce fácilmente como sigue:

$$VA = \frac{F}{(1+i)} + \frac{F}{(1+i)^2} + \text{-----} + \frac{F}{(1+i)^n}$$

Si se multiplican ambos lados de la ecuación por (1 +i), se obtiene:

$$VA\,(1+i) = F + \frac{F}{(1+i)} + \text{-----} + \frac{F}{(1+i)^n}$$

Si se resta la primera ecuación de la segunda, resulta:

$$VA\,(1+i) - VA = \left(F + \frac{F}{(1+i)} + \text{-----} + \frac{F}{(1+i)^{n-1}}\right) - \left(\frac{F}{(1+i)} + \frac{F}{(1+i)^2} + \text{-----} + \frac{F}{(1+i)^n}\right)$$

De donde:

$$VA^* i = F - \frac{F}{(1+i)^n} = F\,\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n}$$

Despejado VA se deduce que:

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

El valor actualizado del flujo queda expresado en un período antes del inicio de la serie uniforme. Es decir, si se actualizan los flujos iguales desde el momento 1 al momento 10, el resultado quedará expresado en moneda del momento cero.

Ejemplo 8.4

Si se busca calcular el valor actual de cinco pagos futuros iguales de $100 cada uno, a una tasa del 10%, se obtiene un equivalente actual de $379,08:

$$VA = 100 \frac{(1,1)^5 - 1}{0,1(1,1)^5} = 379,08$$

Es decir, cinco pagos futuros anuales de $100 equivalen a un valor actual de $379,08 o, lo que es lo mismo, un monto actual de $379,08 equivale a cinco anualidades iguales de $100. Si se invierten hoy los $379,08 a la misma tasa i, al final del primer año habrá subido la inversión a $416,99. Si se retiran $100 cada año y se reinvierte el saldo al 10% anual, se podrán retirar exactamente cinco cuotas iguales de $100.

En una planilla Excel este valor se obtiene utilizando el cuadro de diálogo VA. Para ello, se escribe en la casilla **Tasa** el interés del 10%, se anota el monto de la cuota en la casilla **Pago** y el número de cuotas o pagos en la casilla **Nper**. Marcando la opción **Aceptar**, se obtiene el valor actual de las cinco cuotas iguales.

Si las cuotas son de diferente valor cada año, se podrá calcular su valor actual sumando los valores actuales calculados de cada cuota.

Ejemplo 8.5

Si un proyecto genera cinco flujos de $2.000, $2.600, $3.200, $3.200 y $3.200, el valor actual del flujo indicaría, a una tasa de actualización del 10%, un resultado positivo de $10.544. Esto se obtiene de actualizar el valor de cada flujo anual, multiplicándolo por el factor 1/(1+0,1)n, como se muestra en la tabla 8.4:

Tabla 8.4
Valor actual de cada flujo futuro.

N	Flujo	Factor	VA
1	2.000	$1/[1+0,1]^1$	1.818
2	2.600	$1/[1+0,1]^2$	2.149
3	3.200	$1/[1+0,1]^3$	2.404
4	3.200	$1/[1+0,1]^4$	2.186
5	3.200	$1/[1+0,1]^5$	1.987
Total			**10.544**

En la planilla Excel existe también una forma simple para determinar el valor actual de un flujo discontinuo. En primer lugar se selecciona **Financieras** en la Categoría de Función del menú **Insertar** y se elige **VNA** en el Nombre de la Función. En el cuadro de diálogo **VNA** se escribe el interés al que se quiere actualizar el flujo de la casilla **Tasa** y se selecciona el rango de valores, tal como se muestra en la figura 8.4.

Como se puede observar al final del cuadro de diálogo, aparece el valor 10.544 como resultado de la fórmula. Obviamente, si la función **VNA** se utiliza para flujos diferentes, también se puede emplear para flujos similares*.

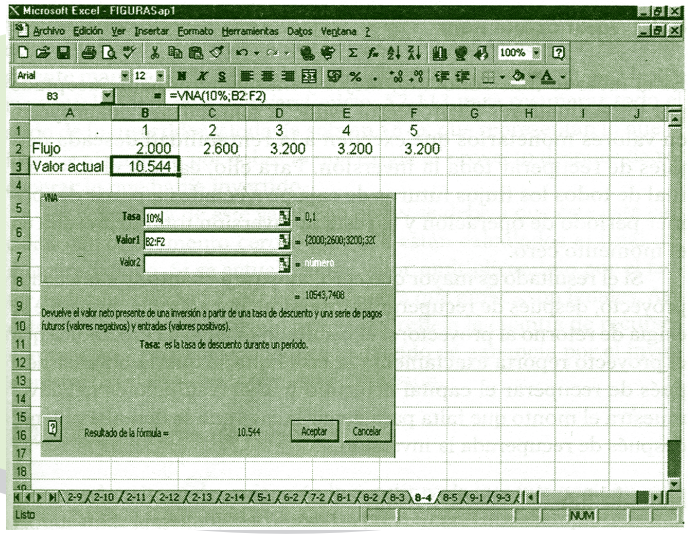


Figura 8.4
Cálculo del valor de un flujo desigual aplicando Excel.

Para calcular el valor de una anualidad que sea equivalente a un valor actual (como la inversión, por ejemplo), se despeja el término F de la ecuación anterior para obtener:

$$F = VA \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \qquad (8.4)$$

En algunos casos se requerirá determinar el *costo anual equivalente* para comparar opciones de inversión, tal como se aplica, por ejemplo, a la optimización de proyectos. En estas situaciones pueden existir vidas útiles distintas y flujos de caja no uniformes, lo que hace difícil la comparación. Esto es fácilmente solucionable si los flujos discontinuos se traen primero a valor presente y luego se calcula su correspondiente anualidad. Este tema se trata en detalle en el capítulo 11.

* La función VNA no debe confundirse con el VAN que se explica a continuación. Hay versiones de Excel que incluso denominan a esta función equivocadamente como VAN (por ejemplo, la versión para equipos MAC).

8.2 Criterios de evaluación

La evaluación del proyecto compara, mediante distintos instrumentos, si el flujo de caja proyectado permite al inversionista obtener la rentabilidad deseada, además de recuperar la inversión. Los métodos más comunes corresponden a los denominados *valor actual neto*, más conocidos cono VAN, *la tasa interna de retorno* o TIR, el *período de recuperación* y la relación *beneficio-costo*.

8.2.1 Valor actual neto

Es el método más conocido, mejor y más generalmente aceptado por los evaluadores de proyectos. Mide la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión. Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja, proyectados a partir del primer período de operación, y le resta la inversión total expresada en el momento cero.

Si el resultado es mayor que cero, mostrará cuánto se gana con el proyecto, después de recuperar la inversión, por sobre la tasa i que se exigía de retorno al proyecto; si el resultado es igual a cero, indica que el proyecto reporta exactamente la tasa i que se quería obtener después de recuperar el capital invertido; y si el resultado es negativo, muestra el monto que falta para ganar la tasa que se deseaba obtener después de recuperada la inversión.

Ejemplo 8.6

Suponga que para generar el flujo de caja expuesto en el ejemplo anterior, se debe realizar una inversión de $10.000. Al restar al total de los valores actuales ya calculados en la inversión inicial, se obtiene un VAN de $544, que se interpreta como el exceso de valor obtenido por sobre lo exigido al capital invertido, lo que se demuestra en la tabla 8.5.

Tabla 8.5
Supuestos de rentabilidad y recuperación de la inversión con el método VAN.

Saldo inversión	Flujo anual	Rentabilidad exigida	Devolución inversión
10.000	2.000	1.000	1.000
9.000	2.600	900	1.700
7.300	3.200	730	2.470
4.830	3.200	483	2.717
2.113	3.200	211	2.113
Saldo después de recuperar la inversión			**876**

Como se exige una ganancia del 10% a los recursos invertidos, el VAN asigna el primer año $1.000, de los $2.000 del flujo de caja, como rentabilidad para el inversionista, y el saldo, otros $1.000, los considera como parte de la recuperación de la inversión efectuada.

El segundo año, como quedan $9.000 por recuperar del total invertido en el proyecto, el VAN asigna el 10% ($900) como ganancia y el saldo, $1.700, lo considera como recuperación de la inversión. Al final del quinto año, el proyecto genera $3.200, que se asignan de la siguiente manera: 10% del saldo invertido aun en el proyecto ($211) como rentabilidad para el inversionista, $2.113 para recuperar todo el saldo de lo invertido[3], y todavía sobran $876, que representan lo que el inversionista gana por sobre lo que exigía al proyecto después de recuperar lo que había invertido.

La diferencia de este valor con el VAN se debe a que éste está calculado en el momento cero y los $876 están calculados al final del momento cinco. Si se actualiza este valor multiplicándolo por el factor de actualización $1/(1 + 0{,}1)^5$, se observa que ambos son iguales. Así, entonces, queda demostrado que el VAN refleja la cuantía de recursos que genera el proyecto por sobre lo exigido de ganancia por el inversionista, después de recuperada la inversión.

8.2.2 Tasa interna de retorno

Un segundo criterio de evaluación lo constituye *la tasa interna de retorno*, TIR, que mide la rentabilidad como porcentaje. En el ejemplo anterior, cuando se exigía el 10% de retorno a la inversión, el VAN mostró que el proyecto rendía eso y $544 más. Es decir, que daba al inversionista una rentabilidad superior al 10% exigido.

Esto indica que se puede exigir al proyecto una ganancia superior a esa tasa. La máxima tasa exigible será aquella que haga que el VAN sea cero. Esta condición se cumple, en el ejemplo anterior, con una tasa del 11,95%, que representa la TIR del proyecto.

La TIR tiene cada vez menos aceptación como criterio de evaluación, por tres razones principales:

a. entrega un resultado que conduce a la misma regla de decisión que la obtenida con el VAN[4];
b. no sirve para comparar proyectos, por cuanto una TIR mayor no es mejor que una menor, ya que la conveniencia se mide en función de la cuantía de la inversión realizada; y

[3] Con esta cantidad, equivalente al saldo de la inversión al principio del quinto período, se recuperan los $10.000 invertidos.

[4] Si el VAN es cero, se gana exactamente lo que se quería ganar, por lo que la TIR es igual a la tasa de descuento; si el VAN es positivo, la TIR es mayor que la tasa de descuento, por cuanto se gana más de lo exigido; y si el VAN es negativo, la TIR es menor que la tasa de descuento exigida al proyecto.

c. cuando hay cambios de signos en el flujo de caja, por ejemplo por una alta inversión durante la operación, pueden encontrarse tantas tasas internas de retorno como cambios de signo se observen en el flujo de caja.

La TIR se calcula muy fácilmente en una planilla electrónica, como Excel, donde se usa la opción **Función** del menú **Insertar**, se selecciona **Financieras** en la Categoría de **Función** y se elige TIR en el Nombre de la Función. En el cuadro TIR se selecciona el rango de valores que se desea actualizar, a partir del momento 0, y marcando la opción **Aceptar**, se obtiene la tasa interna de retorno. Para los datos del ejemplo 8.6, el cuadro de diálogo queda como muestra la figura 8.5:

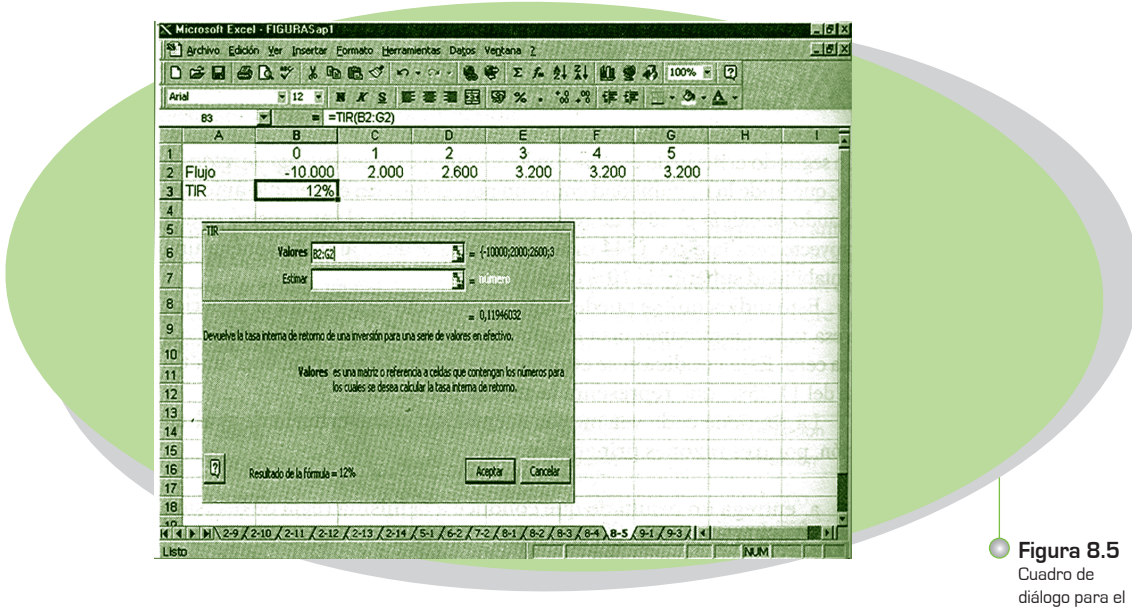


Figura 8.5
Cuadro de diálogo para el cálculo de la TIR en una hoja de Excel.

8.2.3 Período de recuperación de la inversión

El período de recuperación de la inversión, PRI, es el tercer criterio más usado para evaluar un proyecto y tiene por objeto medir en cuánto tiempo se recupera la inversión, incluyendo el costo de capital involucrado.

Ejemplo 8.7

Suponga que un proyecto al que se le exige un retorno del 10% anual, requiere una inversión de $2.000 y presenta flujos anuales de $200, $400, $600, $800 y $800.

Aunque la suma simple de los flujos de caja de los primeros cuatro años corresponde exactamente al monto de la inversión, el período de recuperación de la inversión es de cinco y no de cuatro años. Al incluir en los costos la tasa de retorno exigida, el período de recuperación de la inversión resulta de aplicar el cuadro de pagos a la inversión que se muestra en la tabla 8.6.

Saldo inversión	Flujo anual	Rentabilidad exigida	Devolución inversión
2.000	200	200	0
2.000	400	200	200
1.800	600	180	420
1.380	800	138	662
718	800	72	718

Tabla 8.6
Cálculo del período de la recuperación de la inversión.

Nótese que si se extrae de cada cuota la tasa de retorno exigida a la inversión remanente, se observa que demora casi cinco años en ser recuperada.

8.2.4 Relación beneficio-costo

La relación beneficio-costo compara el valor actual de los beneficios proyectados con el valor actual de los costos, incluida la inversión. El método lleva a la misma regla de decisión del VAN, ya que cuando este es cero, la relación beneficio-costo será igual a uno. Si el VAN es mayor que cero, la relación será mayor que uno, y si el VAN es negativo, esta será menor que uno. Este método no aporta ninguna información importante que merezca ser considerada.

8.3 Valor económico agregado

La creciente competitividad que enfrentan las empresas por la apertura de los mercados mundiales, entre otros factores, hace que los proyectos deban ser evaluados y seleccionados en función de su posibilidad de mantener o ampliar sus mercados cautivos, con el objeto de sostener o crear valor para la empresa.

Se considera que un proyecto crea valor cuando genera excedentes después de haber pagado el costo del capital utilizado. Aunque el concepto es similar al VAN, el valor económico agregado (VEA), más que un indicador, es un instrumento de gestión que permite un proceso continuo de incorporación de nuevos proyectos que crean valor y de eliminación de aquéllos que, aun teniendo utilidades, reducen el valor de la empresa.

Para aumentar el VEA, la búsqueda de áreas de negocio deberá estar encaminada a implementar proyectos que incrementen la *utilidad neta de operación* sin aumentar los activos o a invertir en activos que generen un incremento en la utilidad neta de operación superior al aumento en el costo del capital agregado. En un caso más extremo, si se considera que la empresa tiene un capital superior al nivel de inversión óptimo, se optará por liquidar activos que no puedan generar una utilidad mayor al costo del capital involucrado.

La diferencia entre el VEA y el VAN es que, mientras éste calcula rentabilidad sobre flujos proyectados, el primero lo hace en forma periódica sobre resultados efectivamente alcanzados, midiendo el desempeño real de los activos y procesos.

El VEA es generalmente calculado como:

$$VEA = UNO - (K_w * A_n) \qquad (8.5)$$

Donde UNO es la utilidad neta de operación después de impuesto, K_w el costo del capital medio ponderado y A_n el valor contable ajustado del capital neto.

Una estimación del valor actual de los VEA anuales proyectados debiera dar un resultado idéntico al VAN del proyecto. Su utilidad, entonces, se manifiesta en que permite verificar, período a período, si el proyecto (o la empresa) está generando excedentes que contribuyan a obtener ganancias por sobre el costo del capital empleado.

La aplicación del modelo de cálculo del VEA, generalmente aceptado y expuesto en la expresión 8.5, tiene dos grandes vacíos:

a. no considera que algunos proyectos requieren períodos que no sólo no aportan un excedente en la utilidad que supere el costo de capital de los activos, sino que en muchas ocasiones el valor de la empresa se maximiza en el mediano y largo plazo si se trabaja con pérdidas contables en el corto plazo; y

b. mide la capacidad de generar excedentes por sobre el costo de capital de los activos en el corto plazo, cuando para mantener la capacidad operativa del negocio se debe reinvertir en mantener la capacidad productiva generadora de esa utilidad neta de operación.

Esto lleva a definir un modelo corregido que incorpore todos los elementos que hacen del VAN un instrumento válido, a la vez que posibilite lograr los objetivos específicos del VEA, especialmente en la evaluación del desempeño de los activos.

A continuación se desarrolla el modelo paralelamente con un ejemplo en el que se simplifican las estructuras de costos y beneficios de una situación frecuentemente observada, para exponer un procedimiento que incorpore la totalidad de los elementos que deben ser considerados en la medición del valor económico agregado.

Ejemplo 8.8

Suponga que para enfrentar un proyecto de ampliación una empresa optó por una solución tecnológica que permite producir y vender 1.000 unidades anuales a $100 cada una; que el costo variable de producir cada unidad es de $30 y el costo fijo, independientemente del nivel de producción, es de $20.000 anuales.

El resultado o utilidad operacional del proyecto está dado por la diferencia entre los ingresos y los costos totales, lo que se puede expresar como:

$$R_{op} = p * q - cv * q - CF \quad (8.6)$$

Donde R_{op} es el resultado operacional, p el precio unitario, q la cantidad adicional que se estima será producida y vendida, cv el costo variable unitario y CF el costo fijo anual.

En el ejemplo, el resultado operacional correspondería a $50.000, que resulta de

$$R_{op} = 100.000 - 30.000 - 20.000$$

Es usual, con esta información, suponer que el resultado operacional aumenta mientras mayor es la cantidad producida y vendida, tal como se muestra en el gráfico 8.1.

Pero, como se demuestra en las páginas siguientes, esto no es válido en todos los casos, por cuanto existen dos particularidades que deben ser explicadas.

En q_o, el resultado operacional es cero (los ingresos totales son iguales a los costos totales). Cualquier cantidad producida y vendida por sobre este punto, que se conoce

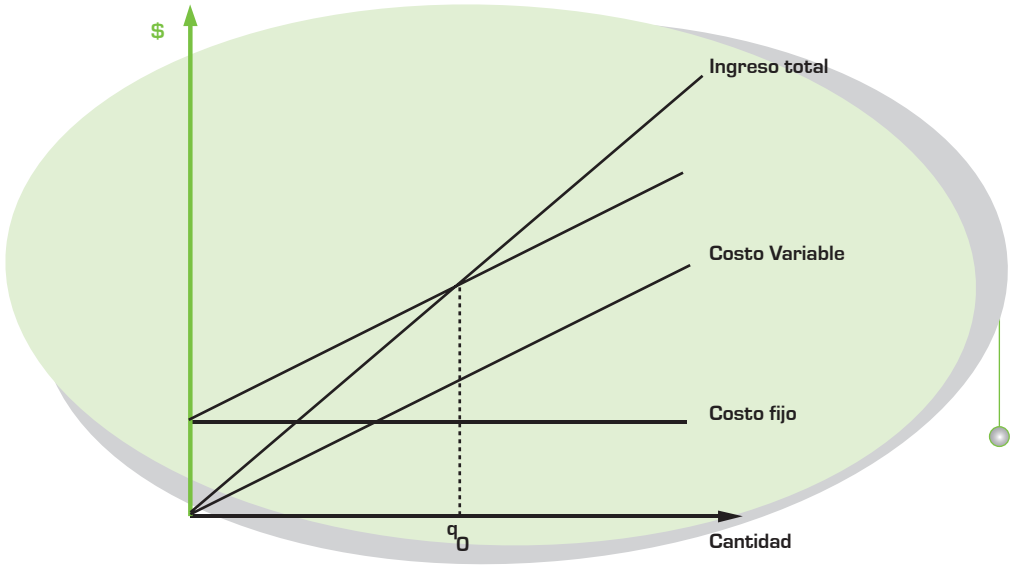


Gráfico 8.1
Punto de equilibrio tradicional.

como *cantidad de equilibrio*, dará a la empresa una utilidad operacional. Nótese cómo ésta crece en la medida en que aumenta el nivel de operación.

El análisis anterior, sin embargo, no considera todas las variables que corresponde analizar en una decisión de inversión que conlleva cambios en la situación vigente.

Un costo, que no es fijo ni variable, es el impuesto a las utilidades[5]. Como se vio anteriormente, para calcularlo se permite agregar, a los egresos contables del proyecto, los gastos no desembolsables que constituyen la pérdida de valor contable de los activos usados, denominada *depreciación*. Si ésta fuese de $10.000 anuales, la utilidad sobre la que se calculará el impuesto resultaría de aplicar la siguiente ecuación:

$$U = p*q - cv * q - CF - D \qquad (8.7)$$

Donde U es la utilidad antes de impuesto y D el monto de la depreciación anual. Al sustituir los valores de la ecuación por los antecedentes del ejemplo, se obtiene:

$$U = 100*1.000 - 30*1.000 - 20.000 - 10.000 = 40.000$$

Si la tasa de impuesto a las utilidades es del 15%, el impuesto atribuible a esta opción tecnológica sería de $6.000 y la utilidad neta de impuestos de $34.000.

[5] No es fijo ni variable, porque depende de una función de utilidad basada en ingresos, costos fijos y costos variables.

La utilidad neta se puede calcular como la diferencia entre la utilidad antes de impuesto y el impuesto pagado, o como el 85% de la utilidad antes de impuesto, que es lo que le queda a la empresa después de pagar en impuestos el 15% correspondiente de las utilidades.

Corrigiendo la ecuación anterior, se puede determinar la utilidad neta como sigue:

(8.8)

$$UN = (p * q - cv * q - CF - D)(1 - t)$$

Donde UN es la utilidad neta y t la tasa de impuesto a las utilidades. El factor (1 - t) corresponde al remanente después de pagar el impuesto[6].

Sin embargo, como para efectuar la medición se debe considerar el flujo de caja y no la utilidad neta, que es sólo el resultado de una operación contable, hay que corregir la deducción de la depreciación, por no constituir un egreso efectivo de caja. Tal como se vio en páginas anteriores, se debe sumar la depreciación después de haberla considerado en el cálculo del impuesto. De esta forma, al sumar $10.000 a la utilidad neta ($34.000), resulta un flujo de caja de $44.000.

Un resultado similar se obtiene si se consideran sólo los ítem que constituyen movimientos de caja: si a los $100.000 de ingresos se restan $30.000 de costos variables, $20.000 de costos fijos y $6.000 de impuestos, también resulta un flujo de caja de $44.000.

Para obtener este resultado, la ecuación anterior se modifica de la siguiente forma para obtener el flujo de caja:

(8.9)

$$FC = (p * q - cv * q - CF - D)(1 - t) + D$$

Donde FC representa el flujo de caja promedio anual.

Sin embargo, para determinar si el flujo de caja es atractivo o no para el inversionista, se debe agregar todavía información al resultado calculado.

Los $44.000 proyectados como flujo de caja anual podrían ser un muy buen resultado si la inversión fuese, por ejemplo, de $100.0000; pero el mismo resultado no sería satisfactorio si el monto invertido hubiese sido de $1.000.000.

Para incorporar el efecto de la cuantía de la inversión, se debe determinar si el flujo de caja es suficiente para otorgar al inversionista la rentabilidad porcentual deseada por la inversión realizada. Si, por ejemplo, la inversión hubiese sido de $200.000 y el inversionista exige a ella un retorno mínimo del 12% anual para aceptar el proyecto, se restarán $24.000 al flujo de caja (12% de los $200.000 invertidos). Los $20.000 resultantes indican que, con los ingresos anuales, esta opción permite cubrir todos los costos (fijos y variables), pagar el impuesto, entregarle al inversionista el 12% de rentabilidad y dejar aun un remanente de $20.000.

Incorporando el retorno sobre la inversión en la ecuación anterior, resulta:

(8.10)

$$R = (p * q - cv * q - CF - D)(1-t) + D - il$$

[6] Si la tasa del impuesto es del 15%, el factor (1 - t) corresponde a (1 - 0,15). Es decir, a 0,85 u 85%.

Donde R es el resultado neto de ganancia exigida, i la tasa deseada de retorno sobre la inversión e I la inversión asociada a la implementación de la alternativa tecnológica que se evalúa.

Esto, sin embargo, aún no es suficiente para tomar una decisión, ya que para mantener el supuesto de un flujo a perpetuidad, la empresa deberá invertir, a lo largo del tiempo, en la reposición de los activos necesarios para mantener la capacidad productiva perpetua.

Cuando el flujo de caja se calcula como un promedio anual perpetuo, las inversiones en reposición también deben ser incluidas como un promedio anual. Es decir, del flujo resultante ($20.000) se debe restar una cantidad anual que represente las reinversiones promedio anuales necesarias para mantener su capacidad de producción.

Para ello existen dos criterios:

a. suponer que la depreciación contable anual es un monto representativo de la reinversión anual, como hace la fórmula tradicional del VEA; o
b. calcular la pérdida de valor promedio anual de la inversión que efectivamente debe ser repuesta.

En el primer caso, se resta la depreciación anual para calcular la rentabilidad promedio anual Rp como sigue:

$$Rp = (p * q - cv * q - CF - D)(1 - t) + D - il - D \quad (8.11)$$

que es lo mismo que:

$$R = (p * q - cv * q - CF - D)(1 - t) - il \quad (8.12)$$

En este caso, la rentabilidad promedio anual sería de $10.000 por sobre lo que el inversionista exige de retorno a la inversión.

La segunda forma para su cálculo estima el valor que sería posible recuperar de la inversión en un período determinado y supone que cada año se pierde linealmente una parte de la diferencia entre el valor de la inversión y su valor de desecho. Por ejemplo, si de los $200.000 de inversión inicial se estima posible recuperar $80.000 después de 10 años, la pérdida de $120.000 en el valor de la inversión se distribuye en los 10 años en partes iguales, a razón de $12.000 por año.

De esta forma la ecuación final, que corresponde a la determinación del VEA, mostraría una rentabilidad promedio anual de $8.000 por sobre la rentabilidad deseada, después de descontar lo necesario para reinvertir en mantener la capacidad productiva del negocio:

$$VEA = (p * q - cv * q - CF - D)(1 - t) + D - il - (I - VD_n) / n \quad (8.13)$$

Donde VD_n es el valor de desecho estimado para el período n.

8.4 Evaluación de proyectos a nivel de perfil

A nivel de perfil es posible recurrir a un método simplificado para medir la rentabilidad de una opción de inversión, similar al expresado en la ecuación 8.13, pero en función del supuesto de una situación futura promedio perpetua. Como se mencionó anteriormente, el perfil constituye el más simple de los niveles de evaluación, recomendándose su aplicación sólo para determinar la conveniencia o inconveniencia de efectuar una evaluación en un nivel más profundo o para elegir entre varias opciones al formular un proyecto a nivel de prefactibilidad, como, por ejemplo, cuando se busca seleccionar el mejor sistema de transporte para los productos de la empresa, la mejor alternativa tecnológica o el mejor sistema de almacenamiento de información.

El carácter básico de los estudios a nivel de perfil hace posible definir un modelo que calcule la rentabilidad para un año típico, suponiendo que puede representarse el comportamiento promedio de los costos y beneficios del proyecto como un sistema perpetuo.

Obviamente, existen otras formas de construir un perfil de proyecto como, por ejemplo, los análisis cualitativos o la proyección de un flujo de caja muy preliminar sustentado en antecedentes estimados o en supuestos no respaldados necesariamente sobre bases sólidas.

Si el proyecto que se evalúa tiene la forma tradicional de una inversión asociada a crecimientos en los costos y beneficios de acuerdo con el incremento en las ventas, la ecuación 8.13 se aplica en forma directa.

Sin embargo, cuando la empresa tiene ingresos constantes y su estructura de costos está compuesta por una parte variable, la maximización del resultado operacional se logra cuando el nivel de actividad es mínimo. Por ejemplo, en las mutuales de seguridad, donde el ingreso está dado por la prima asegurada por accidentes en el trabajo y los costos dependen de la siniestralidad de los afiliados, mientras menos siniestros se produzcan, más alta será la utilidad operacional de la mutual, tal como se observa en el gráfico 8.2.

En instituciones donde la situación presupuestaria de los ingresos es una variable fija e independiente del nivel de actividad, los proyectos de racionalización que buscan reducir los costos de funcionamiento tienen asociado el beneficio de la mayor cantidad de actividad que es posible con la misma disponibilidad presupuestaria.

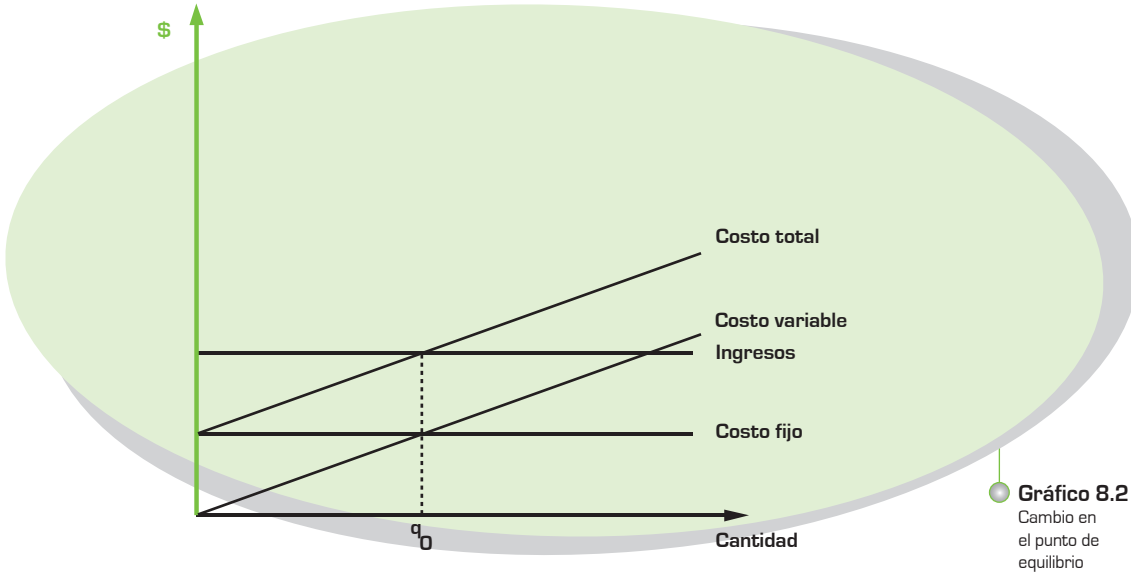
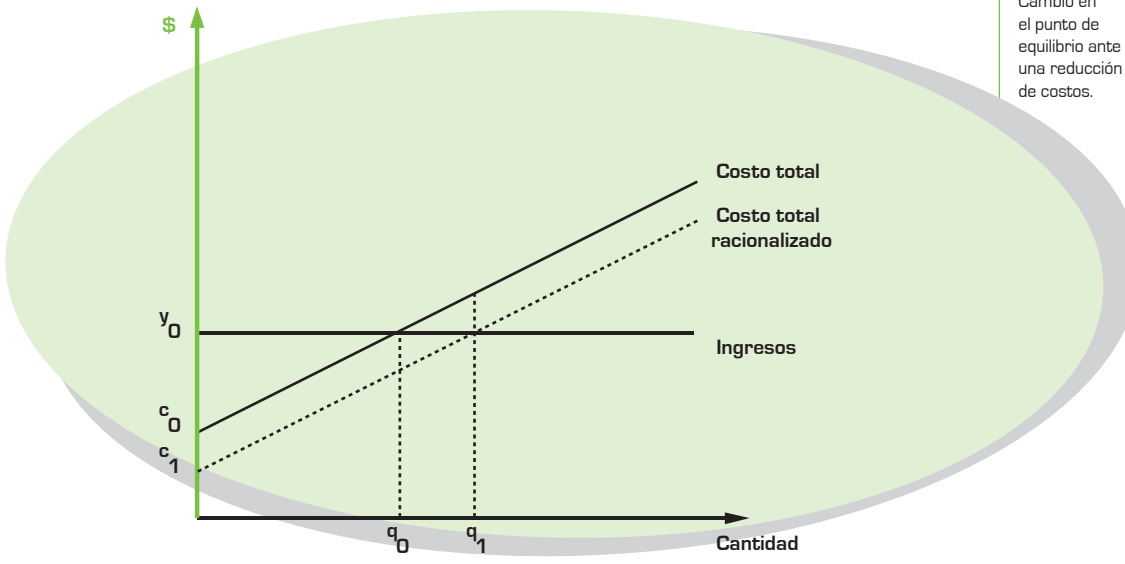


Gráfico 8.2
Cambio en el punto de equilibrio con ingresos constantes.

Como se puede observar en el gráfico 8.2, el resultado operacional se hace máximo cuando la actividad es cero. Al crecer el nivel de actividad, la diferencia entre ingresos y costos totales disminuye, haciéndose cero en el punto q_o. Sobre ese nivel de actividad, los ingresos son inferiores a los costos totales.

En el gráfico 8.3 se observa cómo aumenta el nivel de actividad máximo posible de realizar $(q_1 - q_o)$ con los recursos disponibles ante una reducción de los costos totales $(C_o - C_1)$.

Gráfico 8.3
Cambio en el punto de equilibrio ante una reducción de costos.



Si un proyecto de racionalización logra una reducción de costos como la de la gráfica anterior, la cantidad de actividad que podría ser desarrollada con la misma disponibilidad presupuestaria aumenta desde q_0 a q_1.

En cualquiera de estos casos, la forma de calcular la rentabilidad en nivel de perfil se debe hacer para un volumen estático de producción y ventas, por cuanto los costos fijos son válidos sólo dentro de un rango y su estructura sube para adecuarse al nuevo nivel de producción.

De la misma forma, el costo variable unitario se mantiene constante dentro de un determinado rango. Sobre él, este costo puede subir o bajar, dependiendo de si el mayor volumen de operación genera economías o deseconomías de escala para la empresa.

El gráfico 8.4 muestra las relaciones que se dan entre los costos e ingresos del proyecto en distintos niveles de producción y ventas.

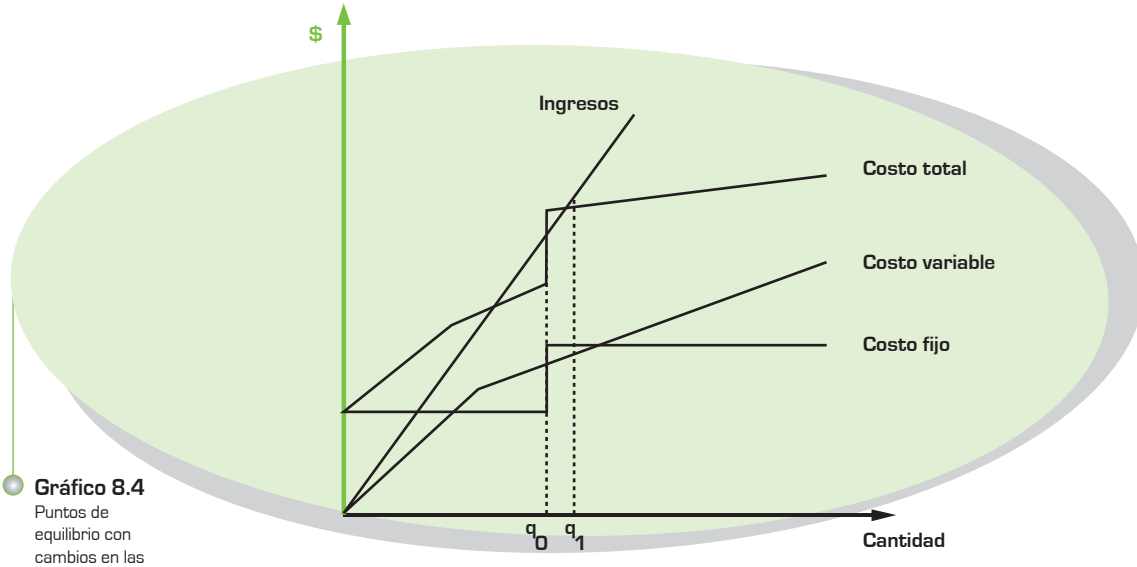


Gráfico 8.4
Puntos de equilibrio con cambios en las estructuras de costo.

Nótese que al reconocer la variabilidad de los costos fijos y variables puede encontrarse más de un punto de equilibrio y, por otra parte, que un tamaño mayor (q_1) puede tener menor rentabilidad que un volumen de producción menor (q_0). Esto es especialmente importante en proyectos de ampliación, donde la situación con proyecto podría mostrar una rentabilidad positiva (en q_1), aunque es menor que la observada en la situación base o sin proyecto (en q_0). Sin embargo, es necesario considerar otras variables como, por ejemplo, que dejar demanda insatisfecha (la diferencia entre q_1 y q_0) baja las barreras a la entrada de nuevos competidores que podrían no sólo acceder a estos consumidores no satisfechos por la empresa, sino incluso a otros que son actualmente cubiertos en la situación base.

Aunque no es muy frecuente incorporar el efecto del financiamiento a nivel de perfil, la solución es simple e interesante de analizar. Para ello, basta con incorporar los intereses sobre la deuda antes de impuesto como un costo más. De esta forma, la ecuación 8.13 se corrige de la siguiente manera:

$$Rp' = (p * q - cv * q - CF - D - klp)(1 - t) + D - rla - (l - VD_n) / n \quad (8.14)$$

Donde Rṕ representa la rentabilidad promedio de los recursos propios, k la tasa de interés del préstamo, lp la parte de la inversión total financiada con préstamo, r la rentabilidad exigida a los recursos propios invertidos en el negocio, e la la parte de la inversión total financiada con recursos propios.

Cuando se calculó el VEA, la rentabilidad del proyecto se determinó en $8.000 por sobre lo exigido a la inversión total. Este valor, en una evaluación a nivel de perfil basado en datos estimados, corresponde a la rentabilidad de toda la inversión, no importa cómo se financie. Es decir, el proyecto generaría una rentabilidad porcentual superior al 12%. Para calcular la rentabilidad porcentual, se sigue el mismo criterio que el empleado en el cálculo de la tasa interna de retorno. Es decir, se busca el que haga al resultado Rp igual a cero. En otras palabras, busca determinar hasta qué tasa de retorno podría entregar el proyecto sobre la inversión.

$$0 = (100.000 - 30.000 - 20.000 - 10.000)(1 - 0,15)10.000 - i (200.000) - 12.000$$

Al despejar el factor i, se obtiene un resultado del 16%, que corresponde a la rentabilidad anual perpetua que reporta el proyecto sobre la inversión total.

Suponiendo que el 75% de la inversión se financia con préstamos al 8% de interés anual, el gasto financiero ascendería a $12.000 (el 8% de 150.000). Luego, la rentabilidad de los recursos propios invertidos en el proyecto (25% de los $200.000) se determina reemplazando Rp por cero y calculando el factor r como sigue:

$$0 = (100.000 - 30.000 - 20.000 - 10.000 - 12.000)(1-0,15) + 10.000 - r(50.000) - 12.000$$

Al despejar el factor r en la ecuación anterior, se obtiene el 43,6%, que representa la rentabilidad promedio anual de los recursos propios invertidos en el proyecto.

El supuesto básico de este procedimiento es que la empresa mantiene una estructura de deuda a capital constante en el tiempo, por lo que el interés sobre la deuda se mantiene a perpetuidad al no amortizarse el préstamo.

Como es fácil deducir, el modelo de evaluación a nivel de perfil de la rentabilidad de los recursos propios invertidos en el proyecto se puede asimilar a un VEA, corregido por este mismo elemento.

8.5 Valuación de opciones aplicada a la evaluación de proyectos

La empresa y los inversionistas estarán dispuestos a destinar recursos a un proyecto siempre que la inversión tenga un retorno que les satisfaga. Sin embargo, el retorno esperado está sujeto al comportamiento o volatilidad de una gran cantidad de variables. El supuesto que adoptan todos los modelos de valoración de opciones es que resulta posible predecir la volatilidad.

Frente a la imposibilidad de predecir con exactitud este comportamiento en la evaluación de un proyecto, se aplica el mismo criterio general propuesto por Black y Scholes en 1973[7] para proporcionar al decisor la máxima información posible. En este sentido, se supone que mientras mayor sea la volatilidad o incertidumbre, mayor será el interés por tener una opción.

Si una empresa, por ejemplo, evalúa la incorporación de más equipos de fábrica para producir un nuevo producto, se enfrenta a dos alternativas tecnológicas: una más cara, que tiene una duración de quince años, y otra más barata, pero que se debe sustituir cada tres años. Sin embargo, no siempre optará por la que aparezca más rentable. Si en este caso la máquina de mayor vida útil conduce a un VAN mayor que el que se obtendría con la adquisición de la máquina más barata y que debe sustituirse cinco veces para igualar la vida útil de quince años de la otra, es posible que algunos inversionistas deseen esta última, por cuanto valoran la opción que tendría dentro de tres años para abandonar o redireccionar el proyecto.

Especialmente en empresas que enfrentan un alto grado de cambio tecnológico, la decisión de una u otra tecnología se podrá basar en el valor que se otorga a la flexibilización de una decisión tomada. Si este valor es superior a la diferencia de valores actuales netos, se optará por la que permite la mayor flexibilización, y si este valor es inferior, se elegirá el proyecto de mayor VAN. Haciendo una analogía con la teoría de opciones en los mercados financieros, Dixit y Pindyck[8] valoran la espera de la opción para una mejor información. Por ejemplo, si en tres años más se ve consolidado el mercado o se estima más estable el cambio tecnológico, en ese momento se podrá optar por sustituir la máquina de menor vida útil por la de mayor duración. Si se invierte en esta última por ser más rentable y en tres años más se observa un comportamiento del mercado o de la tecnología contrario al señalado, la empresa podría enfrentarse a un pésimo proyecto si la inversión tiene el carácter de irreversible.

La aplicación de modelos de valoración de opciones, como complemento al VAN para apoyar la toma de una decisión de inversión, se fundamenta en que el valor

[7] BLACK, F y M. SCHOLES. "The pricing of corporate liabilities" En: *Journal of political Economy*, num. 81, 1073.
[8] DIXIT, A. y R. PINDYCK. *Investment under uncertainly*. Princeton University Pres, Princeton, 1995.

actual neto ignora tanto la irreversibilidad como la conveniencia de postergar una inversión.

La valuación de opciones denomina *call* a la opción de compra, que consiste en un contrato que da al poseedor el derecho, pero no la obligación, de comprar algo a un precio definido y en una fecha determinada.

Una empresa, basándose sólo en el criterio del VAN, puede enfrentar una oportunidad de inversión de manera similar a una opción de compra, es decir, tiene el derecho, pero no la obligación, de invertir en un proyecto. Cuando decide aceptar un proyecto caracterizado por una inversión irreversible, estaría ejerciendo su opción de invertir sabiendo que no puede desinvertir aunque las condiciones cambien afectando negativamente los resultados del proyecto; por ejemplo, al tomar por treinta años la concesión para construir y mantener una carretera.

Para Alzugaray[9], este valor de la opción perdida es un costo de oportunidad que debe ser incluido como parte de una inversión, donde su irreversibilidad afecta la decisión de aprobar un proyecto.

Respecto del valor de la flexibilidad, probablemente cada inversionista estará dispuesto a asumir diferentes costos (menor rentabilidad esperada) para tener una oportunidad de inversión flexible en vez de inflexible.

La posibilidad de posponer el inicio de la inversión en un proyecto –situación de mayor flexibilidad– se produce por dos elementos que el VAN no considera:

a. que el proyecto puede presentar flujos iniciales menores al costo del capital exigido a la inversión, aunque el VAN sea positivo; y
b. que puede existir una importante incertidumbre respecto de la evolución de los mercados y la tecnología, aun cuando el VAN sea positivo y los flujos iniciales excedan al costo de capital exigido.

En el primer caso, se deberá complementar la información proporcionada por el VAN mediante la aplicación de un modelo denominado *rentabilidad inmediata*, que mide el retorno sobre la inversión de cada año mediante F_t / I_{t-1}, donde F_t es el flujo del período $_t$ e I_{t-1} es la inversión que se realizaría en el período anterior para obtener ese flujo, suponiendo que la inversión es pospuesta de año en año. Este instrumento se analiza en detalle en el capítulo 11.

En el segundo caso se deberá determinar la rentabilidad dejada de percibir por postergar una inversión rentable, sirviendo como información al decisor para que evalúe si está dispuesto a asumir ese costo de oportunidad a cambio de una mayor flexibilidad.

9 ALZUGARAY A. *Método Black & Acholes para la valuación de opciones aplicado a la evaluación de proyectos de inversión.* http://www.uas.mx/departamentos/publicaciones/TEXTOS/bñack.htm, 1999

Mientras el primer caso se aplica a proyectos cuya inversión puede tener el carácter de reversible o irreversible, el segundo corresponde aplicarlo cuando se está frente a un proyecto con inversión irreversible. En ambos casos, será preciso analizar la posibilidad de que al postergar se pueda perder la posibilidad de liderar la introducción del proyecto al mercado, si existen otros agentes económicos dispuestos a asumir el riesgo de la inflexibilidad e ingresar antes a ese mismo mercado.

En la evaluación de proyectos se pueden identificar cuatro tipos principales de opciones reales:

a. las que permiten con posterioridad efectuar inversiones adicionales (ampliación o de hacer en vez de comprar), si se observa en el futuro una demanda mayor a la presupuestada, ya sea una ampliación por agregación de activos complementarios o por sustitución de activos originales por otros de mayor capacidad de producción. A este tipo de opciones se le denomina *opción de compra*;
b. las que permiten postergar una inversión mientras se reúne más información o se espera el cumplimiento de ciertas condiciones, como reacciones del mercado, estabilización del tipo de cambio o tecnológicas. Se tratan también como una *opción de compra*;
c. las que permiten abandonar o reducir una inversión si la demanda observada es menor a la proyectada. Estas equivalen a una *opción de venta* y se asocian con proyectos de desinversión: abandono, *outsourcing* o reemplazo de tecnologías mayores por otras menores;
d. las que permiten modificar el producto o servicio para adecuarlo a cambios en la demanda (como el destino de uso de tierras agrícolas).

Mientras que las opciones de abandono son más relevantes en empresas con alta inversión de capital, donde la flexibilidad para obtener un buen precio de venta de los activos es importante, la opción de ampliar o reducir el nivel de actividad con facilidad lo es para proyectos con demanda cambiante. De igual manera, mientras más inciertos sean los flujos del proyecto o cuando la inversión realizada tiene el carácter de irreversible, mayor será la relevancia de la posibilidad de postergar la inversión.

En un entorno muy incierto, la gestión de la flexibilidad y la adaptación estratégica son aspectos fundamentales para capitalizar con éxito las oportunidades futuras de inversión y limitar pérdidas derivadas de mercados adversos.

El valor de un proyecto que considere opciones reales se calcula por:

(8.15)

$$VP_r = VAN_p + VAVOR - VACO$$

Donde VP_r es el valor del proyecto, VAN_p el valor actual neto del proyecto original, o sea, sin incluir la posibilidad de cambio futuro, VAVOR el valor actual del valor de la

opción real y VACO el valor actual del costo que deberá asumirse por tener derecho a la opción.

Preguntas y problemas

8.1 Calcule el valor final de un depósito inicial de $10.000 al 12% anual, que se mantiene por cinco años.

8.2 ¿Qué monto debe depositarse hoy a una tasa anual del 15% para que al cabo de seis años se logre acumular $22.000?

8.3 ¿A qué tasa se debe hacer una inversión hoy para que al cabo de ocho años triplique su valor?

8.4 ¿En cuánto tiempo una inversión de $20.000 se duplica si puede depositarse al 6% anual?

8.5 Si un proyecto financia $100.000 de su inversión con un préstamo al 11% de interés anual, ¿de qué monto debe ser la cuota para amortizar la deuda en seis años?

8.6 Una inversión de $80.000 permite recibir a cambio cinco cuotas iguales de $20.000. ¿Qué tasa de interés se está ganando?

8.7 Si se desea acumular $300.000 en ocho años, ¿a qué tasa de interés se deben invertir ocho depósitos de $18.000 cada uno?

8.8 ¿Qué monto acumularán doce depósitos iguales de $16.000 a una tasa de interés del 6% anual?

8.9 ¿Cuántos depósitos iguales de $7.000 se deben hacer al 8% de interés anual para acumular $56.000 al final del período?

8.10 Determine el valor del siguiente flujo a una tasa del 10% anual:

Año	1	2	3	4	5	6
Flujo	400	650	900	300	450	500

8.11 Calcule la tasa de interés de la compra a crédito de un insumo, si el proveedor exige un pago contado equivalente a un 20% y el saldo en cinco cuotas iguales al pago contado.

8.12 Calcule y explique el valor actual neto del siguiente flujo de caja, si se exige un retorno del 12% anual.

Momento	0	1	2	3	4	5	6	7
Flujo	-5.000	500	800	1.300	1.800	2.200	2.600	3.000

8.13 Para los datos del ejercicio anterior, determine la tasa interna de retorno y pruebe el resultado en una tabla de "supuestos de rentabilidad y recuperación de la inversión".

8.14 Enuncie las principales razones por las cuales se critica la validez de la tasa interna de retorno.

8.15 Con los datos del ejercicio 8.12, calcule el período de recuperación de la inversión.

8.16 Calcule la tasa interna de retorno de los flujos de caja que se expusieron en las tablas 7.8, 7.9 y 7.10 del capítulo anterior, y explique los resultados comparativamente.

8.17 Explique la relación que existe entre el valor actual neto y el índice beneficio-costo.

8.18 Analice el concepto de valor económico agregado y las formas para incrementar la utilidad neta de la operación.

8.19 ¿Cuáles son las críticas que se le hacen al VEA como instrumento de evaluación de proyectos?

8.20 "La depreciación equivale a la reposición promedio anual de activos para mantener la capacidad operativa del proyecto". Comente.

8.21 Explique las alternativas para incluir un factor que considere la reposición promedio anual de activos.

8.22 Con los siguientes antecedentes históricos, calcule y analice el VEA por método tradicional y el propuesto en este texto.

Precio (p)	$360
Costo variable (cv)	$120
Costo fijo (CF)	$800.000
Volumen de operación (q)	10.000 unidades
Depreciación (D)	$80.000
Tasa de impuesto (t)	15%
Rentabilidad exigida (i)	10%
Inversión (I)	$4.000.000
Valor de desecho (VDn)	$3.000.000
Horizonte de análisis (n)	5 años

8.23 Comente la siguiente afirmación: "Toda empresa debe buscar maximizar su nivel de operación".

8.24 ¿Cómo afecta al análisis de equilibro una racionalización que reduzca costos de operación?

8.25 "El impuesto a las utilidades es un costo variable". Comente.

8.26 "La empresa maximiza sus utilidades si aumenta su nivel de operación hasta satisfacer toda la demanda". Comente.

8.27 Analice el concepto de desinversión desde la perspectiva del punto de equilibrio.

8.28 Determine la opción más conveniente entre las dos alternativas que se exponen a continuación.

ALTERNATIVA 1:

La investigación del mercado definió ventas anuales posibles de 430.000 unidades a un precio unitario de $260 cada una, pagando una comisión de venta de 1%. El estudio de costos calculó que para ese nivel de operación podrían esperarse los siguientes costos variables:

Material directo	$60
Mano de obra directa	$40
Gastos de fabricación	$20

Los costos fijos anuales de fabricación, administración y ventas alcanzan a $22.000.000. Se incluye el alquiler de edificios, bodegas y oficinas, ya que la única inversión prevista es la de los equipos de producción. Además, contablemente, se deben considerar $8.000.000 de depreciación anual.

La inversión en equipos alcanza a $80.000.000, a los que se exige una rentabilidad del 12% anual.

Los equipos tienen una vida útil de 10 años, al cabo de los cuales tendrán un valor de desecho estimado en $25.000.000. Para fines contables, se deprecian total y linealmente en diez años. Los impuestos ascienden al 15% de las utilidades.

ALTERNATIVA 2:

En el estudio técnico se detectó la existencia de un equipo menor, con capacidad de hasta 400.000 unidades anuales. Si bien esta máquina deja demanda insatisfecha, esto permitiría subir el precio de venta a $280, y aprovechar deseconomías de escala que permitirían reducir el costo del material directo a $50. Los costos fijos de esa alternativa alcanzarían a $18.000.000 por año. Este equipo costaría $72.000.000 y se estima que al final de su vida útil tendrá un valor de desecho de $28.000.000. Se deprecia también en diez años.

8.29 Con los antecedentes del ejercicio anterior, ¿qué rentabilidad porcentual obtendría el inversionista si financia el 50% de la inversión con deuda al 8% de interés anual?

8.30 Con los antecedentes del ejercicio 8.28, determine la cantidad mínima a producir y vender.

8.31 En un estudio para evaluar a nivel de perfil la conveniencia de elaborar y comercializar un nuevo producto, se estima posible producir y vender 60.000 unidades anuales promedio. El costo de fabricación variable se calculó en $70 y los costos fijos en $3.000.000 anuales. Los gastos de administración de la empresa se incrementarían en $1.200.000 al año. En gastos de venta se estiman $600.000 anuales en publicidad y un 3% de los ingresos en gastos de comisiones y ventas. Para este nivel de producción se deberán comprar nuevos equipos por $14.000.000 los cuales tienen una vida útil real de 8 años, aunque se pueden depreciar en 10 años. Al ser sustituidos, los equipos liberados se pueden vender en $4.000.000. La empresa exige un 12% de retorno a sus inversiones y la tasa de impuesto a las utilidades es de 15%.

Con estos antecedentes, determine la tarifa mínima a la que se debe vender cada unidad del nuevo producto.

8.32 Explique cómo se puede utilizar el modelo de valuación de opciones en la evaluación de proyectos y enuncie en qué casos se justifica ampliamente su aplicación.

8.33 ¿Qué razones justifican la decisión de posponer un proyecto con VAN positivo?

8.34 Explique el concepto de rentabilidad inmediata y los casos en que se justifica su utilización.

8.35 Una planta de agua mineral requiere aumentar su capacidad productiva debido al éxito que ha mostrado su producto en la zona norte del país. La gerencia de producción había realizado los estudios pertinentes y la solución era una embotelladora Serie OZAT-200 para abastecer el aumento de 3.500 litros diarios que era necesario elaborar. El explosivo crecimiento impide a la empresa hacer frente a la fuerte inversión que ello implica y que alcanza a $290.000, incluyendo los costos de instalación que demorarán seis meses, por lo que la concreción de esta ampliación de la capacidad productiva se podría financiar:

a. Con un crédito bancario a cuatro años, con el primero de gracia, a una tasa de interés del 10% anual. Los gastos notariales y legales para finiquitar la operación ascienden al 1% del pagaré que se firmaría; o

b. Mediante la obtención de un *leasing* a pagar en cuatro cuotas iguales de $85.000, donde la última corresponde a la opción de compra.

Esta nueva maquinaria permitiría aumentar los ingresos netos antes de impuestos en $125.000 al año.

Se estima que la vida útil de la máquina es de cinco años, al cabo de los cuales se espera un valor de desecho equivalente al 60% de su valor de adquisición. La empresa fija la tasa de descuento relevante para las decisiones propias en un 17%. La tasa de impuesto a las utilidades es del 15% y los activos se pueden depreciar en cinco años.

Bibliografía

ALIBER, R. *La presupuestación de inversiones: ¿será rentable el proyecto?* Serie "Management en Finanzas", num. 1, *El Diario/Financial Times*, Santiago de Chile, 2000.

ALZUGARAY, A. *Método Black & Scholes para la valuación de opciones aplicadas a la evaluación de proyectos de inversión.* http://www-uas.mx/departamentos/publicaciones /TEXTOS/black.htm, 1999.

BIERMAN, Y y S. SMIDT. *The Capital Budgeting Decision; Economic Analysis of Investment Projects*. Macmillan, New York, 1993.

BLACK, F. y M. SCHOLES. "The pricing of corporate liabilities". En: *Journal of political economic,* num. 81,1973.

CANADA, y otros. *Análisis de la inversión de capital para ingeniería y administración*. Prentice Hall Hispanoamericana S.A., México, 1997.

DIXIT, A. y R. PINDYCK, *Investment under uncertainty*. Princeton University Press, Princeton, 1995.

ERPSSA, V. *Proyectos de inversión en ingeniería*. Limusa, México, 1987.

INFANTE, A. *Evaluación financiera de proyectos de inversión*. Norma, Bogotá, 1998.

INSTITUTO SUPERIOR DE TÉCNICAS Y PRÁCTICAS BANCARIAS. *Introducción a las decisiones financieras de la empresa*, http://bancafinanzas/es/cd/muestras/DirecFinan/1-3.htm, 2000.

KELETY, A. *Análisis y evaluación de inversiones*. EADA, Gestión, Barcelona 1992.

KPMG CONSULTING. Economic Value Management (EVM); http://www.kpmg.com.mx/web/evm/htm. KPMG, México, 2000.

MILBOURN, T. *El encanto de VEA como medida de rendimiento*. Serie "Management en Finanzas" num. 5. *El Diario/Financial Times*. Santiago de Chile, 2000.

MORALES, D. *La creación de valor económico agregado como herramienta de gestión*. http://www.imiq.org/leon99/memorias/trabajos/Vm9/vm9-2.htm.IMIQ, Coatzacoalcos, Veracruz, 1999.

NEUBERGER, A. *Cómo poner precio a las acciones*. Serie "Management en Finanzas", num. 9, *El Diario/Financial Time*, Santiago de Chile, 2000.

O'BRIAN, P. *Utilidad y flujo de caja*. En: Serie "Management en Finanzas", num. 2. *El Diario/Financial Times*. Santiago de Chile, 2000.

OXENFELTD, A. *Análisis de costo-beneficio para la toma de decisiones*. Norma, Bogotá, 1985.

ROSS, S., R WESTERFIELD y J. BRADFORD. *Fundamentos de finanzas corporativas*. Irwin, Madrid, 1993.

THAM, J y VELEZ, I. http://papers.ssrn.com, 2004.

TISSOT, M. *Evolución de proyectos*. http://members.tripod.com, Universidad Santiago de Cali, 1999.

VARELA, R. *Evaluación económica de inversiones*. Norma, Bogotá, 1989.

VÉLEZ, I. *Decisiones de inversión: una aproximación al análisis de alternativas*. Centro Editorial Javeriano, Santa Fe de Bogotá, 1998.

VÉLEZ, I. *Más reflexiones sobre el Valor Económico Agregado VEA: una mirada a un caso práctico*. http://www.javeriana.edu.co/decisiones/textoevadinero.html 1998.

WESTON, J.F. y T.E. COPELAND. *Finanzas en administración*. McGraw-Hill, México, 1995.

CAPÍTULO

9

Evaluación de inversiones ante incertidumbre

La mayoría de las evaluaciones de proyecto se realizan en escenarios de certidumbre respecto de las variables que componen el flujo de caja. Sin embargo, en la mayoría de los procesos decisorios, el inversionista busca determinar la probabilidad de que el resultado real no sea el estimado y la posibilidad de que la inversión pudiera incluso resultar con rentabilidad negativa.

La tolerancia al riesgo, la posición financiera de la empresa, la diversificación de sus otras inversiones y el plazo de la recuperación de la inversión, entre otros factores, condicionan la toma de distintas decisiones entre diferentes potenciales inversionistas que evalúan un mismo proyecto. Un análisis equilibrado del riesgo con el rendimiento esperado de una inversión evitará aceptar proyectos muy vulnerables si se asume mucho riesgo o perder oportunidades, por ser pocos agresivos en la decisión.

Muchas variables son las que condicionan el grado de tolerancia al riesgo: la personalidad del inversionista, el horizonte de tiempo de la inversión, la disponibilidad de recursos físicos o financieros e, incluso, la edad de quien decide. Generalmente, los inversionistas jóvenes toman más riesgos justamente por trabajar con horizontes de tiempo más largos. Por lo mismo, la tolerancia al riesgo cambia con el tiempo, lo que obliga a reevaluar el riesgo al cambiar las circunstancias que lo determinaron en primera instancia.

En los capítulos anteriores se supuso comportamientos específicos respecto de cada una de las variables que condicionan la rentabilidad de una inversión, es decir, se asumió la estructura de un análisis que se conoce como *decisiones bajo certidumbre*. Sin embargo, siempre existirán dudas en relación con el cumplimiento del escenario proyectado. Por esto, es frecuente

incorporar distintos análisis complementarios para determinar la variabilidad máxima que resisten las estimaciones del proyecto.

En este capítulo se analizan los conceptos de riesgo, incertidumbre y sensibilidad, y se exponen los principales instrumentos para tratarlos. El anexo 2 complementa estos análisis mediante el uso del software EasyPlanEx.

9.1 Análisis de inversiones en condiciones de riesgo e incertidumbre

En evaluación de proyectos, los conceptos de *riesgo* e *incertidumbre* se diferencian en que mientras el primero considera que los supuestos de la proyección se basan en probabilidades de ocurrencia que se pueden estimar, el segundo enfrenta una serie de eventos futuros a los que es imposible asignar una probabilidad. En otras palabras, existe riesgo cuando los posibles escenarios con sus resultados se conocen y existen antecedentes para estimar su distribución de frecuencia y hay incertidumbre cuando los escenarios o su distribución de frecuencia se desconocen.

Aun cuando existen distintos modelos para efectuar un análisis de las probabilidades en proyectos que tienen riesgos, éstos difícilmente se pueden validar en forma objetiva como, por ejemplo, el resultado de lanzar una moneda al aire. En este sentido, los análisis de probabilidades en los proyectos no modifican los niveles de riesgo ni de incertidumbre, sino que generan información para ayudar al proceso de toma de decisiones. Con más información del mercado, de las opciones tecnológicas o de los efectos de una u otra localización, podría reducirse la incertidumbre.

La decisión de aceptar proyectos con mayor grado de riesgo se asocia, por lo general, con exigencias de mayor rentabilidad, aunque los inversionistas deseen lograr el retorno más alto posible sobre sus inversiones, simultáneamente con obtener el máximo de seguridad en alcanzarlos. Lo importante es reconocer que cada individuo manifiesta particulares preferencias de riesgo-recompensa.

La definición más común de *riesgo* es la de "la variabilidad relativa del retorno esperado" o la *desviación estándar* de retorno esperado respecto al retorno medio, en cuanto a la magnitud de la variación. Mientras más alta sea la desviación estándar, mayor será la variabilidad del retorno y, por consiguiente, del riesgo.

Las probabilidades que no se pueden verificar en forma objetiva se denominan *probabilidades subjetivas*. La más observada en la práctica es la que supone una distribución normal, la que indica que en un 67,5% de los casos los retornos caerán dentro de un rango que está entre el valor promedio del retorno ± una desviación estándar. Si al promedio se suman y restan dos desviaciones estándar, el intervalo incluirá al 95% de los casos.

En una empresa en funcionamiento es muy posible encontrar información en sus registros de datos que posibiliten efectuar un análisis de riesgo de un proyecto nuevo pero sobre el que se tienen experiencias previas. El análisis del riesgo mediante la desviación estándar sigue procedimientos distintos según se trate de datos históricos o proyectados.

El procedimiento para calcular la desviación estándar en base histórica se aplica a diferentes elementos del proyecto: nivel de respuesta de la demanda a un proyecto que se amplía permanentemente a nuevos sectores geográficos, rentabilidad de una inversión replicable, etc. En estos casos, se busca estimar la variabilidad del resultado sobre la base de los comportamientos históricos observados, para lo cual se usa la expresión:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}(A_j - A_x)^2}{n-1}} \qquad (9.1)$$

Donde σ es la desviación estándar, A_j el rendimiento de cada observación j, A_x el rendimiento promedio de las observaciones y n el número de observaciones. La desviación estándar al cuadrado, σ^2 se denomina varianza.

Ejemplo 9.1

Una empresa ha logrado las rentabilidades promedio anual es sobre inversiones repetitivas en seis locales de venta de hamburguesas, las que se muestran en la tabla 9.1:

Tabla 9.1
Cálculo de las desviaciones sobre observaciones históricas.

Observaciones (j)	Rendimiento observ, (A_j)	Rendimiento promed. (A_x)	Desviación ($A_j - A_x$)	Desviación cuadr. $(A_j-A_x)^2$
1	0,12	0,095	0,025	0,000625
2	0,13	0,095	0,035	0,001225
3	0,08	0,095	-0,015	0,000225
4	0,04	0,095	-0,055	0,003025
5	0,08	0,095	-0,015	0,000255
6	0,12	0,095	0,025	0,000625
Suma	0,57		0,00	0,006000

Sustituyendo estos valores en la ecuación 9.1, se obtiene:

$$\sigma = \sqrt{\frac{0{,}0060}{5}} = \sqrt{0{,}00119} = 0{,}034496 = 3{,}45\%$$

Lo que indica que existe un 67,5% de posibilidades de que la rentabilidad de un nuevo local de ventas se sitúe entre 9,5% ± 3,45% (o sea, entre el 6,05% y el 12,98%); y un 95% de que esté entre 9,5% ± 2*3,45% (o sea, entre el 2,6% y el 16,4%).

Cuando un resultado es de naturaleza aleatoria, la distribución normal sirve para calcular la probabilidad de que se sitúe en un determinado intervalo. El caso más común corresponde a los rendimientos de las inversiones que la empresa pudiera tener en acciones comunes de otras grandes empresas.

Se utilizará dicha distribución, debido a que la mayoría de las funciones se ajustan a la ya mencionada con anterioridad, sin dejar de reconocer la existencia de otras distribuciones de probabilidad, en los que el procedimiento a seguir es similar, es decir, la probabilidad que se desea obtener se logra integrando el intervalo del área bajo la curva deseada o utilizando las tablas estadísticas correspondientes.

El gráfico 9.1 muestra la distribución normal basada en los rendimientos observados en el historial de la empresa para los resultados del ejemplo 9.1.

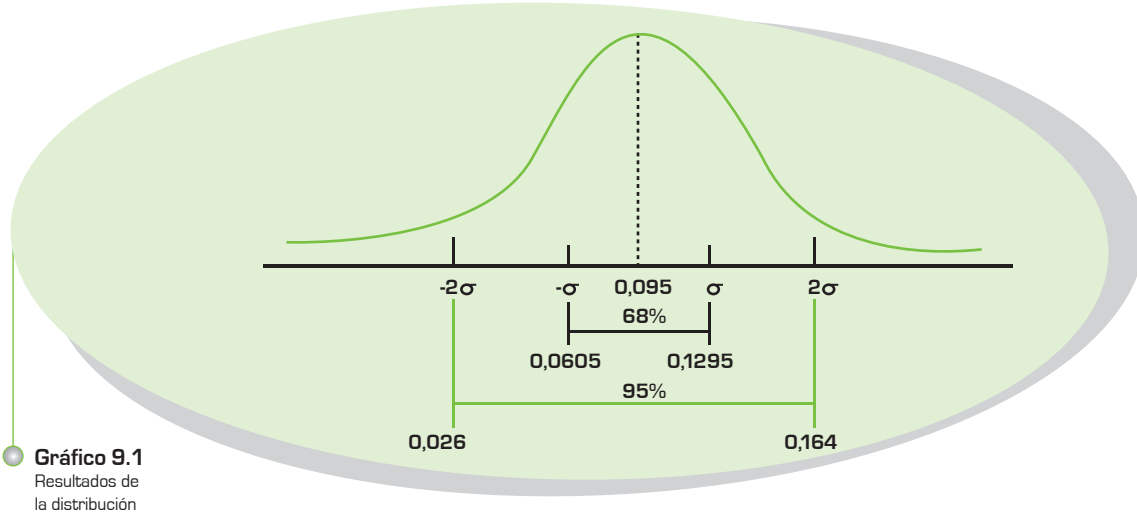


Gráfico 9.1
Resultados de la distribución normal.

Al usar una planilla Excel, la desviación estándar se obtiene directamente seleccionando ***fx*** en la opción **Insertar** de la **Barra de Herramientas**. En **Pegar función** se elige **Estadísticas** en la **Categoría de Función** y **DESVEST** en **Nombre de la función**. En el cuadro de diálogo que aparece al pulsar **Aceptar** se anota, en **Número 1**, el rango

de resultados de los rendimientos observados. En la parte inferior del cuadro de diálogo aparece en **Resultado de la fórmula** la desviación estándar, tal como se muestra en la figura 9.1:

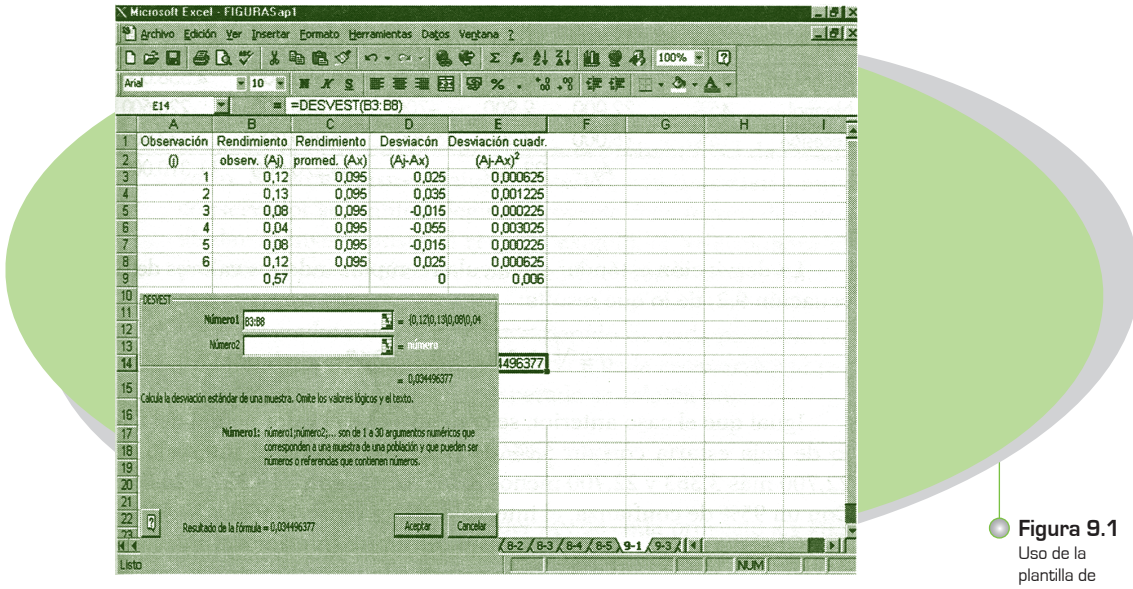


Figura 9.1
Uso de la plantilla de cálculo para determinar la desviación estándar.

Para calcular la variabilidad de los resultados de una inversión, de acuerdo con los posibles escenarios futuros a los cuales se puede asignar una probabilidad de ocurrencia, el procedimiento para calcular la desviación estándar difiere del anterior, ocupando la siguiente ecuación:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{k=1}^{n}(A_k - A_y)^2 * P_{(k)}} \qquad (9.2)$$

Donde A_k es el resultado esperado para cada escenario A, A_y el resultado promedio ponderado de los distintos escenarios respecto de la probabilidad P(k) asignada a cada uno.

Ejemplo 9.2

Para una inversión de $20.000, una empresa identifica tres escenarios que condicionarían el valor actual de los flujos netos proyectados y a los cuales asigna la probabilidad de ocurrencia que se muestra en la tabla 9.2.

Escenario (k)	Probabilidad (Pk)	VA Flujo caja (Ak)	Factor (Ak*Pk)	Desviación (Ak-Ay)	Desviación cua. $(Ak-Ay)^2$	Producto $(Pk)*(Ak-Ay)^2$
Expansión	40%	26.000	10.400	3.300	10.890.000	4.356.000
Normal	45%	22.000	9.900	-700	490.000	220.500
Recesión	15%	16.000	2.400	-6.700	44.890.000	6.733.500
		Ay =	22.700		56.270.000	11.310.000

Tabla 9.2
Cálculo de las desviaciones sobre bases proyectadas.

La desviación estándar se calcula reemplazando los valores de la ecuación 9.2, de lo que resulta:

$$\sigma = \sqrt{11.310.000} = 3.363$$

Igual que el caso anterior, se concluye que el valor actual del flujo de caja estaría con un 68% de posibilidades en el intervalo de 22.700 más 3.363 y 22.700 menos 3.363; o sea, entre 19.337 y 26.063. Con un 95% de confianza, el intervalo estará entre 15.974 y 29.426.

Observe cómo, en ambos casos, el límite inferior del intervalo muestra un valor actual del flujo menor a la inversión, con lo que se obtendría un VAN menor que cero.

Lo ideal sería encontrar el punto en que el VAN del proyecto fuese superior o igual a cero. Para encontrar ese punto, lo primero que se realizará será obtener los valores actuales netos en cada escenario:

Expansión	-20.000+26.000=6.000
Normal	-20.000+22.000=2.000
Recesión	-20.000+16.000=-4.000

El rendimiento esperado es, entonces:

Expansión	6.000*40%=2.400
Normal	2.000*45%=900
Recesión	-4.000*15%=-600
Rendimiento esperado	=2.700

Para obtener la probabilidad de un rendimiento positivo del proyecto, se debe encontrar el punto donde el VAN se hace cero. Gráficamente esto corresponde a:

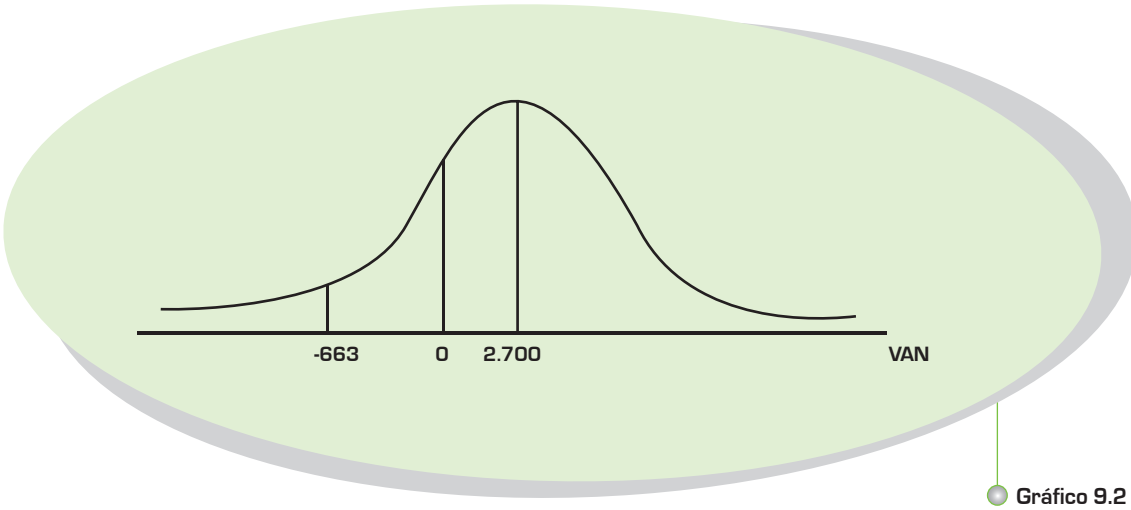


Gráfico 9.2
Distribución normal encontrando el punto donde VAN se hace cero.

Donde -663 es una desviación estándar desde la media, lo cual es equivalente a decir, 20.000-19.337. Dado que desde la media hacia la derecha se tiene un 50% de probabilidad (por propiedad de simetría de esta función), ahora se debe encontrar a cuántas desviaciones de la media se encuentra este punto, para lo cual se divide el valor esperado (2.700) por la desviación estándar antes calculada (3.363). Esto es:

$$R/\sigma = 2.700/3.363 = 0,8$$

Este resultado expresa que se necesita un 80% de una desviación estándar para encontrar el punto donde el VAN es cero.

Una desviación estándar hacia la izquierda tiene una probabilidad de 34% (debido a la propiedad de simetría de la función de probabilidad normal, es decir, 68% ÷ 2). Esto quiere decir que si se obtiene el 80% de este 34% y al resultado se le añade el 50%, la probabilidad de obtener un VAN igual o superior a cero, es:

$$0,8 * 0,34 = 27,2\%$$

y

$$27,2\% + 50\% = 77,2\%$$

Esto significa que existe un 77,2% de probabilidad de obtener un VAN mayor o igual a cero.

Cuando se comparan proyectos con consideraciones de riesgo, existen algunos criterios que logran simplificar el proceso decisorio:

a. *dominancia*: cuando en todos los escenarios el resultado esperado de una alternativa X es mejor que el de otra Y, se dice que la primera domina a la segunda y, por lo tanto, se descarta Y;

Ejemplo 9.3

Una empresa enfrenta cuatro opciones de inversión cuyos valores actuales netos se calcularon en función de cinco escenarios posibles a los que se asignó la probabilidad que muestra la tabla 9.3.

Escenario	Probabilidad	Proyectos			
		1	2	3	4
Recesivo	5%	-10.000	0	-15.000	-3.000
Pesimista	15%	-4.000	6.000	-8.000	5.000
Normal	40%	0	7.000	1.000	11.000
Optimista	25%	6.000	9.000	9.000	14.000
Expansivo	15%	9.000	10.000	18.000	17.000

Tabla 9.3
Relaciones de VAN para escenarios probables.

Como se puede observar, en todos los escenarios el proyecto 2 domina al proyecto 1, por lo que este último se elimina.

b. *nivel de aspiración*: se define un nivel de aspiración y después se busca el proyecto que maximiza la probabilidad de alcanzarlo. Si, en el mismo ejemplo anterior, con un criterio muy conservador, se plantea elegir el proyecto más seguro después de dar al inversionista el retorno exigido, se seleccionará el proyecto 2 por ser el único que cumple en todos los escenarios con esa condición;

c. *valor esperado*: calcula el valor esperado de cada proyecto en función de la probabilidad asignada a cada escenario y al resultado proyectado. El valor esperado se calcula por:

$$E[VANx] = \sum_{k=1}^{n} VANx_k * P(k) \qquad (9.3)$$

Donde E[VANx] es el valor esperado del VAN de cada proyecto x y P(k) la probabilidad de que ocurra el escenario k. La tabla 9.4 resume el valor esperado del VAN para los proyectos 2, 3 y 4. Se excluye el proyecto 1, por haberse eliminado por el criterio de dominancia:

Proyecto	E[VANx]
2	(0,05)[0) + (0,15)[6.000) + (0,40)[7.000) + (0,25)[9.000) + (0,15)[10.000) = 7450
3	(0,05)[-15.000) + (0,15)[-8.000) + (0,40)[1.000) + (0,25)[9.000) + (0,15)[18.000) = 3.400
4	(0,05)[-3.000) + (0,15)[5.000) + (0,40)[11.000) + (0,25)[14.000) + (0,15)[17.000) = 11.050

Tabla 9.4
Valor esperado del VAN.

Con este criterio, se elegiría el proyecto 4 por tener el mayor valor esperado de VAN;

d. *equivalencia de certeza*: corrige el resultado del valor esperado por un coeficiente α de aversión al riesgo, mediante:

$$EC = E[VANx] - \alpha * \sigma [x] \qquad (9.4)$$

Donde EC es el equivalente de certeza, α es el coeficiente de aversión al riesgo y σ [X] la desviación estándar del resultado. Si:

$$\sigma[x] = \sqrt{\Sigma(VANx)^2 * P(x) - (E[x])^2} \qquad (9.5)$$

La varianza de cada proyecto sería la que se determina con la tabla 9.5.

Proyecto	E[VANx]
2	$(0,05)\,(0)^2+(0,15)(6.000)^2+(0,40)(7.000)^2+(0,25)(9.000)^2+(0,15)(10.000)^2=60.250.000$
3	$(0,05)(-15.000)^2+(0,15)(-8.000)^2+(0,40)(1.000)^2+(0,25)(9.000)^2+(0,15)(18.000)^2=90.100.000$
4	$(0,05)(-3.000)^2+(0,15)(5.000)^2+(0,40)(11.000)^2+(0,25)(14.000)^2+(0,15)(17.000)^2=144.950.000$

Tabla 9.5
Cálculo de la varianza del VAN.

Reemplazando con estos valores la ecuación 9.4, y suponiendo un coeficiente de aversión al riesgo de 0,7, se obtienen los siguientes factores de equivalencia a certeza para los tres proyectos que se comparan:

Proyecto	E[VANx]	–	$\alpha\sqrt{\sigma^2\,[x]}$	=	Ec
2	7.450	–	$0,7\ \sqrt{60.250.000}$	=	2.017
3	3.400	–	$0,7\ \sqrt{90.100.000}$	=	-3.244
4	11.050	–	$0,7\ \sqrt{144.950.000}$	=	2.622

Tabla 9.6
Cálculo del equivalente certeza.

Según este criterio, el proyecto 4 sería elegido, ya que presenta el mayor VAN en equivalencia de certeza.

El riesgo de invertir en un proyecto proviene de la imposibilidad de predecir los acontecimientos futuros. Cuando estos se conocen o son predecibles, el proyecto se tipifica como *libre de riesgo*. Los acontecimientos inesperados dan origen a dos tipos de riesgo: sistemático y no sistemático.

El *riesgo sistemático*, o *riesgo de mercado* (m), es aquel que afecta a todo el mercado, mientras que el *riesgo no sistemático* (ϵ) se asocia específicamente con el proyecto, empresa o pequeño grupo de empresas.

De acuerdo con esto, el rendimiento total de un proyecto se puede definir como:

$$R = E(R) + \epsilon + m \qquad (9.6)$$

Donde R es el rendimiento total, E(R) el rendimiento esperado y ϵ y m las partes no sistemática y sistemática, respectivamente, de la parte no esperada del rendimiento.

En una empresa, el riesgo no sistemático atribuible a un proyecto no está vinculado con los riesgos no sistemáticos de otros proyectos. Esto explica el argumento de que la empresa reduce su riesgo total mediante la diversificación de las inversiones, haciendo insignificante el riesgo no sistemático e igualándolo, prácticamente, con el riesgo sistemático.

La forma de medir el nivel de riesgo sistemático es calculando el *coeficiente beta* (β), que indica la relación entre el riesgo sistemático de una inversión y el promedio del mercado. Un beta de 0,5 indica que la inversión tiene la mitad de riesgo sistemático que el promedio, mientras que un beta de 2,0 indica que es el doble.

El valor del beta de un sector determinado de la economía se calcula por la expresión:

$$\beta i = \frac{Cov\ (Ri,\ Rm)}{Var(Rm)} \qquad (9.7)$$

Donde Ri es la rentabilidad observada en el sector i y Rm la rentabilidad del mercado. Esta última se calcula generalmente como equivalente a la rentabilidad promedio del mercado bursátil.

$$\beta = \frac{\rho i,m * \sigma i * \sigma m}{(\sigma m)^2} \qquad (9.8)$$

Donde $\rho i,m$ es el coeficiente de correlación entre el sector i con el mercado, σi la desviación estándar del sector i y σm la desviación estándar de mercado.

Como se mencionó en el capitulo 2, el coeficiente de correlación es aquel que indica cómo se relacionan dos variables que, en este caso, serían el sector i con el mercado. El coeficiente de correlación se encuentra entre -1 y 1. Esto significa que mientras más cercanas a 1, las variables tendrán una relación directa.

Cuando la correlación entre el sector i y el mercado es alta, ante un shock ambos reaccionarán de igual o similar forma, por lo cual el riesgo no diversificable (beta) será mayor al introducir este nuevo proyecto.

La *covarianza* se calcula por:

$$Cov(Ri,\ Rm) = \frac{\sum_{t=1}^{n} (Ri_t - Ri)\ (Rm_t - Rm)}{n} \qquad (9.9)$$

Donde Ri_t es la rentabilidad del sector i en el período t, Rm_t la rentabilidad del mercado en el período t y n el número de observaciones.

La *varianza*, por otra parte, se calcula por:

$$VAR(Rm) = \frac{\sum_{t=1}^{n} (Rm_t - Rm)^2}{n - 1}$$

Ejemplo 9.4

Con la información histórica recogida de los últimos ocho años, tanto de la industria como del mercado, se busca calcular el coeficiente beta de la industria donde se inserta la empresa. La rentabilidad promedio del sector y la global del mercado se muestran en las dos primeras columnas de la tabla 9.7. Las siguientes se utilizan como hoja de cálculo para determinar tanto la Cov(Ri,Rm) como Var(Rm).

Año	Rit	Rmt	Rit-Ri	Rmt-Rm	(Rit-Ri)(Rmt-Rm)	(Rmt-Rm)2
1998	0,04300	0,07850	-0,04244	-0,03095	0,001313	0,00096
1999	0,06010	0,06930	-0,02534	-0,04015	0,001017	0,00161
2000	0,07410	0,07990	-0,01134	-0,02955	0,000335	0,00087
2001	0,09810	0,11610	0,01266	0,00665	0,000084	0,00004
2002	0,08890	0,14020	0,00346	0,03075	0,000106	0,00095
2003	0,09640	0,13320	0,01096	0,02375	0,000260	0,00056
2004	0,11320	0,12830	0,02776	0,01885	0,000523	0,00036
2005	0,10970	0,13010	0,02426	0,02065	0,000501	0,00043
Suma	0,68350	0,87560			0,04141	0,005779
Ri	0,08544					
Rm		0,10945				
Cov(Ri,Rm)					0,000518	
Var(Rm)						0,00082553

Tabla 9.7
Cálculo del equivalente certeza.

Sustituyendo con esta información la ecuación 9.7 se obtiene el siguiente coeficiente beta para el sector:

$$\beta = \frac{0,000518}{0,000825} = 0,627$$

En este ejemplo, el riesgo sistemático del sector equivale a un 62,7% del riesgo promedio del mercado[1].

Una aplicación de este coeficiente se trata en el capítulo siguiente.

9.2 Análisis de sensibilidad

Los resultados que se obtienen al aplicar los criterios de evaluación no miden exactamente la rentabilidad del proyecto, sino sólo la de uno de los tantos escenarios futuros posibles. 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 ello, la decisión sobre la aceptación o rechazo de un proyecto debe basarse más en la comprensión del origen de la rentabilidad de la inversión y del impacto de la no ocurrencia de algún parámetro considerado en el cálculo del resultado que en el VAN positivo o negativo.

Como señala Patricio del Sol[2], un buen proyecto siempre es vulnerable a la reacción que tendrán los competidores que intentarán imitar u ofrecer sustitutos al producto exitoso, los proveedores que tratarán de participar en este éxito subiendo los precios de los insumos e, incluso, los propios trabajadores que presionarán por mejoras salariales ante los positivos resultados del negocio. La posibilidad de estas reacciones debe preverse mediante el análisis de sensibilización de la rentabilidad a cambios, dentro de rangos probables, en los supuestos que determinaron las estructuras de costos y beneficios.

Anticipar estas variaciones permite a la empresa no sólo medir el impacto que podrían ocasionar en sus resultados sino también reaccionar adecuadamente creando, por ejemplo, las barreras a la entrada de nuevos competidores o tomar medidas para enfrentar la presión de proveedores y trabajadores, como la opción de internalizar procesos provistos por terceros o hacer *outsourcing* de tareas internas cuando su costo sea superior al contrato externo.

El principal problema de los modelos de riesgo para enfrentar esta situación radica en que básicamente consideran información histórica para suponer, por ejemplo, probabilidades de ocurrencia que podrían asignarse a los flujos de caja proyectados.

---

1 En una planilla electrónica como Excel, la *covarianza* y *varianza* se calculan directamente mediante la opción **Función** del menú **Insertar**. En el cuadro de diálogo *Pegar función* se selecciona **Estadísticas** (en *Categoría de la función*) y COVAR (en *Nombre de la función*). Pulsando **Aceptar** aparece el cuadro de diálogo COVAR, donde se anota en *Matriz 1* el rango de datos Rit y en *Matriz 2* el rango Rmt. *La covarianza* aparece al final del cuadro en *Resultado de la Fórmula*. Para calcular la varianza se sigue igual procedimiento. En el cuadro de diálogo VAR, se anota en *Número 1* el rango de datos Rmt, para obtener directamente la varianza.

2 DEL SOL, P. *Evaluación de decisiones estratégicas*. McGraw-Hill Interamericana, Santiago de Chile, 1999.

A pesar de lo señalado, los métodos que incorporan el riesgo no son malos, sino insuficientes para agregarlos por sí solos a una evaluación. Por ello surgen los modelos de sensibilización como una alternativa interesante de considerar para agregar información que posibilite decidir más adecuadamente respecto de una inversión.

Dos son los principales métodos de sensibilidad que, si bien en ciertos casos reemplazarán a los de riesgo, se proponen como un complemento de aquellos, siempre con la finalidad de mejorar la información que se le proporcionará al inversionista para ayudarlo en su toma de decisión. Ambos métodos muestran el grado de variabilidad que pueden exhibir o, dependiendo del modelo utilizado, resistir la proyección del flujo de caja. Esto permite identificar cuáles son las variables más críticas y los puntos más débiles sobre los que se debe concentrar la búsqueda de más información para determinar las posibilidades de que se alcancen esos puntos críticos.

El método más tradicional y común se conoce como el *modelo de la sensibilización de Hertz*, o *análisis multidimensional*, el cual analiza qué pasa con el VAN cuando se modifica el valor de una o más variables que se consideran susceptibles de cambiar durante el periodo de evaluación. El procedimiento propone que se confeccionen tantos flujos de caja como posibles combinaciones se identifiquen entre las variables que componen el flujo de caja.

La aplicación de este modelo, por su simplicidad, conduce a veces a elaborar tal cantidad de flujos de caja sensibilizados que, más que convertirse en una ayuda, constituyen una limitación al proceso decisorio.

Una simplificación de este modelo plantea que se debe sensibilizar el proyecto a sólo dos escenarios: uno optimista y otro pesimista.

La definición de las variables en estos escenarios tiende a ser sesgada por las expectativas que se tengan sobre el resultado de la inversión, entre otras variables. La principal ventaja que se le asigna es que permite trabajar con cambios en más de una variable a la vez.

Un modelo opcional, denominado *análisis unidimensional*, plantea que, en vez de analizar qué pasa con el VAN cuando se modifica el valor de una o más variables, se determine la variación máxima que puede resistir el valor de una variable relevante para que el proyecto siga siendo atractivo para el inversionista.

Por ejemplo, si con la cantidad a producir y vender estimada en el flujo de caja original, el VAN del proyecto es positivo, la sensibilización estimará la cantidad mínima que hace que el proyecto siga siendo elegible. Esto es, hasta dónde puede bajar la cantidad para que el VAN se haga igual a cero.

Una planilla electrónica, como Excel, por ejemplo, permite resolver ambos modelos de sensibilización con mucha rapidez. El siguiente ejemplo muestra el procedimiento de solución de los dos modelos y se usará más adelante para mostrar la aplicación del software Crystal Ball.

Ejemplo 9.5

Para la evaluación de un proyecto de expansión, se estima poder vender mil unidades el primer año de operación y crecer en un 10% el segundo, tras posicionarse en el mercado. A partir del tercer año se considera un crecimiento constante del 2% anual, por lo menos hasta el final del horizonte de evaluación, definido en ocho años.

Para materializar la expansión, la empresa deberá invertir $300.000 en maquinaria, para la cual se estima una vida útil de cinco años, aunque contablemente se deprecie en diez años. La inversión en capital de trabajo se calcula como un estándar equivalente al 18% de la inversión fija. Asimismo, se estima el valor de salvamento de las máquinas en un 40% de su valor de adquisición.

El plan comercial establece un precio de $200 por unidad durante los tres primeros años, para luego estabilizarse en $230. Los costos variables de fabricación y ventas ascienden a $80 y los costos fijos de administración, fabricación y ventas a $50.000 anuales los primeros tres años y, a partir del cuarto, se reduce en $4.000 anuales en consideración a que se reduce el costo de la campaña promocional.

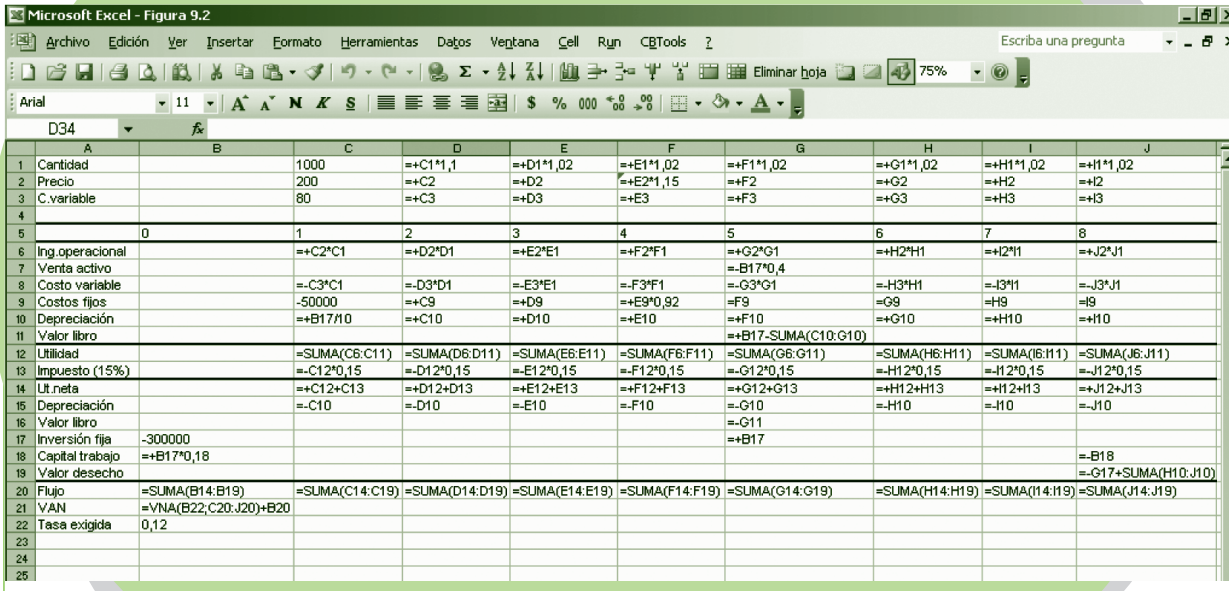
El valor de desecho del proyecto se calcula por el método contable, siguiendo un criterio conservador. La tasa de impuesto a las utilidades es del 15% y la de retorno exigida a la inversión es del 12%.

Para facilitar la sensibilización, se incluirán al inicio de la hoja de trabajo tantas filas como variables afecten a los valores que se sensibilizarán. En este caso, se seleccionan la cantidad, precio y costo variable. Sólo en las celdas C1, C2 y C3 se anotarán valores. El resto de las celdas se expresarán como una función de ellas. Por ejemplo, en la celda D1 se anotará =C1*1,1 para reflejar el incremento del 10% proyectado en el nivel de producción y ventas. En D2 se anotará +C2 para copiar el valor de esa celda.

La figura 9.2 muestra la hoja de trabajo con las fórmulas correspondientes a cada celda en el flujo de caja terminado. En su preparación, todos los valores deben estar vinculados según la forma que se muestra, para que al modificar el valor de una celda se vean automáticamente modificadas todas las que están en función de ella. La excepción la constituye un valor que no se va a sensibilizar, como, por ejemplo, el costo fijo a partir del cuarto año. Como se aprecia en la figura 9.2, se anotó la reducción de $4.000 en los costos fijos entre el cuarto y octavo momento. Esto permite sensibilizar hasta dónde se puede, por ejemplo, incrementar el gasto en publicidad durante los tres primeros años.

El resultado del flujo de caja, incluyendo el VAN del proyecto, se muestra en la figura 9.3.

Para aplicar el *modelo de sensibilización de Hertz* bastará modificar las celdas C1, C2 o C3, o una combinación de ellas, para ver cómo impacta este cambio al resultado de la evaluación. Alternativamente, se podrá recurrir a la función **Datos** del menú **Herramientas**, para obtener los VAN de distintas combinatorias de variación en dos componentes simultáneos de la estructura del flujo de caja. Si, en el ejemplo anterior, se quisiera medir el impacto de cambios en el precio y la cantidad para variaciones negativas del 3% en ambas variables, se deberá construir una tabla vinculada al flujo de caja, como se muestra en la figura 9.4.



Microsoft Excel - Figura 9.2

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana Cell Run CBTools ?

Escriba una pregunta

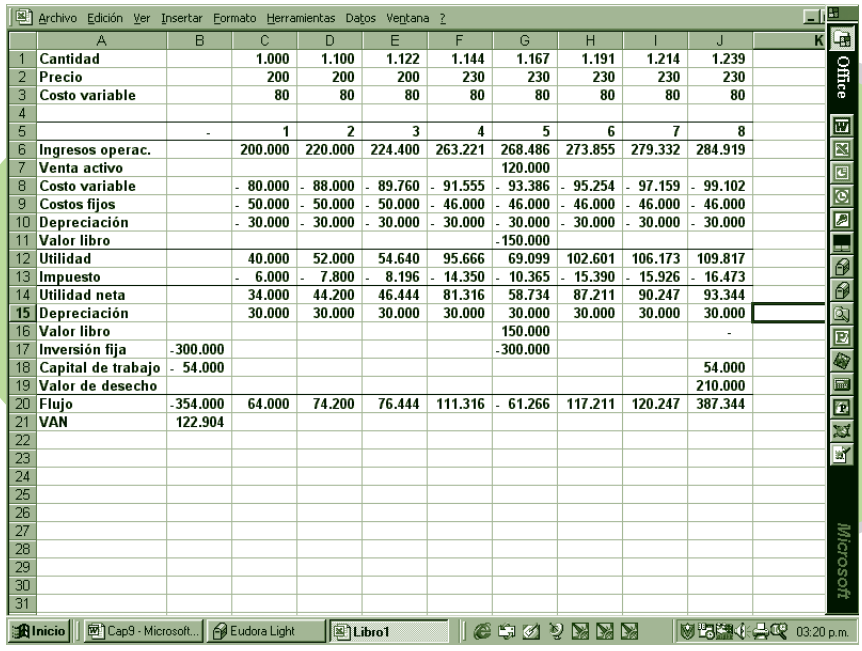
Eliminar hoja 75%

Arial 11

D34

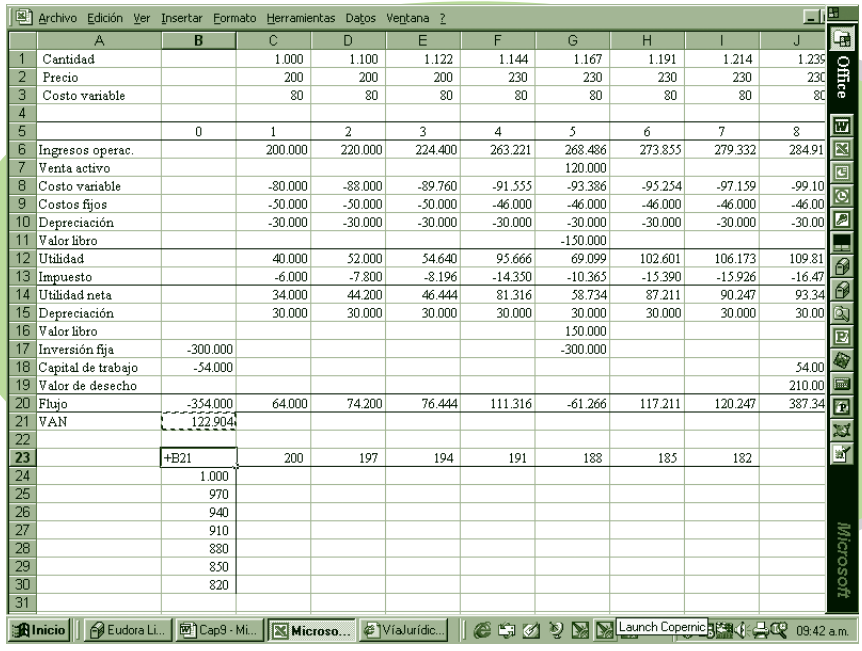
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Cantidad		1000	=+C1*1,1	=+D1*1,02	=+E1*1,02	=+F1*1,02	=+G1*1,02	=+H1*1,02	=+I1*1,02
2	Precio		200	=+C2	=+D2	=+E2*1,15	=+F2	=+G2	=+H2	=+I2
3	C.variable		80	=+C3	=+D3	=+E3	=+F3	=+G3	=+H3	=+I3
4										
5		0	1	2	3	4	5	6	7	8
6	Ing.operacional		=+C2*C1	=+D2*D1	=+E2*E1	=+F2*F1	=+G2*G1	=+H2*H1	=+I2*I1	=+J2*J1
7	Venta activo						=-B17*0,4			
8	Costo variable		=-C3*C1	=-D3*D1	=-E3*E1	=-F3*F1	=-G3*G1	=-H3*H1	=-I3*I1	=-J3*J1
9	Costos fijos		-50000	=+C9	=+D9	=+E9*0,92	=F9	=G9	=H9	=I9
10	Depreciación		=+B17/10	=+C10	=+D10	=+E10	=+F10	=+G10	=+H10	=+I10
11	Valor libro						=+B17-SUMA(C10:G10)			
12	Utilidad		=SUMA(C6:C11)	=SUMA(D6:D11)	=SUMA(E6:E11)	=SUMA(F6:F11)	=SUMA(G6:G11)	=SUMA(H6:H11)	=SUMA(I6:I11)	=SUMA(J6:J11)
13	Impuesto (15%)		=-C12*0,15	=-D12*0,15	=-E12*0,15	=-F12*0,15	=-G12*0,15	=-H12*0,15	=-I12*0,15	=-J12*0,15
14	Ut.neta		=+C12+C13	=+D12+D13	=+E12+E13	=+F12+F13	=+G12+G13	=+H12+H13	=+I12+I13	=+J12+J13
15	Depreciación		=-C10	=-D10	=-E10	=-F10	=-G10	=-H10	=-I10	=-J10
16	Valor libro						=-G11			
17	Inversión fija	-300000					=+B17			
18	Capital trabajo	=+B17*0,18								=-B18
19	Valor desecho									=-G17+SUMA(H10:J10)
20	Flujo	=SUMA(B14:B19)	=SUMA(C14:C19)	=SUMA(D14:D19)	=SUMA(E14:E19)	=SUMA(F14:F19)	=SUMA(G14:G19)	=SUMA(H14:H19)	=SUMA(I14:I19)	=SUMA(J14:J19)
21	VAN	=VNA(B22;C20:J20)+B20								
22	Tasa exigida	0,12								
23										
24										
25										

Figura 9.2
Fórmula de la hoja de trabajo.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Cantidad		1.000	1.100	1.122	1.144	1.167	1.191	1.214	1.239
2	Precio		200	200	200	230	230	230	230	230
3	Costo variable		80	80	80	80	80	80	80	80
4										
5		-	1	2	3	4	5	6	7	8
6	Ingresos operac.		200.000	220.000	224.400	263.221	268.486	273.855	279.332	284.919
7	Venta activo						120.000			
8	Costo variable		- 80.000	- 88.000	- 89.760	- 91.555	- 93.386	- 95.254	- 97.159	- 99.102
9	Costos fijos		- 50.000	- 50.000	- 50.000	- 46.000	- 46.000	- 46.000	- 46.000	- 46.000
10	Depreciación		- 30.000	- 30.000	- 30.000	- 30.000	- 30.000	- 30.000	- 30.000	- 30.000
11	Valor libro						-150.000			
12	Utilidad		40.000	52.000	54.640	95.666	69.099	102.601	106.173	109.817
13	Impuesto		- 6.000	- 7.800	- 8.196	- 14.350	- 10.365	- 15.390	- 15.926	- 16.473
14	Utilidad neta		34.000	44.200	46.444	81.316	58.734	87.211	90.247	93.344
15	Depreciación		30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
16	Valor libro						150.000			-
17	Inversión fija	-300.000					-300.000			
18	Capital de trabajo	- 54.000								54.000
19	Valor de desecho									210.000
20	Flujo	-354.000	64.000	74.200	76.444	111.316	- 61.266	117.211	120.247	387.344
21	VAN	122.904								

Figura 9.3
Flujo de caja a sensibilizar.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Cantidad		1.000	1.100	1.122	1.144	1.167	1.191	1.214	1.235
2	Precio		200	200	200	230	230	230	230	230
3	Costo variable		80	80	80	80	80	80	80	80
4										
5		0	1	2	3	4	5	6	7	8
6	Ingresos operac.		200.000	220.000	224.400	263.221	268.486	273.855	279.332	284.91
7	Venta activo						120.000			
8	Costo variable		-80.000	-88.000	-89.760	-91.555	-93.386	-95.254	-97.159	-99.10
9	Costos fijos		-50.000	-50.000	-50.000	-46.000	-46.000	-46.000	-46.000	-46.00
10	Depreciación		-30.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.00
11	Valor libro						-150.000			
12	Utilidad		40.000	52.000	54.640	95.666	69.099	102.601	106.173	109.81
13	Impuesto		-6.000	-7.800	-8.196	-14.350	-10.365	-15.390	-15.926	-16.47
14	Utilidad neta		34.000	44.200	46.444	81.316	58.734	87.211	90.247	93.34
15	Depreciación		30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.00
16	Valor libro						150.000			
17	Inversión fija	-300.000					-300.000			
18	Capital de trabajo	-54.000								54.00
19	Valor de desecho									210.00
20	Flujo	-354.000	64.000	74.200	76.444	111.316	-61.266	117.211	120.247	387.34
21	VAN	122.904								
22										
23		+B21	200	197	194	191	188	185	182	
24		1.000								
25		970								
26		940								
27		910								
28		880								
29		850								
30		820								
31										

Figura 9.4
Sensibilización del VAN frente a cambios combinados en precio y cantidad.

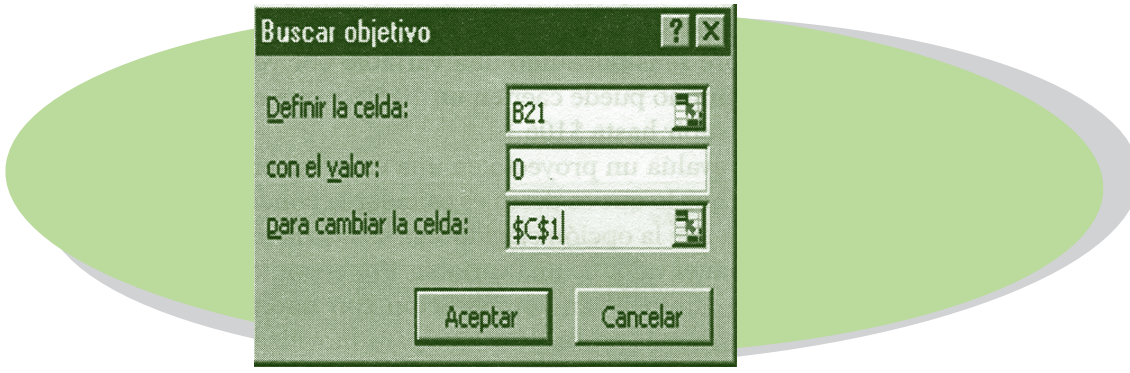
En la celda B23 se anota el resultado del VAN (+B21). En la fila 23, el precio inicial de $200 y los precios en el rango a sensibilizar. En este caso, se asoció a escenarios con reducciones de $3 (1,5%), lo que se anota en cada celda siguiente. En la columna 2, se escribe primero la cantidad de 1.000 unidades y después el volumen de operación con una reducción de 30 unidades (3%), hasta un rango considerado como relevante para el análisis. Para ver el VAN de cada combinatoria de precio y cantidad, se resalta el rango de celda que contengan los datos y los resultados a determinar (B23:I30). Ejecutando el mandato **Datos/Tabla**, aparece el cuadro de diálogo **Tabla**, donde se anota la celda C2 en **Celda de entrada** (fila) y la C1 en **Celda de entrada** (columna). Pulsando **Aceptar**, aparecen todos los VAN para cada combinatoria de precio y cantidad, tal como se muestra en la tabla 9.8:

122.904	200	197	194	191	188	185	182
1.000	122.904	107.432	91.960	76.489	61.017	45.545	30.073
970	103.407	88.399	73.391	58.384	43.376	28.368	13.361
940	83.910	69.366	54.822	40.279	25.735	11.192	-3.352
910	64.412	50.333	36.253	22.174	8.095	-5.985	-20.064
880	44.915	31.300	17.685	4.069	-9.546	-23.161	-36.776
850	25.418	12.267	-884	-14.035	-27.187	-40.338	-53.489
820	5.920	-6.766	-19.453	-32.140	-44.827	-57.514	-70.201

Tabla 9.8
Resultados del VAN ante cambios en el precio y la cantidad.

Con esta información, se deduce que el proyecto no es sensible a un cambio en la cantidad si el precio no varía y no es sensible al precio, aunque la cantidad cambie en un 3%. Con una caída del 6% en la estimación de la cantidad, el proyecto pasa a ser sensible a la variación del precio si este baja de $185. Obviamente, al rango de variabilidad de cada elemento lo define el analista del proyecto.

El *modelo unidimensional*, por otra parte, busca determinar hasta dónde puede bajar el precio o el nivel de operación y hasta dónde subir el costo variable o fijo, para que el proyecto siga siendo atractivo. Para ello se selecciona el comando **Buscar objetivo** del menú **Herramientas** y en el cuadro de diálogo desplegado se anota en **Definir la celda** aquella donde aparece el resultado del VAN (celda B21), en **con el valor** se anota el número cero para indicar que es el valor que se busca asignar en el límite al VAN y cambiar la celda se anota C1 si se desea determinar la cantidad que hace al VAN cero.



Pulsando **Aceptar**, aparece el valor 811 en la celda C1, lo que representa el menor nivel de producción que resiste el proyecto para seguir siendo elegible.

Como se puede observar en el flujo sensibilizado de la figura 9.5, toda la función de la fila 1 se desplazó en un 18,9% hacia abajo, en cada uno de los ocho años proyectados o, lo que es lo mismo, el proyecto resiste un nivel de operación mínimo equivalente al 81,1% de lo estimado.

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ?

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Cantidad		811	892	910	928	947	966	985	1.005
2	Precio		200	200	200	230	230	230	230	230
3	Costo variable		80	80	80	80	80	80	80	80
4										
5		0	1	2	3	4	5	6	7	8
6	Ingresos operac.		162.178	178.396	181.964	213.444	217.712	222.067	226.508	231.038
7	Venta activo						120.000			
8	Costo variable		-64.871	-71.358	-72.786	-74.241	-75.726	-77.241	-78.785	-80.361
9	Costos fijos		-50.000	-50.000	-50.000	-46.000	-46.000	-46.000	-46.000	-46.000
10	Depreciación		-30.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000
11	Valor libro						-150.000			
12	Utilidad		17.307	27.038	29.178	63.202	35.986	68.826	71.723	74.677
13	Impuesto		-2.596	-4.056	-4.377	-9.480	-5.398	-10.324	-10.758	-11.202
14	Utilidad neta		14.711	22.982	24.802	53.722	30.588	58.502	60.964	63.475
15	Depreciación		30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
16	Valor libro						150.000			
17	Inversión fija	-300.000					-300.000			
18	Capital de trabajo	-54.000								54.000
19	Valor de desecho									210.000
20	Flujo	-354.000	44.711	52.982	54.802	83.722	-89.412	88.502	90.964	357.475
21	VAN	0								
22										
23										
24										
25										
26										
27										

Hoja1 Hoja2 Hoja3

Figura 9.5
Sensibilización de la cantidad.

El mismo procedimiento se puede hacer para el precio y el costo variable, siempre sensibilizando una variable por vez (compruebe que el precio mínimo puede caer en un 10,5% y que el costo variable unitario puede subir hasta $106).

Cuando se evalúa un proyecto en una empresa en marcha, surge la dificultad de que lo que se desea es calcular la condición que se debe cumplir para que la opción elegida siga siendo la más conveniente si llega a cambiar el valor de una variable. Por ejemplo, si se evalúa el transporte por camiones en comparación con el de una correa transportadora, lo más probable es que para movilizar grandes volúmenes la correa sea más conveniente y, si el volumen es pequeño, parezcan más convenientes los camiones.

En este caso, no tiene sentido calcular la cantidad para transportar que hace a cada proyecto tener un VAN de cero, ya que lo que se busca es determinar la cantidad que hace indiferente optar por una y otra alternativa; es decir, la cantidad sobre la cual convendrá la correa transportadora y bajo la cual convendrán los camiones. Esto se determina buscando la cantidad que haga iguales los VAN de ambas alternativas, lo que corresponde a encontrar el VAN incremental igual a cero[3].

Si el proyecto se evalúa por comparación de los valores actuales netos, se tendría una situación como la expuesta en el gráfico 9.3.

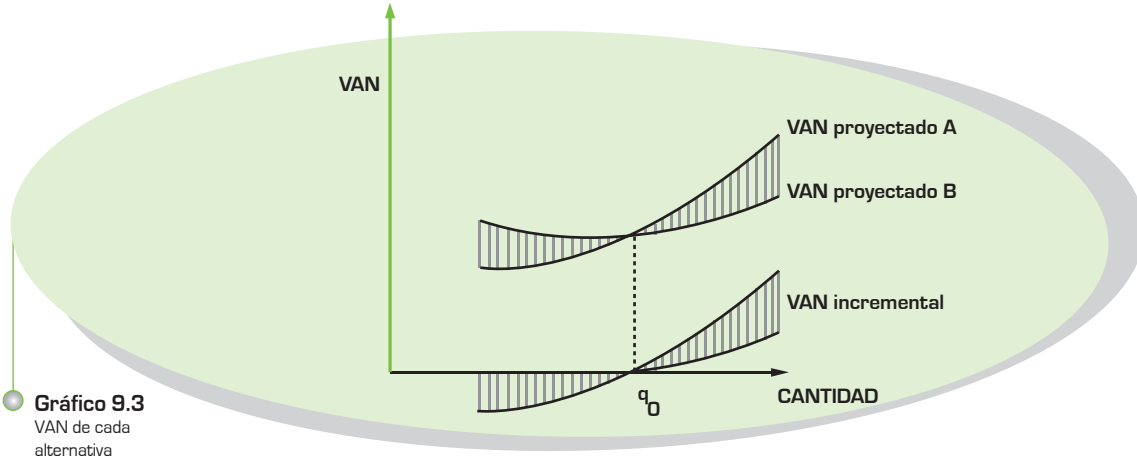


Gráfico 9.3
VAN de cada alternativa y VAN incremental en distintos niveles de operación.

Pero si se comparan los valores actuales de costos[4] (VAC), la situación sería como la presentada en el gráfico 9.4.

[3] Cuando los dos VAN son iguales, la diferencia entre ambos es cero. Por lo tanto, la sensibilización se hará sobre la misma base indicada, pero respecto de la información contenida en un flujo incremental.

[4] El valor actual de costos se calcula de manera idéntica al valor actual neto y se denomina así cuando los flujos de caja se elaboran sobre la base de costos por tener beneficios irrelevantes. La diferente denominación es sólo para señalar que un VAC negativo se puede aceptar, mientras que un VAN negativo, por considerar los beneficios del proyecto, no cumple con la condición de aceptación. Por ejemplo, para evaluar qué ambulancia comprar entre dos alternativas, no se necesita saber el ingreso de la clínica, ya que es igual para ambas, por lo que las distintas opciones se compararán sólo por costos ante características técnicas iguales.

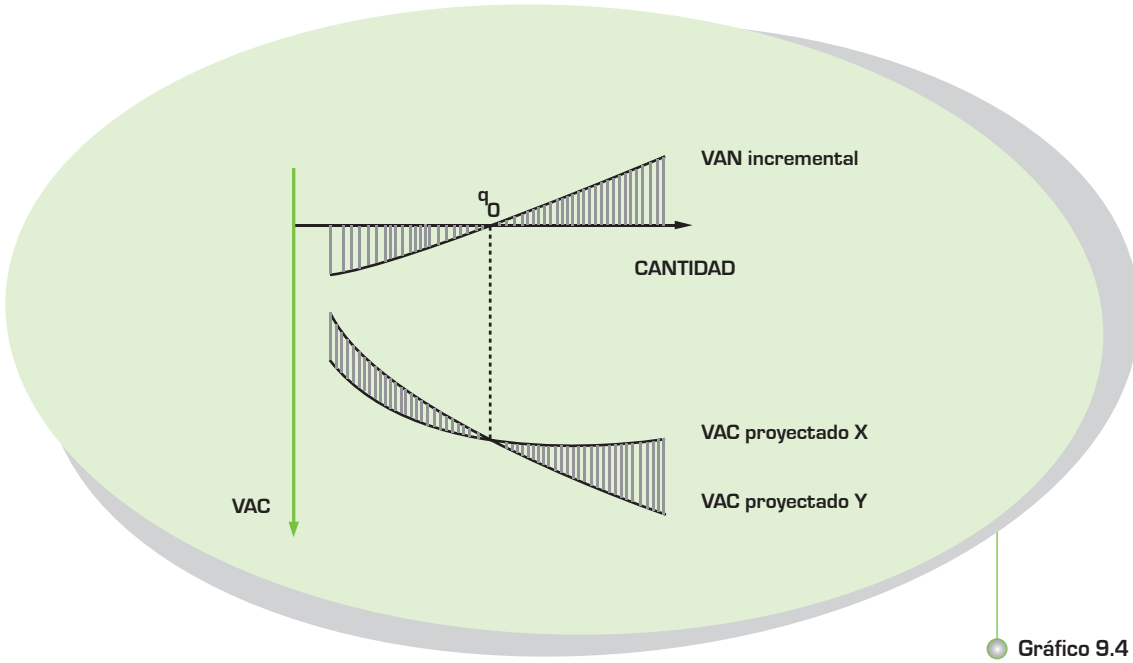


Gráfico 9.4
VAC de cada alternativa y VAN incremental en distintos niveles de operación.

En ambos casos, la curva incremental entre las alternativas que se comparan es igual, por cuanto el sistema transporte que se utilice no influirá, supuestamente, sobre los volúmenes de operación o sobre los precios de venta del producto final, por lo que la comparación por costos da idéntico resultado que la comparación por beneficios netos, ya que los ingresos serían irrelevantes para la decisión.

Como se puede observar, el nivel de indiferencia se produce cuando el VAN incremental entre ambas opciones es cero, por lo que se podría fácilmente calcular la cantidad de equilibrio que las hace indiferentes por el procedimiento explicado en las páginas anteriores.

Por tal motivo, al comparar proyectos excluyentes se deberá construir el flujo de caja incremental entre ambos y sensibilizarlo buscando el valor límite de la variable que se desea investigar; esto es, aquella que haga a ambas alternativas iguales de atractivas o, lo que es lo mismo, que señale el punto donde el VAN incremental sea cero.

9.3 Simulación de MonteCarlo: uso del Crystal Ball*

El modelo de *MonteCarlo* simula los resultados que puede asumir el VAN del proyecto, mediante la asignación aleatoria de un valor a cada variable pertinente del flujo de caja. La selección de valores aleatorios[5] otorga la posibilidad de que, al aplicarlos repetidas veces a las variables relevantes, se obtengan suficientes resultados de prueba para que se aproxime a la forma de distribución estimada.

Cada variable asume individualmente valores aleatorios concordantes con una distribución de probabilidades propia para cada una de ellas.

El modelo de simulación de MonteCarlo se diferencia del análisis de sensibilidad de Hertz en que, mientras en este último los valores de las variables son definidos sobre la base del criterio del evaluador y de acuerdo con lo que él estima pesimista u optimista, en el primero se asignan en función a la distribución de probabilidades que se estime para cada uno y dentro de un intervalo determinado por el evaluador. En otras palabras, la simulación permite experimentar para observar los resultados que va mostrando el VAN, especialmente cuando existen dudas del comportamiento de más de una variable a la vez, pero no es un instrumento que busca su optimización.

Para aplicar el *Crystal Ball* a la simulación de *MonteCarlo* se deben seguir los siguientes seis pasos:

a. construir el flujo de caja referenciando las celdas a aquellas sobre las cuales se aplicará la simulación;
b. elegir la distribución de probabilidades para cada una de las variable a iterar, indicando los valores límites, cuando corresponda, con la opción **Define Assumption** de la barra de herramientas del Crystal Ball;
c. definir el nombre de la función a pronosticar (VAN) y la unidad de medida ($, M$, US$, etc.) con la opción **Define Forecast** de la barra de herramientas;
d. seleccionar las tareas a desarrollar con la simulación (análisis de correlación, sensibilización, número de iteraciones, nivel de confianza con el que se desea trabajar, entre otros, con la opción **Run Preferens**;
e. iterar las variables indicadas mediante la opción **Start Simulation**;
f. ver y analizar la información gráfica y numérica en el cuadro de diálogo resultante (Forecast: VAN), eligiendo en la opción **View** los antecedentes que se desea rescatar, como, por ejemplo, las estadísticas de la media, mediana, desviación estándar, varianza, etc.

[5] Un número aleatorio es aquel que se genera de manera tal que la probabilidad de que aparezca es siempre la misma e independiente de los resultados previamente generados.

* El autor agradece la colaboración del profesor Mauricio Zúñiga San Martín, consultor Internacional en Crystal Ball, (mauri.zuniga@gmail.com)

Cada variable a iterar puede tener formas diferentes de distribución de probabilidades. Para aplicar la simulación de MonteCarlo, es fundamental asignar una determinada distribución a cada una de ellas. En la tabla 9.9 se describen las principales distribuciones de probabilidades que se aplican al estudio de proyecto. Las formas gráficas aparecen en la figura 9.6.

Distribución	Descripción	Uso
Normal	Da un valor con una media "u" y una desviación estándar	Análisis de valores de resultados de prueba.
Triangular	Da un valor con parámetros optimista, normal y pesimista	Cuando no se conoce la forma de la distribución pero se pueden estimar los escenarios.
Uniforme	Da un valor con parámetros mínimo y máximo	Cuando dentro de un rango conocido todos los valores tienen la misma posiblidad de ocurrir.
Poisson	Da un valor con una media "Y"	Describe comportamientos que ocurrieron en un período dado.

Tabla 9.9
Distribuciones de probabilidades.

Utilizando los antecedentes del proyecto sensibilizado en el ejemplo 9.5 se hará una aplicación del Crystal Ball para la simulación de MonteCarlo.

a. Construcción del flujo de caja

Tal como aparece en las figuras 9.2 y 9.3, el flujo de caja está construido en referencia a las celdas de las tres variables determinantes del éxito o fracaso del proyecto: cantidad a producir y vender, precio y costo variable, las mismas que se iterarán en la simulación de su impacto en el resultado del VAN.

b. Elección de las distribuciones de probabilidades

Para asignar una distribución de probabilidades a cada una de las tres variables, se debe ubicar el cursor en la celda donde esté el valor de la primera de ellas. En el ejemplo, se colocará el cursor en la celda C1, donde está anotada la cantidad a producir y vender. Luego se seleccionará **Define Assump** en la barra de herramientas de Crystal Ball (primer botón) y se elige el tipo de distribución de probabilidades. En este caso se

optará por una distribución normal, haciendo doble clic en la opción **Normal** del cuadro de diálogo **Cell C1: Distribution Gallery**, que se muestra en la figura 9.6:

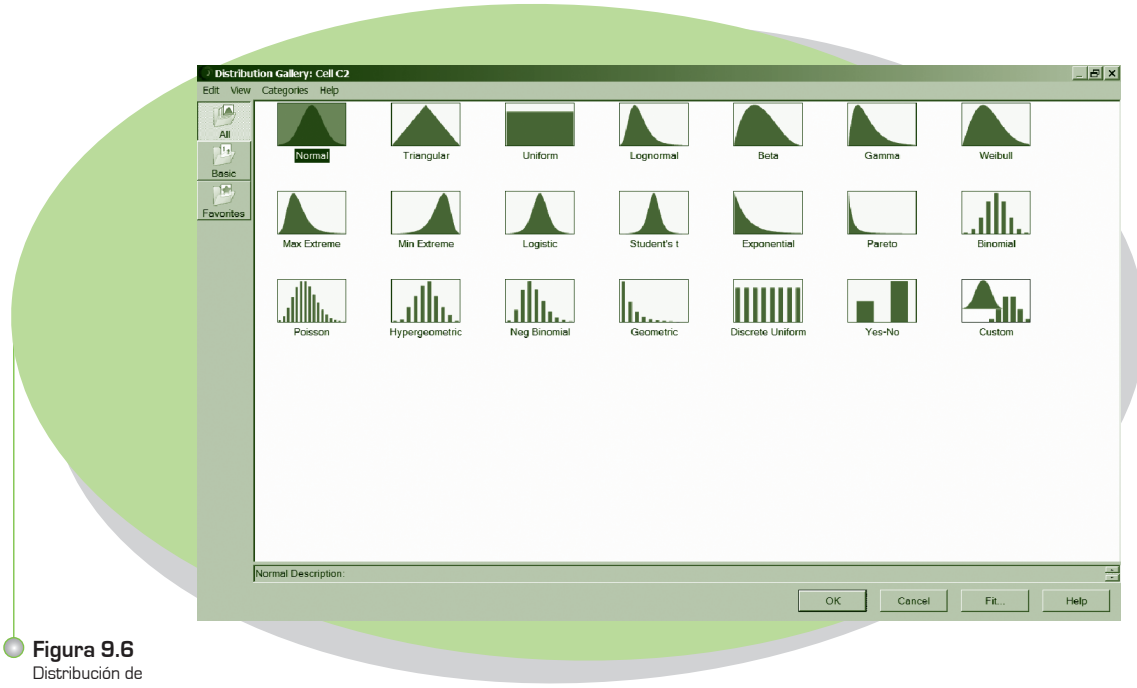


Figura 9.6
Distribución de probabilidades.

Pulsando **OK** aparece el nuevo cuadro de diálogo **Cell C1: Normal Distribution** para la distribución de probabilidades asignada a la ocurrencia de la variable "cantidad", que se muestra en la figura 9.7. Marcando la opción **OK** la distribución queda almacenada (lo que se confirma si cambia el color del fondo de la celda).

El mismo procedimiento se sigue para el precio, donde en este ejemplo se optará también por una distribución normal, suponiendo como condición adicional que éste no puede ser inferior a $170 (ver figura 9.8) y para el costo variable, donde se definirá un intervalo de ± $10 sobre el valor original estimado (ver figura 9.9).

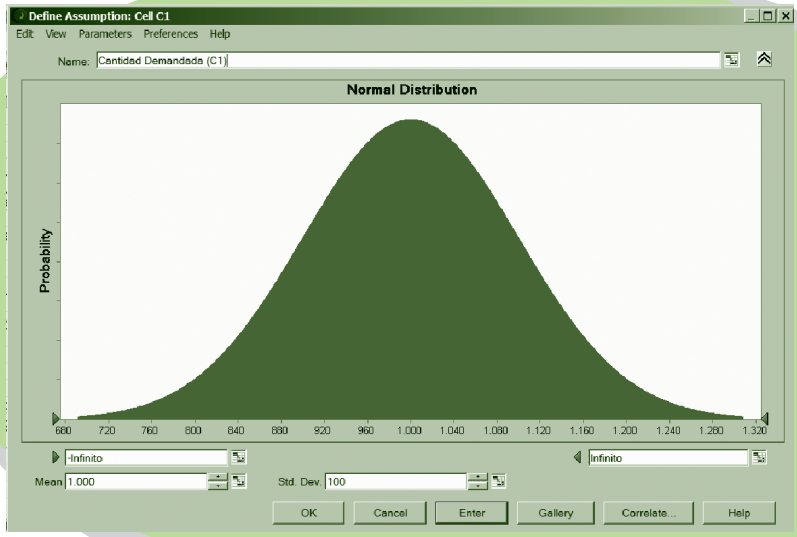


Figura 9.7
Distribución de probabilidades de la cantidad.

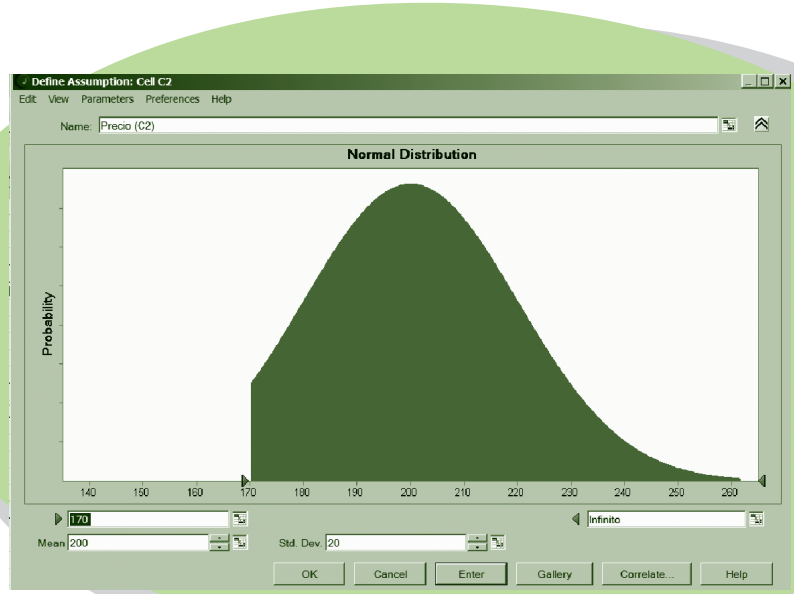


Figura 9.8
Distribución de probabilidades del precio.

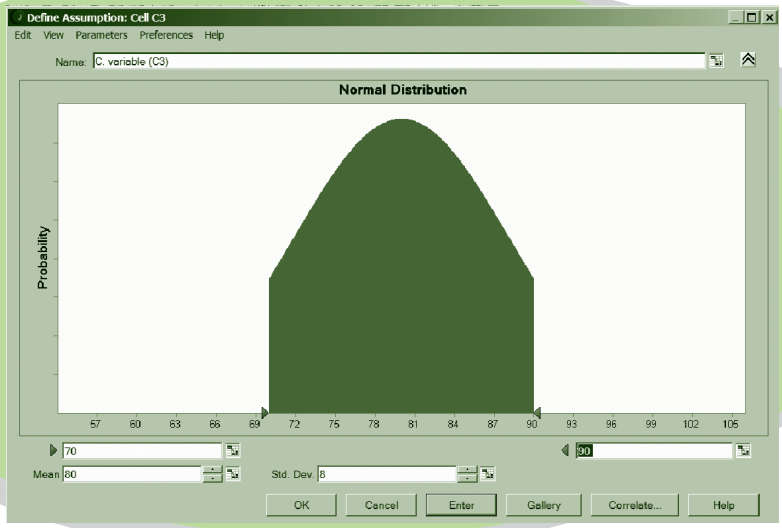
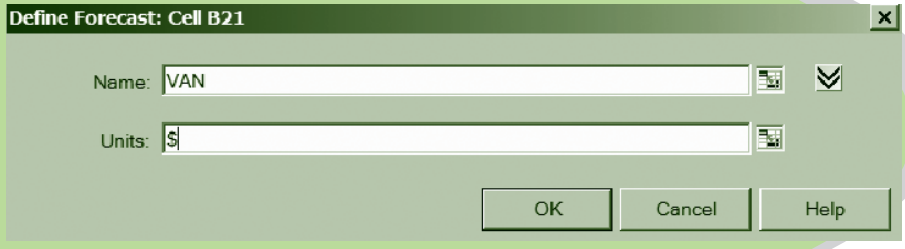


Figura 9.9
Distribución de probabilidades del costo variable.

c. Función a pronosticar

Para el que el modelo funcione se debe indicar la variable a pronosticar, es decir, el VAN del proyecto, para lo cual se ubica el cursor en la celda B21 de la hoja de trabajo. En la barra de herramientas del Crystal Ball se selecciona **Define Forecast** (segundo botón) y, en el cuadro de diálogo **Cell B21: Define Forecast** que se desplegará, y que se muestra en la figura 9.10, se define el nombre de la función y la unidad de medida. Para confirmar que la información fue almacenada, la celda B21 cambia el color de fondo.

Figura 9.10
Cuadro de diálogo Define Forecast.



d. Selección de tareas de la simulación

La opción **Run Preferences** de la barra de herramientas ofrece la posibilidad de definir la cantidad de veces que se desea ejecutar la siguiente simulación, 1.000 en este ejemplo (figura 9.11), así como las tareas que se desea ejecutar. Pulsando ≥≥ aparecen varios cuadros de diálogo con el mismo nombre para definir las características de la iteración (figura 9.12).

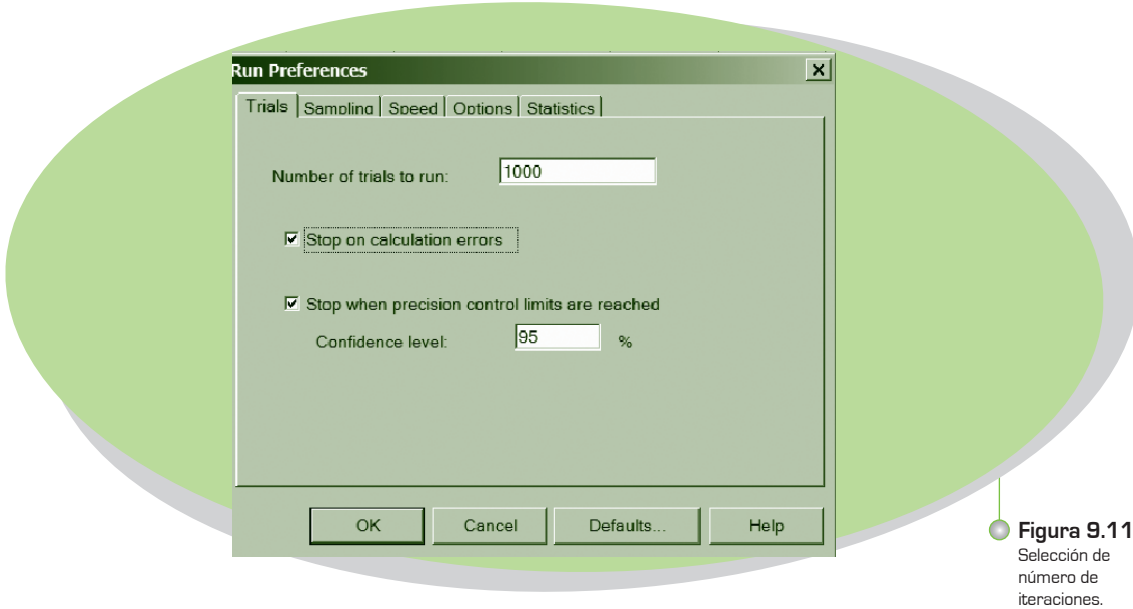


Figura 9.11
Selección de número de iteraciones.

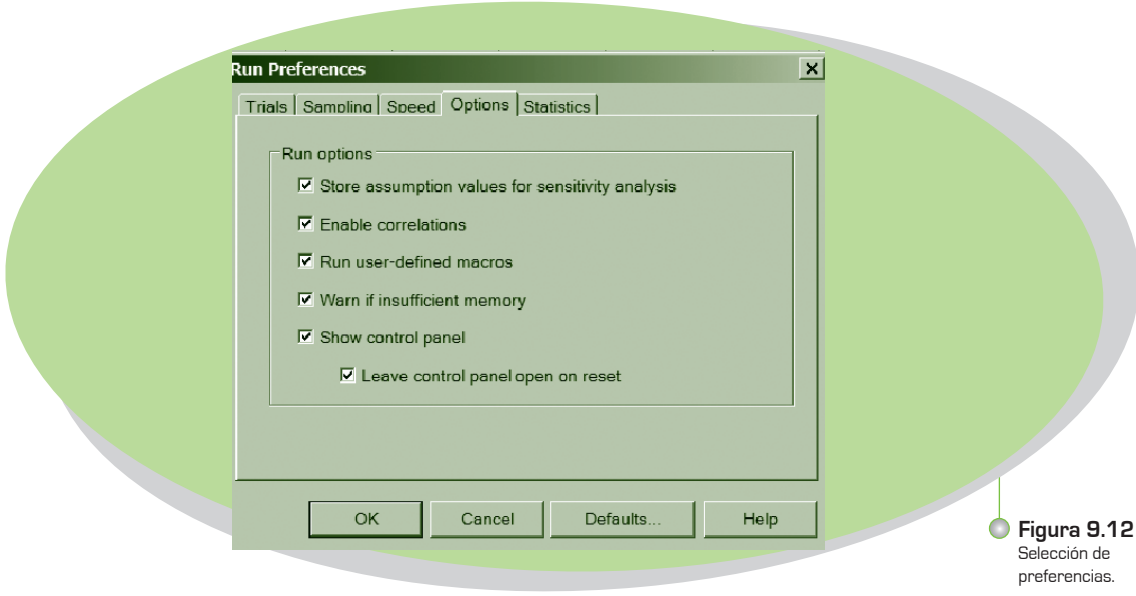


Figura 9.12
Selección de preferencias.

e. Iteración del valor de las variables

Pulsando la opción **Start Simulation** de la barra de herramientas, Crystal Ball ejecutará los mil ensayos de simulación indicados en el cuadro de diálogo **Run Preferences**.

f. Estadísticas de la simulación

Al finalizar las mil iteraciones, Crystal Ball indicará que se alcanzó el *maximun number of trials reached*. Pulsando la opción **OK** se desplegará el histograma correspondiente a la simulación en el cuadro de diálogo **Forescast:** VAN, para un nivel de certeza del 100%, tal como se muestra en la figura 9.13.

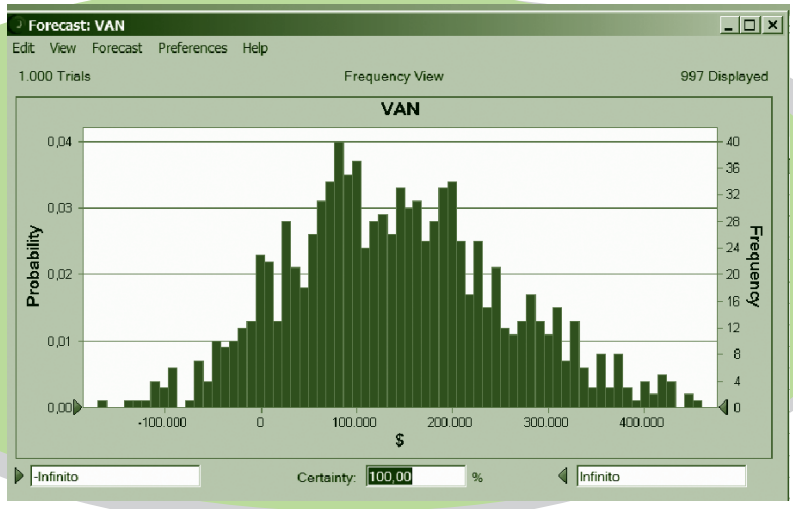


Figura 9.13
Histograma del VAN.

Si en la celda que indica *–Infinity* se anota el número cero, el histograma mostrará en color oscuro (azul) los resultados de las pruebas con VAN igual o mayor que cero e indicará el grado de certeza (90,36% en el ejemplo), como se aprecia en la figura 9.14.

Marcando la opción **View** del cuadro de diálogo, se pueden ver el reporte de una serie de datos como, por ejemplo, las estadísticas que se muestran en la figura 9.14.

La simulación de MonteCarlo aporta claramente una mejor estimación del VAN esperado mientras mayor sea el número de pruebas que se realice. Sin embargo, el resultado del promedio simulado puede ser muy diferente del que se observe con su implementación. Esto es así ya que los resultados de la simulación dependen de las condiciones que se asignaron a los parámetros de entrada al modelo: forma de la distribución de probabilidades, supuestos de límites al rango de valores, etc.

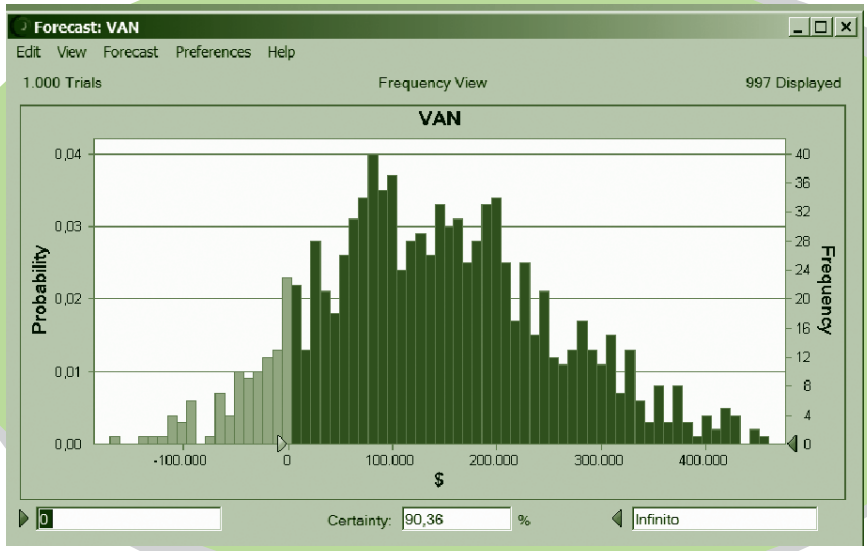
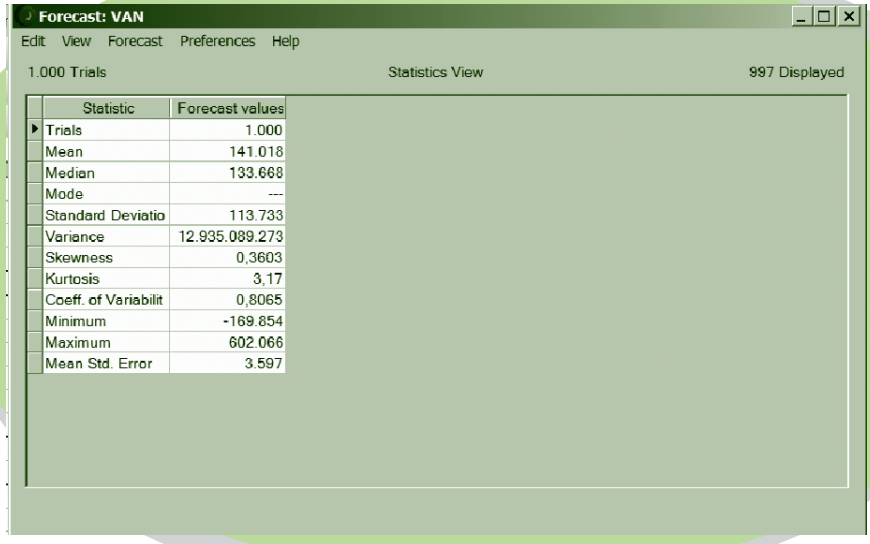


Figura 9.14
Análisis del histograma del VAN.



Statistic	Forecast values
Trials	1.000
Mean	141.018
Median	133.668
Mode	---
Standard Deviatio	113.733
Variance	12.935.089.273
Skewness	0,3603
Kurtosis	3,17
Coeff. of Variabilit	0,8065
Minimum	-169.854
Maximum	602.066
Mean Std. Error	3.597

Figura 9.15
Estadísticas de la simulación.

Preguntas y problemas

9.1 ¿Qué variables condicionan que las personas tomen distintas decisiones con la misma información?

9.2 Explique en qué se diferencian riesgo e incertidumbre y enuncie las variables que condicionan al grado de tolerancia al riesgo de los inversionistas.

9.3 Una empresa propietaria de una cadena de cines considera que el nivel de ventas promedio de entradas observado históricamente en sus salas de exhibición explica el rango en que podría situarse la demanda futura, información que requiere para evaluar proyectos de inversión en modernización de las salas existentes e, incluso, en ampliación de su cadena a otras comunas de la ciudad. Con la siguiente información, determine el rango de ventas de entradas que podría esperarse para tener un 67% y 95% de posibilidades de que así ocurra.

Año	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992
Ventas (miles)	43,2	37,9	39,8	42,1	42,9	38,8	40,2	41,3	38,1

9.4 Determine el intervalo que otorga un 95% de posibilidades de que el flujo de caja el primer año de operación de un proyecto esté dentro de ese rango, si la empresa asigna las siguientes probabilidades de ocurrencia a los escenarios siguientes:

Escenario	Probabilidad	Flujo esperado
Expansivo	10%	204.000
Bueno	29%	181.000
Normal	41%	163.000
Malo	16%	150.000
Recesivo	4%	119.000

9.5 ¿Qué diferencia los cálculos de la desviación estándar sobre bases de información histórica y de escenarios proyectados?

9.6 Enuncie los cuatro criterios que permiten simplificar el proceso decisorio cuando se comparan proyectos con consideraciones de riesgo y explique muy brevemente cada uno de ellos.

9.7 Una empresa debe elegir uno de los cinco proyectos siguientes, para los cuales se identificó el VAN esperado en tres escenarios posibles.

Escenario	Probabilidad	VAN Proyectos				
		1	2	3	4	5
Optimista	33%	18.000	12.000	16.000	21.000	12.000
Normal	44%	11.000	6.000	10.000	12.000	10.000
Pesimista	23%	0	-7.000	-1.000	-2.000	0

Con el criterio de *dominancia*, determine qué proyectos no son eliminados para un análisis más profundo.

9.8 Con los antecedentes del ejercicio anterior, señale qué proyectos cumplen con el criterio del *nivel de aspiración*, de no aprobar proyectos cuyos VAN sean negativos en cualquiera de los escenarios proyectados.

9.9 Bajo el criterio del *valor esperado* y con los antecedentes del ejercicio 9.7, indique qué proyecto debe ser seleccionado.

9.10 Agregando a los antecedentes del ejercicio 9.7 un coeficiente 0,8 de aversión al riesgo, elija el proyecto que mejor cumple con el criterio *equivalencia a certeza*.

9.11 Elabore una escala de prioridades en la selección de los cuatro proyectos siguientes, que se evalúan bajo condiciones de riesgo, según los criterios del *valor esperado* y de la *equivalencia a certeza*.

Escenario	Probabilidad	VAN Proyectos			
		A	B	C	D
1	0,06	300	180	290	240
2	0,18	250	160	260	160
3	0,40	150	120	160	20
4	0,26	80	10	0	-100
5	0,10	-60	-20	-90	-180

9.12 Explique los conceptos de riesgo sistemático, riesgo no sistemático y coeficiente beta.

9.13 Determine el coeficiente beta para la industria a partir de las siguientes rentabilidades promedios para el sector y el mercado.

Año	Rentabilidad de la industria	Rentabilidad del mercado
1990	5,3%	6,1%
1991	7,1%	6,9%
1992	7,6%	8,0%
1993	8,4%	8,2%
1994	8,8%	9,0%
1995	8,1%	8,5%
1996	7,9%	8,0%
1997	8,6%	8,0%
1998	10,4%	9,6%
1999	8,2%	9,3%
2000	9,0%	9,7%

9.14 Explique el concepto de *análisis de sensibilidad* y enuncie los métodos que existen para realizarlo.

9.15 Analice las dificultades y limitaciones del *modelo de sensibilización de Hertz*.

9.16 Comente la siguiente afirmación: "Evaluar el proyecto en tres escenarios es una forma eficiente de simplificar el modelo de sensibilización multidimensional".

9.17 "Como todas las variables del flujo de caja de un proyecto tienen un comportamiento futuro incierto, la sensibilización puede conducir a generar tal cantidad de combinatorias, que la información resultante se transforma en una limitación más que en una ayuda para el proceso de toma de decisiones". Comente.

9.18 Explique cómo se pueden utilizar los modelos de sensibilización para tarifar un proyecto.

9.19 ¿En qué se diferencian los modelos de sensibilización de los modelos de punto de equilibrio y de valor económico agregado?

9.20 Explique la diferencia en el procedimiento de una sensibilización unidimensional de un proyecto de creación de una empresa respecto de uno en una empresa en marcha.

9.21 "Cuando se comparan dos proyectos sobre la base de costos, la sensibilización debe buscar el nivel de operación que haga el VAC incremental igual a cero". Comente.

9.22 Una empresa que elabora productos derivados de la leche está evaluando la posibilidad de procesar y vender el suero que hoy es desechado. Se han calculado todos los costos y estudiado todos los elementos técnicos. Sin embargo, no se ha realizado un estudio de mercado por cuanto la totalidad de la producción será vendida a un agricultor cercano que lo empleará en la alimentación de su ganado.

Con la siguiente información, determine el precio mínimo sobre el cual se deberá realizar la negociación.

Inversión en equipos	$162.000.000
Compra de vehículo	$7.000.000
Suero producido anualmente	3.000.000 litros
Pérdida en la recuperación de suero	3% por manipulación
Costo en mano de obra	$10 el litro procesado
Costo de manejo de suero	$3 el litro procesado
Costos fijos incrementales	$22.000.000 anuales

El 50% de los equipos debe ser sustituido cada ocho años, aunque todos los activos se pueden depreciar en diez. El valor de salvamento esperado es de un 10% del valor de adquisición. El resto de los equipos tiene una vida útil real de 10 años y se consideran sin valor de venta.

El vehículo será reemplazado cada seis años, estimándose un valor de salvamento de $2.800.000.

La inversión en capital de trabajo se estima en el equivalente al 45% del costo variable anual.

La tasa de impuesto a las utilidades es del 15% y la de descuento del 18%.

9.23 Una empresa está estudiando la viabilidad de elaborar un nuevo producto cuyo principal insumo es importado. Si sube el precio de la materia prima o el tipo de cambio, ese incremento no se podrá trasladar al precio, por cuanto existen en el mercado local otros sustitutos que usan insumos nacionales que no se verían afectados por el cambio en los precios internacionales. Por esta razón, determine el costo máximo que puede alcanzar el insumo importado para que el VAN siga siendo atractivo. La información recogida para evaluar el proyecto es la siguiente:

Inversión fija	$10.000.00
Costo variable (sin insumo importado)	$ 180 / unidad
Costo variable del insumo importado	$ 90 / unidad
Costo fijo de producción	$3.000.000
Precio de venta	$800

Por tratarse de un producto con características muy particulares, se asocian a las ventas dos componentes, que permiten proyectar un componente fijo (demanda de flujo) y uno variable (demanda de stock). Ello, en consideración a que es muy posible que personas que tengan el producto, deseen cambiarlo por efectos de imagen. La gran mayoría de la población, sin embargo, no debiera sustituir el que hoy tiene. La siguiente es la proyección de ventas para los próximos 10 años.

Demanda	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Flujo	1.000	12.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000
Stock	1.000	2.500	5.000	3.000	500					

La inversión fija tiene una vida útil de 10 años, aunque se deprecia en sólo ocho años. La tasa de impuestos es del 15% y la de costo de capital de 16%. El valor de desecho se calcula por el método contable para seguir un criterio más conservador.

9.24 Una empresa recibe un pedido especial para atender la demanda de insumos de una empresa constructora que edificará varios conjuntos habitacionales, demorándose tres años en cada uno y en un terreno muy cercano.

Por no tener carácter permanente, la empresa evalúa las opciones de pagar horas extras o contratar un segundo turno para atender el pedido, evitándose la inversión en un crecimiento, ya que no existe seguridad de lograr una desinversión conveniente al cabo de los tres años.

Los antecedentes conocidos son los siguientes:

Costo mano de obra horario normal	$20/hora
Costo adicional por horas extra	$15/hora
Costo mano de obra en segundo turno	$28/hora
Tasa de producción	10 unidades/hora
Demanda estimada para el 1er año	120.000 unidades
Demanda estimada para el 2do año	170.000 unidades
Demanda estimada para el 3er año	110.000 unidades

Si se opta por un segundo turno se deberá contratar, además, un supervisor cuyo costo anual asciende a $50.000.

El proyecto de la empresa constructora es edificar cada conjunto en función de las ventas que logre y no sabe exactamente cuántos conjuntos se adjudicará en el sector, por lo que no puede garantizar esas cantidades anuales, las que podrán ser mayores o menores, según sea su propia demanda de mercado. Lo que sí asegura es que la estructura de compra que hará a la empresa se mantendrá en la proporción indicada; es decir, 30% el primer año, 42,5% el segundo y 27,5% el tercero.

Si la tasa de impuestos es el 15% y la de costo de capital el 12%, determine en qué porcentaje se pueden modificar las compras de la constructora para que empiece a convenir la opción de horas extras en vez de segundo turno.

9.25 En la evaluación de un nuevo proyecto, una empresa duda del comportamiento futuro del precio del transporte y de la cantidad de producción. El proyecto consiste en invertir $12.000.000 en una máquina que aumentará la producción y ventas en 10.000 unidades. Como no existe mucha capacidad disponible de transporte, es posible que los dueños de los vehículos presionen las tarifas al alza.

Por otra parte, no es seguro que quienes manifestaron su intención de compra lo hagan efectivamente, por lo que se busca elaborar una tabla de VAN para cambios proporcionales en 2%, 4%, 6%, 8% y 10% para la demanda y de 8%, 15% y 20% en el costo del transporte, ambos en sentido pesimista para el proyecto. La información disponible es la siguiente:

Precio	$1.100/unidad
Costo flete	$190/unidad
Costo variable producción	$450/unidad
Costo fijo incremental	$1.800.000/año

El proyecto se evalúa a cinco años, la tasa de impuestos es el 15% y la de descuento 10%. Al cabo de cinco años, la inversión tendrá un valor de liquidación de $5.000.000. Toda la inversión se deprecia en cinco años.

9.26 Explique en qué consiste y cuándo se aplica el modelo de simulación de MonteCarlo.

9.27 ¿En qué se diferencian los modelos de sensibilización de Hertz y de simulación de MonteCarlo?

9.28 Explique el concepto de variable aleatoria y enuncie algunos ejemplos aplicables al flujo de caja de un proyecto.

9.29 Enuncie las principales distribuciones de probabilidades y explíquelas brevemente.

9.30 Con los antecedentes del ejercicio 9.22 y con el precio calculado al resolverlo, aplique el modelo de MonteCarlo bajo los siguientes supuestos:

Variable a iterar	Distribución de probabilidades	Límites
Producción	Normal	Infinitos
Costo de manejo	Uniforme	± $0,50
Inversión en equipos	Triangular	± 10%
Precio	Normal	-20% + 10%

9.31 Con la información del ejercicio 9.23 ejecute una simulación de MonteCarlo bajo los siguientes supuestos.

Variable a iterar	Distribución de probabilidades	Límites
Tasa de descuento	Uniforme	-15% + 17%
Valor de desecho	Triangular	± 10%
Costo insumo importado	Normal	-$80 + infinito

Bibliografía

BIERMAN, H. y S. SMIDT. *The Capital Budgeting Decision; Economic Analysis of investment project*. Macmillan, New York, 1993.

BIJMOLT, T. y M. WEDEL. *A MonteCarlo evaluation of maximun likelihood multidimensional scaling methods.* http://greywww.kub.nl:2080/greyfiles/few/1996/doc/725.pdf, Tilburg University, Netherlands, 1996.

CANADA, J. y otros. *Análisis de la inversión de capital para ingeniería y administración*. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1997.

EPPEN G.D. y otros. *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa*. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., México, 2000.

DIXIT, A y R. PINDYCK. *Investment under uncertainty*. Princeton University Press, Princeton, 1995.

HULETT, D. Project cost risk Analysis Using Crystal Ball. http://www.decisioneering.com/support/whitepaper/hulett.html. International, Institute for Learning, Los Angeles, 1999.

KLEIJNEN, J. *Sensitivity analysis and related analyses: a survey of statistical techniques*. http://grewww.kub.nl:2080/greyfiles/few/1995/doc/706.pdf, Tilburg University Netherlands, 1995.

NEUBERGER, A. *Cómo poner precio a las acciones*. Serie "Management en Finanzas", num. 9, El Diario/Financial Time, Santiago de Chile, 2000.

ROSS, S., R. WESTERFIELD y J. BRADFORD. *Fundamentos de finanzas corporativas*. Irwin, Madrid, 1993.

SCHUYLER, J. *Exploiting the best of critical Chain and MonteCarlo simulation*. *http://www.decisionerring.com/supoort/whitepaper/schuyler1.html*, Project Management Institute, Aurora, Colorado 2000.

VÉLEZ, I. *Decisiones de inversión: una aproximación al análisis de alternativas*. Centros Editoriales Javeriano, Santa Fe de Bogotá, 1998.

CAPÍTULO

10

Cálculo de la tasa de costo de capital

En los capítulos anteriores, se expuso acerca de la evaluación de proyectos bajo condiciones de certidumbre, incertidumbre y riesgo, utilizando una tasa de actualización que se supuso conocida. La importancia que esta tasa tiene en el cálculo de la rentabilidad de un proyecto se manifiesta en que un pequeño error en su determinación y uso puede hacer que un proyecto rentable se exprese como no rentable o viceversa.

El objetivo de este capítulo es estudiar, en una primera parte, los aspectos conceptuales y las alternativas metodológicas generales para calcularlo; y, luego, las consideraciones particulares que hacen necesaria su modificación cuando la empresa evalúa proyectos que modifican su estructura de financiamiento o existen riesgos distinto al de la propia empresa.

10.1 El costo del capital

El *costo del capital* representa la tasa de retorno exigida a la inversión realizada en un proyecto, para compensar el costo de oportunidad de los recursos propios destinados a ella, la variabilidad del riesgo y el costo financiero de los recursos obtenidos en préstamos, si se recurriera a esta fuente de financiamiento. En otras palabras, la tasa de costo de capital debe ser igual a la rentabilidad esperada de un activo financiero de riesgo comparable, ya que los accionistas de la empresa estarán dispuestos a invertir en un proyecto si su rentabilidad esperada

es más alta, en igualdad de condiciones de riesgo, que la que obtendría invirtiendo en activos financieros como, por ejemplo, acciones.

La empresa, al optar por un determinado proyecto de inversión, desvía recursos que dejan de redituarle la rentabilidad alternativa, por lo que asume un *costo de oportunidad*. Sin embargo, es muy probable que ambos proyectos tengan riesgos distintos, por lo que este costo se define como la mejor rentabilidad esperada después de su ajuste por riesgo.

La rentabilidad esperada para la empresa se puede calcular mediante el *modelo para la valoración de los activos de capital* (CAPM), que señala que la tasa exigida de rentabilidad es igual a la tasa libre de riesgo más una prima por riesgo:

$$E(Ri) = Rf + \beta\,[E(Rm) - Rf] \qquad (10.1)$$

Donde E(Ri) es la rentabilidad esperada de la empresa, Rf la tasa libre de riesgos y E(Rm) la tasa de retorno esperada para el mercado.

Para el modelo CAPM, cada inversionista tiene la opción de configurar su cartera de inversiones en función de sus preferencias de retorno y del riesgo que, como se expuso en el capítulo anterior, para un conjunto de proyectos puede clasificarse como *sistemático* o *no diversificable* y *no sistemático* o *diversificable*, donde el *coeficiente beta* es el factor de medida de riesgo sistemático.

El cálculo del beta, sin embargo, enfrenta limitaciones que pueden distorsionar los resultados como, por ejemplo, que el beta sectorial deba calcularse sobre la información no representativa por la cantidad de empresas que tengan presencia bursátil o por el eventual cambio de giro de las empresas que transan en bolsa. De igual forma, el modelo CAPM también tiene debilidades, aunque por su simplicidad es generalmente aceptado por muchos evaluadores de proyectos. Las principales son: se basa en la existencia de un activo libre de riesgo que no se observa en la realidad en términos puros; considera una única fuente de riesgo; y aun hay ausencia de evidencia empírica que respalde la hipótesis del *coeficiente beta*.

Ejemplo 10.1

Suponiendo que una empresa se financia sólo con capital propio; que el coeficiente beta de los proyectos nuevos es 1,18 e igual al del capital de la empresa; que la tasa libre de riesgo es del 6% y que la prima por riesgo de mercado es del 8%, la tasa de descuento de los nuevos proyectos sería, reemplazando en la ecuación 10.1, la siguiente:

$$r_0 = 6\% + 1{,}18\,(8\% - 6\%) = 8{,}36\%$$

Donde r_0 es el costo de capital.

El coeficiente beta del capital de la empresa se calcula por los procedimientos expuestos en el capítulo anterior y, como se puede apreciar, influye directamente en la magnitud de la tasa de descuento, de la cual depende, en gran medida, el resultado de la rentabilidad esperada de cualquier proyecto.

Sin embargo, el supuesto de que la inversión se financia en su totalidad con recursos propios no es realista en la gran mayoría de los casos. Por ello, se hace necesario incorporar el efecto de un eventual endeudamiento sobre la rentabilidad de la inversión.

La situación de una deuda es comparable con la de un *apalancamiento operacional*. Cuando una empresa tiene costos fijos más altos y costos variables unitarios más bajos, respecto de otra cuyos costos fijos son bajos pero los variables unitarios altos, se dice que tiene un *apalancamiento operativo* mayor, ya que una variación en el nivel de ventas impacta más fuertemente en la variación de los beneficios.

Ejemplo 10.2

Dos empresas que elaboran un mismo producto utilizan alternativas tecnológicas distintas con estructuras de costos diferentes:

	Tecnología A	Tecnología B
Precio venta producto	$200	$200
Costo variable unitario	$120	$90
Margen de contribución	$80	$110
Costo fijo	$12.000	$20.000

En este caso, la empresa que usa la opción tecnológica B tiene un apalancamiento operativo mayor, ya que un incremento en las ventas aporta $100 por cada unidad, mientras que en la otra sólo contribuye con $80. De la misma forma, una reducción en la actividad afecta más fuertemente a la empresa que usa la tecnología B, ya que deja de recibir más beneficios por cada unidad que se deje de vender, pero mantiene compromisos de pago sobre los costos fijos.

Cuando la empresa se endeuda para financiar un proyecto, asume la responsabilidad de pago de los intereses, independientemente del comportamiento de sus ventas, por lo que dicho pago tiene el carácter de costo fijo. A este caso se le denomina *apalancamiento financiero*.

Para incorporar este efecto existen dos modelos generales:

a. ajustar el VAN del proyecto por el VAN del financiamiento;
b. ajustar la tasa de descuento calculando el costo promedio ponderado del capital.

10.2 El valor actual neto ajustado

El criterio del *valor actual neto ajustado* consiste en calcular el VAN del proyecto a la tasa r_s determinada, para luego sumarle el valor actual del efecto del financiamiento.

Ejemplo 10.3

Suponga que el flujo de caja resultante para un proyecto es el que se muestra a continuación y que la empresa desea medir el impacto de endeudarse en un 60% del valor de la inversión a una tasa de interés (r_d) del 9% anual, en un plazo de seis años.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo	-10.000	2.000	2.200	2.450	2.600	2.652	2.705	2.759	2.814	2.871	2.928

Al calcular el VAN a la tasa del 15,4% obtenida en el ejemplo 10.1, resulta $2.284.

Para incorporar el efecto de la deuda, se procede a calcular el valor de la cuota y la tabla de pagos, para diferenciar la parte de la cuota que corresponde a intereses y que es deducible de impuestos, de aquella que corresponde a la amortización de la deuda. Aplicando la ecuación 7.4, se determina un valor de la cuota de $1.337,5.

La *tabla de pago* o *tabla de amortización de deuda* quedaría como muestra la tabla 10.1:

Saldo de deuda	Servicio de la deuda	Intereses	Amortización
6.000,0	1.337,5	540,0	797,5
5.202,5	1.337,5	468,2	869,3
4.333,2	1.337,5	390,0	947,5
3.385,7	1.337,5	304,7	1.032,8
2.352,8	1.337,5	211,8	1.125,8
1.227,1	1.337,5	110,4	1.227,1

Tabla 10.1
Tabla de pago de la deuda.

Al confeccionar el flujo de caja de la deuda, incorporando el efecto tributario de los intereses, resulta loo que se muestra en la tabla 10.2 par una tasa de impuestos del 15%.

	0	1	2	3	4	5	6
Intereses		-540,0	-468,2	-390,0	-304,7	-211,8	-110,4
Impuesto		81,0	70,2	58,5	45,7	31,8	16,6
Interés neto		-459,0	-398,0	-331,5	-259,0	-180,0	-93,9
Préstamo	6.000						
Amortización		-797,5	-869,3	-947,5	-1.032,8	-1.125,8	-1.227,1
Flujo deuda	6.000	-1.256,5	1.267,3	-1.279,0	-1.291,8	-1.305,8	-1.321,0

Tabla 10.2
Flujo de la deuda neto de impuestos.

El valor actual neto del flujo de la deuda, a la tasa r_d del 9%, queda en $241.

Aplicando la siguiente ecuación se obtiene el VAN ajustado:

$$VAN_p + VAN_d = VAN_a \qquad (10.2)$$

Donde VAN_p es el valor actual neto del proyecto, VAN_d el de la deuda y VAN_a el ajustado. De acuerdo con esto, el VAN ajustado queda en:

$$VAN_a = 2.284 + 241 = 2.525$$

El criterio del VAN *ajustado* es particularmente útil cuando se considera que el servicio de la deuda va cambiando la estructura deuda/capital, lo que obligaría, al corregir la tasa de descuento, a trabajar con tasas diferentes en cada periodo.

Cuando se considera que un nuevo proyecto mantendrá la estructura de financiamiento de la empresa en el largo plazo, se puede ajustar la tasa de descuento para incorporar en ella el efecto de la deuda.

10.3 Ajuste a la tasa de descuento

Los métodos de *ajuste a la tasa de descuento*, para incluir el efecto neto de la deuda, se aplican en proyectos donde se supone que la estructura de endeudamiento es constante en el tiempo y en cualquier nivel de inversión.

Existen fundamentalmente dos modelos para ajustar la tasa de descuento, que reflejan el resultado de una ponderación del costo del capital: uno que calcula la media ponderada de los betas del capital propio y la deuda; y otro que calcula la media ponderada de las tasas de retorno del capital propio y de la deuda.

10.3.1 Costo de capital promedio ponderado de los betas

El cálculo de la *media ponderada de los betas* de la deuda y del capital propio requiere que en una primera etapa se calculen ambos betas, se ponderen de acuerdo con la relación deuda/capital y se sustituya el beta resultante en la ecuación 10.1. De esta forma, el beta calculado corresponderá al de todos los activos de la empresa. Se obtiene ponderando de la siguiente forma:

$$\beta_A = \frac{D}{D+C} * \beta_D + \frac{C}{D+C} * \beta_C \qquad (10.3)$$

Donde β_A es el beta ponderado para todos los activos, $D/D+C$ el porcentaje de la deuda sobre la estructura total del capital, β_D el beta de la deuda, $C/D+C$ el porcentaje de capital propio sobre la estructura total de capital y β_c el beta del capital de la empresa endeudada.

Debido a que en la práctica el beta de la deuda es muy bajo, ya que la empresa enfrenta el compromiso de pago independientemente de sus flujos, es común suponer que tiende a cero, por lo que la ecuación 10.3 se transforma en:

$$\beta_A = \frac{C}{D + C} * \beta_C \qquad (10.4)$$

Como el costo de la deuda es deducible de impuestos, el *beta de los activos* se puede expresar como:

$$\beta_A = \frac{C}{D(1-t) + C} * \beta_C \qquad (10.5)$$

En otras palabras, el β_A es equivalente al beta de una empresa no apalancada (sin deuda) y β_C el beta del capital de una empresa con deuda. Es decir:

$$\beta^{s/d} = \frac{C}{D(1-t) + C} * \beta^{c/d} \qquad (10.6)$$

La información disponible en el mercado bursátil es el beta del capital para empresas que ya están endeudadas, por lo que se determina el $\beta^{s/d}$ para poder calcular la tasa de descuento para una empresa sin deuda a través del CAPM[1] , con el objeto de hacer equivalente el beta del patrimonio sin deuda con el beta de la empresa. Lo que se calcula, entonces, es el beta del capital propio sin deuda que, en la práctica, corresponde al beta del proyecto puro, es decir, mide el riesgo operacional del negocio. Sin embargo, no todas las empresas o nuevos proyectos tienen un beta, sea por la nula participación bursátil, sea porque es la primera vez que se realiza dicho proyecto. Pero esto no imposibilita la asociación de un beta, ya que se pueden utilizar los de otras empresas (*beta proxi*) que hayan implementado un proyecto similar o de semejante riesgo. Esto se logra utilizando la formula 10.6, en lo que se desapalanca el proyecto de la empresa proxi (obtención del beta del proyecto financiado sólo con capital propio), para luego apalancarlo (adaptar el beta encontrado a la estructura de capital del proyecto) para obtener finalmente el beta del proyecto que permita encontrar la tasa exigida por los accionistas.

Ejemplo 10.4

La empresa Río Bueno esta evaluando la incorporación de un nuevo proyecto, del que no conoce el riesgo que incorporará, pero sí tiene antecedentes de una empresa que ha puesto en marcha un proyecto similar, el cual tiene una relación deuda capital de 0,7 y un beta de 1,5. La relación deuda capital de Río Bueno es 0,4. Si los impuestos son 15%, la tasa libre de riesgo es 10% (equivalente a la tasa de la deuda) y el retorno de mercado es 19%, para determinar la tasa exigida por los accionistas a este nuevo proyecto, se deben obtener los porcentajes de deuda y capital para así poder reemplazarlos en la formula 10.6. Si la relación deuda capital del proyecto referencial es 0,7, entonces:

$$D = 0{,}7\ C$$
$$D + C = 1$$
$$0{,}7\ C + C = 1$$

Despejando, se obtiene:

$$C = 0{,}59$$
$$D = 0{,}41$$

[1] Nótese que esta ecuación se deriva del modelo clásico de Hamada:

$$\beta^{c/d} = \beta^{s/d}\left(\frac{D\ (1-t)}{C} + 1\right) = \beta^{s/d}\left(\frac{D\ (1-t) + C}{C}\right) \qquad (10.7)$$

de donde:

$$\beta^{s/d} = \frac{C}{D\ (1 - t) + C} * \beta^{c/d} \qquad (10.8)$$

Utilizando la fórmula 10.6, se obtiene el beta sin deuda de la empresa proxy, como se muestra a continuación:

$$\beta^{s/d} = \frac{0{,}59^{*}\ 1{,}5}{0{,}41^{*}\ (1\text{-}0{,}15)+0{,}59} = 0{,}94$$

Con este beta se puede obtener el beta del nuevo proyecto con su propia estructura de capital, de la siguiente forma:

$$\beta^{c/d} = 0{,}94^{*}\ (1+(1\text{-}0{,}15)^{*}0{,}4) = 1{,}26$$

Reemplazando este beta en la fórmula 10.1, se obtiene la tasa exigida por los accionistas:

$$Rs = 0{,}1 + (0{,}19 - 0{,}1)^{*}1{,}26 = 21{,}34\%$$

Donde Rs es la tasa exigida por los accionistas apalancada, o sea, con deuda.

10.3.2 Costo promedio ponderado del capital

El *costo promedio ponderado* del capital pondera el costo de la deuda (r_d) después de impuestos con el costo del capital propio (r_s), mediante la siguiente ecuación:

(10.9)

$$CPPC = \frac{C}{C+D}\ r_s + \frac{D}{C+D} * r_d\,(1 - t)$$

Donde CPPC es el costo promedio ponderado del capital y r_s el costo de capital con apalancamiento.

Ejemplo 10.5

Suponiendo los mismos datos del ejercicio 10.4, el costo promedio ponderado del capital sería, reemplazando en la ecuación 10.9, es el siguiente:

$$CPPC = 0{,}59 * 0{,}2134 + 0{,}41 * 0{,}1\ (1 - 0{,}15) = 16{,}08\%$$

Si todo se financia con capital propio, se obtiene:

$$CPPC = \frac{1}{1} * 0{,}2134 + \frac{0}{1} * 0{,}1(1-0{,}15) = 21{,}34\%$$

La reducción de la tasa de costo de capital se explica porque al financiar parte de la inversión con deuda se accede a fuentes de financiamiento generalmente más baratas que el costo alternativo de uso de los recursos propios y, además, se aprovecha el subsidio tributario de los intereses, ya que estos constituyen un gasto deducible de impuestos.

Esta reducción del costo promedio ponderado del capital es sólo hasta un cierto punto, ya que a mayor deuda también existe un mayor riesgo asociado, tanto de incumplimiento de pago como de quiebra. Por tanto, se debe encontrar la estructura óptima que, en este caso, sería aquélla en la que el CPPC sea mínimo.

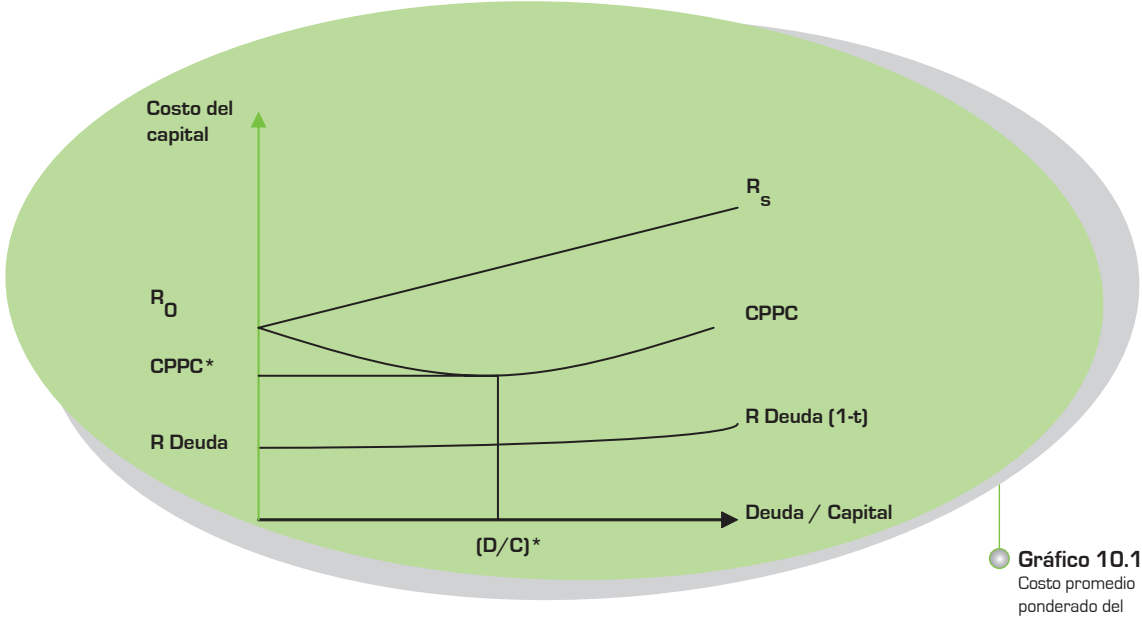


Gráfico 10.1
Costo promedio ponderado del capital óptimo, con impuesto.

Donde CPPC* y (D/C)*, son el costo promedio ponderado del capital óptimo y la estructura de financiamiento óptima, respectivamente. Nótese que no sólo se incrementa el costo promedio ponderado del capital frente a aumentos en la deuda, sino también el costo de la deuda, como se observa en el gráfico 10.1.

El CPPC no cambia ante distintas relaciones deuda capital, cuando los impuestos corporativos son cero. Esto se debe a que el cambio en la relación de financiamiento se compensa completamente con el aumento en la tasa exigida por los accionistas.

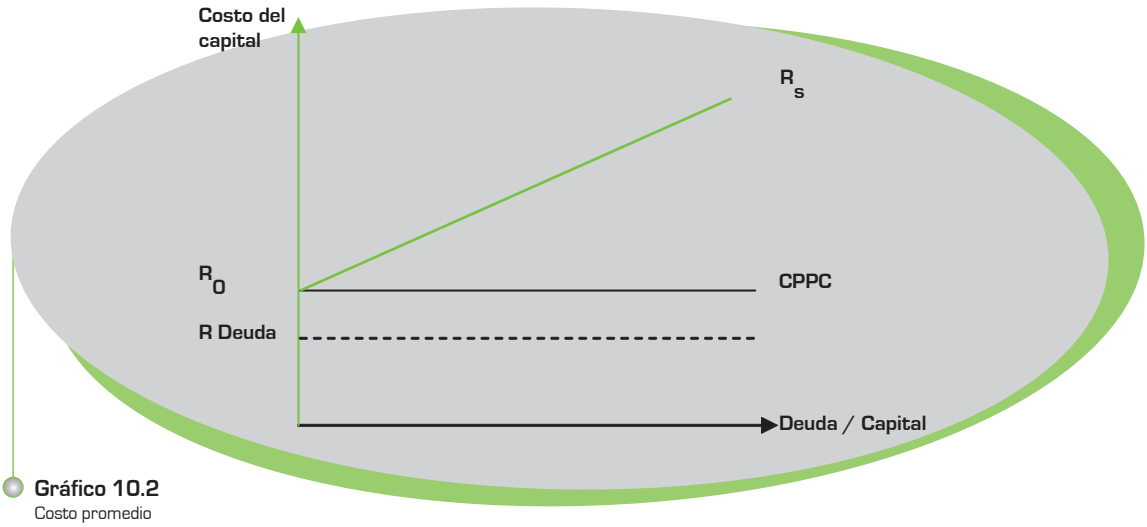


Gráfico 10.2
Costo promedio ponderado del capital, sin impuesto.

Ejemplo 10.6

Suponga la existencia de una empresa sin deuda cuyo beta es de 0,94 y que no existen impuestos corporativos, que la tasa libre de riesgo es de 10% e igual a la tasa a la que se puede endeudar la empresa y que el retorno esperado de mercado es 19%. El costo promedio ponderado del capital si quisiera emitir deuda y así obtener una relación deuda capital de 0,7 para la empresa, se debe, como se explicó en el ejercicio 10.4, calcular el beta con deuda y así calcular la tasa exigida por los accionistas de la empresa.

Si, como se explicó en el ejemplo 10.4, una relación deuda capital de 0,7 equivalía a tener un 59% de capital y un 41% de deuda, reemplazando en la fórmula 10.6, el beta con deuda se obtiene de:

$$0{,}94 = \frac{0{,}59^{*}\ \beta^{c/d}}{0{,}41 + 0{,}59}$$

Despejando, el beta con deuda sería:

$$\beta^{c/d} = 1{,}6$$

Reemplazando en la ecuación 10.1 y sustituyendo la fórmula general de la rentabilidad esperada por Rs, la tasa exigida por los inversionistas cuando la empresa tiene deuda (o está apalancada), resulta:

$$Rs = 0{,}1 + (0{,}19 - 0{,}1)^{*}\ 1{,}6 = 24{,}4\%$$

Con la fórmula 10.9, es posible determinar el CPPC:

$$CPPC = 0{,}59^* \ 0{,}244 + 0{,}41^* \ 0{,}1^* \ (1\text{-}0) = 18{,}4\%$$

Si la estructura de financiamiento es de un 50% de deuda y 50% capital, realizando los mismos pasos anteriores se obtiene que:

$$0{,}94 = \frac{0{,}5^* \ \beta^{c/d}}{0{,}5^* \ 0{,}5}$$

Despejando, el beta con deuda sería:

$$\beta^{c/d} = 1{,}88$$

Del mismo modo anterior se obtiene la tasa de los accionistas:

$$Rs = 0{,}1 + (0{,}19\text{-}0{,}1)^*1{,}88 = 26{,}92\%$$

El CPPC sería, entonces:

$$CPPC = 0{,}5 \ ^* \ 0{,}2692 + 0{,}5 \ ^*0{,}1 \ ^*(1\text{-}0) = 18{,}4\%$$

Como se observa, el CPPC no cambia frente a distintas estructuras de financiamiento, pero no ocurre lo mismo con la tasa exigida por los accionistas, la que tiende a aumentar a medida que aumenta el porcentaje de deuda de la empresa. Este aumento en el riesgo se debe, entre otros factores, a que frente a una situación de quiebra o posibilidad de ésta aumenta el riesgo de que no se le pague a los dueños del capital, ya que al quebrar una empresa primero se paga a los acreedores y luego a los accionistas.

En estos ejemplos se supuso que la tasa libre de riesgo era idéntica a la tasa de la deuda, pero esto no tiene por qué ser así en todos los casos.

La fórmula para calcular el costo promedio ponderado del capital considera una relación deuda/capital constante para la empresa, por lo que la tasa obtenida es válida para proyectos que tengan características de riesgo similares a los de la empresa y que no modifiquen la relación de endeudamiento existente.

La tasa de descuento calculada por el costo promedio ponderado del capital se aplica sobre los flujos de caja suponiendo que aquélla se financia en su totalidad con capital propio, ya que los efectos de su financiamiento se corrigieron en la tasa. Nótese que este supuesto es similar al empleado al calcular el valor actual ajustado, donde el flujo y la tasa de descuento consideraban sólo financiación propia, ajustando el resultado del VAN por el valor actual neto de la deuda.

Aunque ambos modelos usan los flujos de caja no apalancados, el del valor actual ajustado otorga flexibilidad al análisis de la deuda, al permitir incorporar el efecto del financiamiento específico a cada periodo, mientras que el del costo promedio ponderado del capital supone condiciones constantes durante toda la vida del proyecto. Al cambiar la relación deuda/capital por el servicio anual del préstamo, lo correcto sería medir la rentabilidad del proyecto con tasas promedios variables para cada período, lo que sin duda constituye una desventaja comparativa respecto del valor actual ajustado.

10.3.3 Ajuste de los flujos de caja y de la tasa de descuento

En los capítulos iniciales se señaló que existe un flujo de caja que mide la rentabilidad del proyecto y otro que mide la rentabilidad de los recursos propios invertidos en ese proyecto. En este último caso, el flujo de caja era corregido por el efecto de los intereses del préstamo, su efecto tributario, el préstamo y la amortización de la deuda.

El objetivo principal de ese flujo es determinar, como información complementaria, la TIR de los recursos propios invertidos, aunque conceptualmente se puede utilizar para calcular el VAN. Ello se logra modificando la tasa de descuento r_0 para asimilarla a una tasa r_s correspondiente a la del costo de capital patrimonial con apalancamiento, mediante la siguiente ecuación:

$$r_s = r_0 + \frac{D}{C}(1 - t)(r_0 - r_d) \qquad (10.10)$$

Donde r_s es el costo del capital propio con apalancamiento financiero.

Ejemplo 10.7

Una empresa va a ejecutar un proyecto que modificará en forma permanente su estructura de endeudamiento a una relación 1:3. La tasa de interés al préstamo es del 11%, la tasa de costo de capital de empresas comparables no apalancadas es 17% y la tasa de impuestos es del 15%. Sustituyendo en la ecuación 10.10, se obtiene:

$$r_s = 0{,}17 + \frac{1}{3}(1 - 0{,}15)\,(0{,}17 - 0{,}11) = 18{,}7\%$$

10.4 Variaciones en la tasa de descuento

Al evaluar proyectos en empresas en marcha se deben considerar no sólo las variaciones en los flujos de costos y beneficios, sino también los cambios que pueden inducir sobre la tasa de costo de capital relevante para evaluar una nueva inversión. Esto último se observa principalmente cuando el proyecto es de una magnitud tal que modifica la estructura de endeudamiento de largo plazo de la empresa o cuando modifica los niveles de riesgo.

Lo anterior se observa, por ejemplo, cuando el proyecto tiene una alta importancia relativa en la cadena de valor de la empresa. Es el caso de evaluar una inversión (o un abandono) en un proyecto de imprenta para una empresa editorial. Probablemente el riesgo del negocio de impresión sea diferente al del negocio editorial y la magnitud de la inversión involucrada en el primero modifique la estructura de endeudamiento en el largo plazo del segundo si se opta por integrar la impresión al proceso de producción.

Si el nuevo proyecto cambia la relación de riesgo de la inversión, el costo del capital patrimonial y el costo promedio ponderado del capital también cambian.

Ejemplo 10.8

Suponga que una empresa minera tiene una estructura de endeudamiento con una relación 1:3, que el costo de la deuda es del 10%, la tasa libre de riesgo del 7%, la rentabilidad promedio del mercado del 14%, la tasa de impuestos del 15% y el coeficiente beta 0,9. El costo del capital patrimonial sería, entonces:

$$0,07 + 0,9\ (0,14 - 0,07) = 0,133 = 13,3\%$$

De acuerdo con esto, el costo promedio ponderado del capital sería de:

$$0,10\ (1 - 0,15)\ (0,25) + 0,133\ (0,75) = 12,1\%$$

Si la empresa minera evalúa una gran inversión para sustituir el sistema de transporte que hoy contrata, por un transporte propio, lo más probable es que la magnitud del proyecto y su poca relación con el proceso central de la empresa hagan conveniente evaluarlo a su propia tasa de costo de capital. Si el coeficiente beta para los proyectos de transporte fuese 0,65, el costo del capital patrimonial para la empresa en este proyecto sería de:

$$0,07 + 0,65\ (0,14 - 0,07) = 0,1155 = 11,55\%$$

Suponiendo que la empresa financiara este proyecto sin modificar su estructura de endeudamiento en el largo plazo, el costo promedio ponderado del capital se calcula en:

$$0,10\ (\ 1 - 0,15)\ (0,25) + 0,1155\ (0,75) = 10,3\%$$

En proyectos de sustitución de activos también es posible observar cambios en la tasa de descuento, con excepción de aquéllos que reemplazarían la tecnología actual por otra similar, que no modifique el grado de riesgo ni la estructura de endeudamiento de la empresa.

Si la sustitución no cambia el riesgo pero sí la estructura de endeudamiento, se producirá un cambio en la tasa de costo de capital.

Cuando la sustitución involucra un cambio tecnológico como, por ejemplo, reemplazar el sistema de generación eléctrica de carbón por petróleo, lo más probable es que se produzca un cambio importante y significativo para la evaluación en la relación de riesgos.

En algunos casos, el cambio tecnológico afecta los niveles de producción y ventas o el aprovechamiento de algún subproducto o desecho. En ambas situaciones se asimilará el cambio en la tasa de costo de capital a los cambios que ocasionará un típico caso de ampliación.

Para aumentar el nivel de producción del producto principal o de uno de sus subproductos, lo más probable es que la empresa deba invertir en mayor cantidad de activos los que, dependiendo de cómo se financien, podrán afectar el costo del capital tanto por su impacto en el nivel de riesgo del negocio como en la estructura de endeudamiento de la empresa.

Si la ampliación pretende cubrir demanda insatisfecha local, el nivel de riesgo del proyecto diferirá de si se busca la expansión hacia mercados internacionales. En este último caso, el modelo CAPM deberá considerar el coeficiente beta internacional (riesgo de mercado, riesgo país y riesgo del tipo de cambio).

Por otra parte, si el proyecto de ampliación consiste en la integración vertical de parte del proceso que se contrata externamente, el coeficiente beta que se considerará será el del proyecto a evaluar. Por ejemplo, si una editorial busca medir la rentabilidad de invertir en un sistema de impresión propia, el beta que se deberá utilizar corresponderá al del sector imprenta y no al de la industria editorial.

En el caso contrario, cuando la empresa busca determinar la conveniencia de una desinversión, los recursos liberados por un eventual abandono de una línea de productos pueden ser utilizados para modificar la estructura de endeudamiento de largo plazo de la empresa así como el factor de riesgo. Por ejemplo, cuando una empresa agroindustrial evalúa el cierre de su área de negocio de exportación de fruta fresca

para destinar los recursos liberados a la fabricación de pulpa de fruta para jugos y a la disminución de su relación deuda/capital, el cambio en la tasa de descuento se produce tanto por la variación en esta relación como en la del riesgo inherente al negocio. El abandono puede provocar cambios en ambos factores o en uno solo de ellos, dependiendo del destino de los recursos liberados.

Preguntas y problemas

10.1 Explique el concepto de costo de capital y su relación con la estructura de endeudamiento de la empresa.

10.2 Señale los factores que se busca compensar con la determinación de la tasa de costo de capital.

10.3 Explique en qué consiste el modelo para la valoración de los activos de capital y enuncie las principales limitaciones que tiene en la determinación de la tasa de costo de capital de un proyecto.

10.4 Suponiendo que el coeficiente beta de una empresa que se financia en su totalidad con capital propio es de 1,4, que la tasa libre de riesgos es de 8% y la prima por riesgos 7%, determine la tasa de descuento.

10.5 Explique el concepto de apalancamiento financiero y su relación con el apalancamiento operativo.

10.6 Enuncie los modelos que permiten incorporar el efecto de la deuda en la evaluación de un proyecto.

10.7 ¿En qué consiste y cuándo se recomienda utilizar el método del valor actual ajustado?

10.8 Un proyecto muestra el siguiente flujo de caja:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo	-1.000	200	220	290	370	200	480	480	480	480	480

Si se desea medir el impacto de endeudarse a una tasa del 11% anual para financiarlo en un periodo de ocho años, determine el valor actual ajustado si la tasa de impuestos es 15%, para:

a. Un endeudamiento del 60% de la inversión

b. Un endeudamiento del 50% de la inversión

c. Un endeudamiento del 40% de la inversión

10.9 Explique los cambios que se observan en los resultados de la pregunta anterior para cada una de las opciones de endeudamiento.

10.10 ¿Se puede determinar con el valor actual ajustado, la capacidad de pago de una eventual deuda para financiar un proyecto?

10.11 Explique los métodos para ajustar la tasa de descuento con el efecto del endeudamiento de un proyecto.

10.12 ¿En qué consiste el costo de capital promedio ponderado de las betas?

10.13 ¿Cómo definiría el beta de los activos, el beta de la deuda y el beta del capital propio?

10.14 Si la estructura deuda/capital de una empresa es 1:4, los impuestos son un 15% de las utilidades, la deuda no presenta riesgos y el beta del capital propio es 1,3, ¿cuál es el beta de los activos?

10.15 Con los datos de la pregunta anterior, determine el costo del capital mediante el modelo CAPM para una empresa con una tasa libre de riesgos del 6% y una rentabilidad esperada del mercado del 14%.

10.16 ¿En qué casos se recomienda utilizar el costo de capital calculado en la pregunta anterior para evaluar un proyecto particular?

10.17 Explique el modelo del costo promedio ponderado del capital y los casos en que se recomienda utilizarlo.

10.18 Al evaluar un nuevo proyecto, una empresa considera modificar la estructura permanente deuda/capital a 1:3. Si la tasa de costo de capital sin apalancamiento es del 16%, la tasa de interés del préstamo es del 10% y la tasa de impuestos a las utilidades del 15%, calcule la tasa de costo promedio ponderado del capital.

10.19 ¿Cómo explicaría que la tasa de costo promedio ponderado del capital sea inferior a la tasa de costo de capital sin apalancamiento?

10.20 ¿Qué supuestos son coincidentes en el cálculo del valor actual ajustado con el del costo promedio ponderado del capital?

10.21 ¿En qué se diferencian los modelos de cálculo del valor actual ajustado y el costo promedio ponderado del capital?

10.22 ¿Qué tasa de descuento se debe usar para evaluar el flujo de caja del inversionista?

10.23 Una empresa que pertenece a un sector industrial donde se observa una tasa de costo dé capital en empresas no apalancadas del 16%, evalúa un proyecto que modificaría en forma permanente su estructura deuda/capital a una relación 2:3. Si la tasa de interés de la deuda es del 10% y la de impuestos del 15%, ¿cuál es la tasa de descuento relevante para el proyecto?

10.24 Se conoce la siguiente información para la evaluación de un proyecto:

Inversión inicial	$10.000
Vida útil	8 años
Flujo anual	$2.200
Costo capital propio	14%
Tasa interés	8%
Tasa impuestos	15%

Con esta información, calcule:

a. VAN del proyecto,

b. Valor actual ajustado, si la empresa financia el proyecto con un 40% de deuda a ocho años plazo.

10.25 ¿Hay diferencias entre el costo de capital de la empresa y el costo de capital de un proyecto particular que desea llevar a cabo?

10.26 Si el beta del proyecto difiere del beta de la empresa, ¿en cuál de los dos se deberá basar la tasa de descuento para evaluar el proyecto?

10.27 La relación deuda/capital de una empresa es 0,67 y el beta del capital es 1,4. Si la rentabilidad esperada del mercado es del 15%, la tasa libre de riesgos del 7%, la tasa de impuestos del 15% y el interés de la deuda del 9%, calcule:

a. El costo del capital de la empresa

b. El costo promedio ponderado del capital

10.28 ¿Qué factores pueden hacer que la tasa de costo de capital que se utilice en la evaluación de un proyecto sea diferente a la usada generalmente por la empresa?

10.29 ¿En qué casos un proyecto de sustitución puede o no generar un impacto sobre la tasa de costo de capital de la empresa?

10.30 Enuncie los factores que influyen en el cálculo del coeficiente beta de un proyecto de ampliación para expandirse a mercados internacionales.

Bibliografía

ÁLVAREZ, M. I. y M. A. DUISBERG. *Cálculo de la tasa de costo de capital para proyectos en empresas en marcha*. CIADE, Universidad de Chile, Santiago 2000.

BIERMAN, H y S. SMIDT. *The Capital Budgeting Decision; Economic Analysis of investment project*. Macmillan, New York, 1993.

BREALEY, R. y S. MYERS. *Fundamentos de financiación empresarial*. McGraw-Hill, Madrid, 1993.

CACHANOSKY, J. *Value Based managemente.* http://sites.netscape.net/shikida/libertarias/1/libertaria.html, 1999.

EPPEN G.D. y otros. *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa*. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., México 2000.

GREGOIRE, J. y S. ZURITA. *Lecturas de economía financiera*. Universidad de Chile, Santiago de Chile, 1995.

DIXIT, A. y R. PINDYCK, *Investment under uncertainty*. Princeton University Press, Princeton, 1995.

NEUBERGER, A. *Cómo poner precio a las acciones*. Serie "Management en Finanzas", num. 9, *El Diario/Financial* Times, Santiago de Chile, 2000.

PARISI, F. y A. PARISI. *Costo de capital*. http://www.parisinet.com/. 2000.

ROSS, S., R. WESTERFIELD y J. BRADFORD. *Fundamentos de finanzas corporativas*. Irwin, Madrid, 1993.

VÉLEZ, I. y J. THAM. Una nota sobre el cálculo del valor con endeudamiento constante. http://papers.ssrm.com. 2005.

VÉLEZ, I. Costo de capital para firmas no transadas en bolsa. http://papers.ssrm.com. 2003.

CAPÍTULO

11

Análisis optimizante del proyecto

La regla de decisión basada en el método del valor actual neto se sustenta en que la riqueza de la empresa aumenta con cada proyecto aceptado que tenga un VAN positivo. Sin embargo, un VAN mayor que cero no es condición suficiente para recomendar la aprobación de la inversión, por cuanto podrían existir, en el mismo proyecto, otras oportunidades que posibilitarían maximizar la rentabilidad, ya sea porque existan tamaños más convenientes de planta o momentos de tiempo mejores que el actual para implementar la decisión de hacer el proyecto.

En este capítulo se analizan los criterios de optimización de proyectos para los casos más comunes y generalmente más complejos: momentos óptimos, tamaño óptimo y combinatoria óptima de proyectos en presencia de restricciones de capital.

11.1 Estimación de momentos óptimos[1]

Existen dos situaciones donde la sensibilización del resultado de adelantar o postergar una decisión puede mostrar cambios significativos en la rentabilidad calculada de un proyecto, pudiendo, por ello, encontrarse una solución mejor si se modificara el momento de hacer la

[1] Un completo análisis de los momentos óptimos para hacer un proyecto se encuentra en GUTIÉRREZ H. *Evaluación de proyectos ante certidumbre*. CIADE, Universidad de Chile, Santiago de Chile, 1994.

inversión y el de liquidarla. La primera de ellas presenta una particularidad especial cuando se trata de determinar el momento óptimo de reemplazar un activo.

11.1.1 El momento óptimo de invertir

Para determinar el momento óptimo de hacer la inversión se puede recurrir a distintos criterios, dependiendo de las características específicas que presente el proyecto. El instrumento más recurrente para definir cuándo hacer la inversión se denomina *rentabilidad inmediata*, la cual mide la rentabilidad del primer año de operación respecto de la inversión realizada en el período anterior y se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$RI = \frac{F_1}{I_0} \qquad (11.1)$$

Donde RI es el índice de rentabilidad inmediata, F_1 el flujo de caja esperado para el primer año de funcionamiento e I_0 la inversión realizada en el momento cero.

La rentabilidad inmediata se fundamenta en que puede haber un proyecto con flujos de caja tan altos en los años futuros que compensaría a flujos que pudieran ser muy bajos en los años iniciales, mostrando un VAN positivo para el total del proyecto.

La regla de decisión señala que el proyecto se debe implementar cuando el primer flujo de caja sobre la inversión dé, como resultado, un índice igual o superior a la tasa de retorno exigida por el inversionista. Si el flujo del primer año fuese inferior a ella, la inversión deberá posponerse, por cuanto esos recursos debieran ser capaces de rentar dicha tasa en otro proyecto optativo de inversión para la mima empresa.

Esto supone que los flujos futuros de caja son independientes de cuándo se realiza el proyecto.

La regla de decisión se explica porque al ser los beneficios independientes de cuándo se ejecuta el proyecto, los flujos de caja entre invertir hoy en el proyecto o hacerlo en un año más serían siempre los que se muestran en la tabla 11.1:

Tabla 11.1
Flujo de caja incremental al no postergar la inversión.

	0	1	2	3	4	5	6	n
Iniciar hoy	-1.000	30	90	110	110	110	110	110
Posponer un año		-1.000	90	110	110	110	110	110
Incremental	-1.000	1.030	0	0	0	0	0	0

El flujo incremental indica qué pasa si se hace hoy la inversión en vez de posponerla un año. Si no se posterga, la empresa tendría que asumir ahora el costo de invertir a cambio de "ahorrarse" la inversión en un año más y de obtener el beneficio de generar el flujo de caja de $30 el próximo año. Desde el año 2, los beneficios son idénticos cualquiera sea el momento de iniciar la inversión y, por lo tanto, son irrelevantes para el análisis.

Si todo se expresa en moneda del momento cero y si la tasa de descuento fuese 10%, se tendría:

$$- I_0 + \frac{I_0}{1+i} + \frac{F_1}{1+i} = \text{VAN incremental}^2 \qquad (11.2)$$

Es decir:

$$-1.000 + \frac{1.030}{1+0,1} = -63,64$$

---

[2] Dado que un VAN incremental igual o mayor que cero hace conveniente la postergación de la inversión y que se supone que, en moneda de igual valor la inversión no cambia, por lo que $I_0 = I_{10}$ (de aquí en adelante I), esta ecuación se puede expresar como sigue para exponer la condición de aceptabilidad de la postergación:

$$+I - \frac{I}{(1+i)} - \frac{F_1}{(1+i)} \geq 0$$

de lo que se deduce:

$$I \geq \frac{I}{(1+i)} + \frac{F_1}{(1+i)}$$

que es lo mismo que:

$$I(1+i) \geq I + F_1$$

luego:

$$I(1+i) - 1 \geq F_1$$

entonces:

$$I[(1+i) - 1] \geq F_1$$

y

$$I^* i \geq F_1$$

resultando:

$$i \geq \frac{F_1}{I}$$

O sea, si la rentabilidad del primer año es inferior a la tasa de retorno exigida a la inversión, se cumple la condición de aceptación de la postergación.

Al aplicar el concepto de rentabilidad inmediata a los datos de la tabla 1.11, se observa que recién en el momento 3 se obtiene un resultado superior a 10%, lo que indica que la inversión debe hacerse en el momento 2.

Cuando la inversión se debe realizar en más de un año, corresponderá capitalizar el flujo de inversiones hasta el momento cero y proceder a aplicar directamente la fórmula de cálculo de la rentabilidad inmediata.

Si los beneficios netos fuesen constantes en el tiempo, no tiene sentido calcular la rentabilidad inmediata, por cuanto F_1/I_0 tendrá siempre el mismo resultado. Si este es mayor o igual a la tasa exigida –y basado sólo en consideraciones económicas– se deberá implementar de inmediato el proyecto, ya que reporta al inversionista, desde el primer año de operación, a lo menos la rentabilidad deseada.

Obviamente, el modelo considera sólo la variable económica para proponer un curso de acción. Sin embargo, existe una cantidad importante de otras variables que se deben tomar en cuenta al tomar una decisión. Por ejemplo, la posibilidad de que con la postergación de la inversión se bajen las barreras a la entrada de nuevos competidores que pudieran incorporarse hoy con un proyecto opcional, o que al estar el proyecto integrado a un plan de desarrollo estratégico de la empresa atente contra los resultados consolidados de ella.

Por último, la rentabilidad inmediata no puede ser empleada cuando los beneficios netos son dependientes de la inversión. Por ejemplo, sería ilógico que se postergue por cuatro años la plantación de árboles que dan frutos –y por lo tanto generan un flujo de caja positivo por su venta– a partir del cuarto año de realizada la inversión, ya que si esta se posterga, se deberá esperar otros cuatro años para que los árboles den un producto que sea posible comercializar.

11.1.2 Momento óptimo de hacer un reemplazo

Como se mencionó anteriormente, un caso especial respecto del momento óptimo de hacer la inversión se relaciona con la oportunidad de reemplazar un activo. En este caso, se pueden distinguir dos situaciones básicas:

a. el reemplazo de un activo que incrementa a lo largo el tiempo de sus costos debido al deterioro normal que produce el desgaste, por otro idéntico pero nuevo; y
b. el reemplazo de un activo por otro que introduce cambios tecnológicos en el proceso productivo.

La situación de reemplazar un activo deteriorado por otro igual se fundamenta en que el aumento de costos del primero llegará a tal nivel que el reemplazo se deberá hacer necesariamente en algún momento.

Para determinar el momento más conveniente para el cambio se supone, en una primera alternativa metodológica, que el costo atribuible al deterioro crece anualmente a una tasa fija y asimismo se asume que la productividad, y por lo tanto los beneficios, son los mismos ya sea que se utilice en el proceso una máquina nueva u otra con más deterioro.

El momento óptimo del reemplazo se calculará determinando el número de años de uso que minimiza el valor actual de los costos, incluyendo en ellos la inversión inicial. Eso se logra aplicando la siguiente ecuación:

$$n = \frac{i * I_0}{g} + \frac{1}{i} - \frac{1}{i(1+i)^n} \qquad (11.3)$$

Donde n representa al número de años de vida útil económica de la máquina, I_0 el valor de la máquina nueva, i la tasa de retorno exigida a la inversión y el aumento anual de los costos por el deterioro del activo[3].

Para encontrar n se debe proceder a probar distintos valores con la finalidad de que, por aproximaciones sucesivas, se pueda hallar el valor de n que haga cumplir la ecuación, o recurrir al menú **Herramientas** del Excel.

Ejemplo 11.1

Suponga que una máquina tiene un valor de adquisición de $30.000, que el crecimiento anual en los costos de operación por su deterioro es de $1.000 y que la tasa de retorno exigida es de un 12%.

Para proceder al cálculo del momento de reemplazo óptimo (n), puede procederse como sigue:

1. Construya el modelo de hoja de cálculo que se muestra en la figura 11.1;

Figura 11.1
Modelo para calcular momento de reemplazo óptimo.

	A	B	C
1			
2	Valor Adquisición	30.000	
3	Crecimiento costos	1.000	
4	Tasa retorno	12%	
5	Momento reemplazo		
6			

[3] Una deducción de esta fórmula se encuentra en GUTIÉRREZ H., ibídem, pp. 148 -149.

2. En la celda B5 del ejemplo, introduzca la siguiente fórmula:

(11.4)

```
=B2*B4/B3+1/B4-1/(B4*(1+B4)^B5)
```

Note que por el hecho de que la fórmula se debe introducir en la celda B5, esta se referencia a sí misma. Por esta razón, al confirmar el ingreso, un cuadro de diálogo le avisará sobre un supuesto error, conocido como "*Error de referencia circular*";

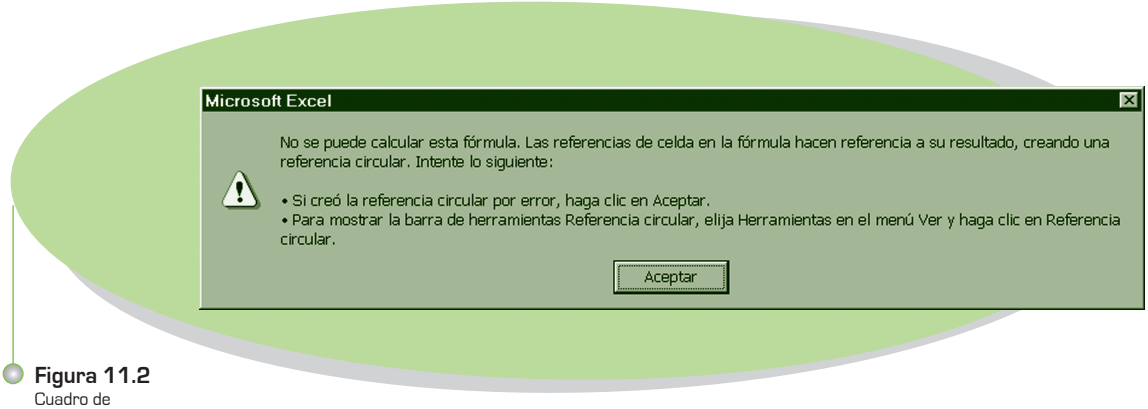


Figura 11.2
Cuadro de diálogo de error de referencia circular.

3. Elija **Aceptar** en el cuadro de diálogo de la figura anterior. La celda B5, mostrará el resultado cero (0);

4. En el menú **Herramientas** elija el comando **Opciones**. En el cuadro de diálogo desplegado seleccione la ficha **Calcular**;

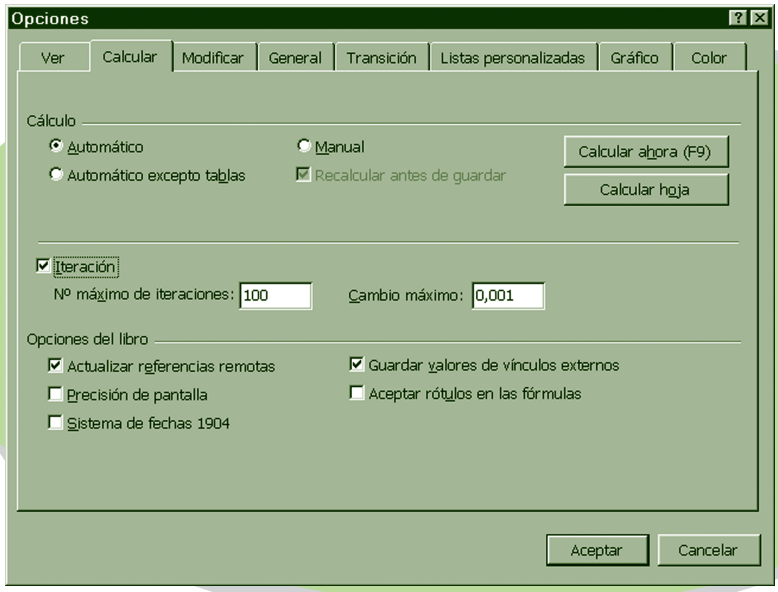


Figura 11.3
Cuadro de diálogo **Opciones**, opciones de cálculo.

5. En el cuadro de diálogo, active la casilla **Iteración** y luego pulse el botón **Calcular ahora (F9)**. La celda mostrará el valor 8,89. Esto quiere decir que el equipo debería ser sustituido por otro idéntico cuando cumpla aproximadamente nueve años de antigüedad.

Cuando se incorpora una tasa de crecimiento no constante en los costos de operación o un cambio en el valor de desecho del equipo sustituido en función de su antigüedad, la solución pasa por calcular el costo anual equivalente para diferentes plazos de uso del activo, hasta encontrar aquel número de años que haga mínimo el costo anual equivalente.

El *costo anual equivalente*[4] no es otra cosa que el valor actual de los costos de un proyecto, calculados respecto a una base anual uniforme equivalente. Su principal utilidad se manifiesta al comparar proyectos de distinta vida útil que son replicados a perpetuidad, ya que, al calcular el equivalente anual de su inversión y flujos futuros para un ciclo cualquiera de vida de un activo, el instrumento deduce su costo anual equivalente perpetuo. En cualquiera de los ciclos que se calcule se obtendrá el mismo valor anual equivalente.

[4] Aunque el nombre del concepto incluye la palabra "anual", en realidad sirve para calcular una serie equivalente uniforme cualquiera sea la unidad de tiempo de que se trate, siempre que todas las variables (tasa de descuento, la misma anualidad y el factor **n** de la ecuación sobre la que se calculará) estén expresadas en esa misma unidad de tiempo.

Ejemplo 11.2

Para ejemplificar cómo determinar cuál de dos máquinas es más conveniente para una empresa, considérese la siguiente información y las fórmulas empleadas para el cálculo tanto del valor actual (VA) como del costo anual equivalente.

Ambas máquinas prestan el mismo servicio, por lo que los beneficios asociados a ambas son iguales y, por lo tanto, irrelevantes para la decisión.

	A	B	C	D	E	F
1						
2		Máquina 1	Máquina 2			
3	Precio	-1.000	-1.300			
4	Flujo neto anual	-200	-160			
5	Vida útil	3	5			
6	Valor de desecho	400	300			
7	VA	1.197	1.720	=VA(10%;B5;B4;B6)-B3		
8	Cto. Anual Equiv.	481,27	453,80	=PAGO(10%;B5;-B7)		

De esto se deduce que es más conveniente invertir cada cinco años en la segunda máquina y no cada tres años en la primera. Es decir, el menor costo anual y la vida útil más prolongada de la máquina 2 compensan el menor valor de la inversión de la máquina 1.

En la casi totalidad de los casos, sin embargo, el costo anual de las máquinas crece en la medida en que pasa el tiempo, debido al aumento en el gasto ocasionado por sus reparaciones y mantenimientos. Por eso, el costo anual equivalente de los costos de operación debiera incrementarse, por ejemplo para la máquina 1, si su vida útil fuese de cuatro, cinco o más años.

De igual manera, el costo anual equivalente de la inversión decrece en la medida en que se prolongue el plazo de reposición de la máquina al distribuir un mismo valor actual en un horizonte mayor de tiempo.

El valor de desecho, por otra parte, tiene también un comportamiento similar al de la inversión. Mientras más tiempo se mantenga la máquina, el valor anual equivalente de su valor de desecho disminuirá a tasas crecientes por dos razones: porque el monto a "distribuir" decrece en la medida en que pasa el tiempo y porque la distribución se hace entre un mayor número de años.

De acuerdo con esto, los valores anuales y el costo total anual equivalente tendrían un comportamiento como el que se muestra en el gráfico 11.1. El mínimo costo anual

equivalente representa la vida útil econónomica óptima para el activo y corresponde al factor **n** del gráfico.

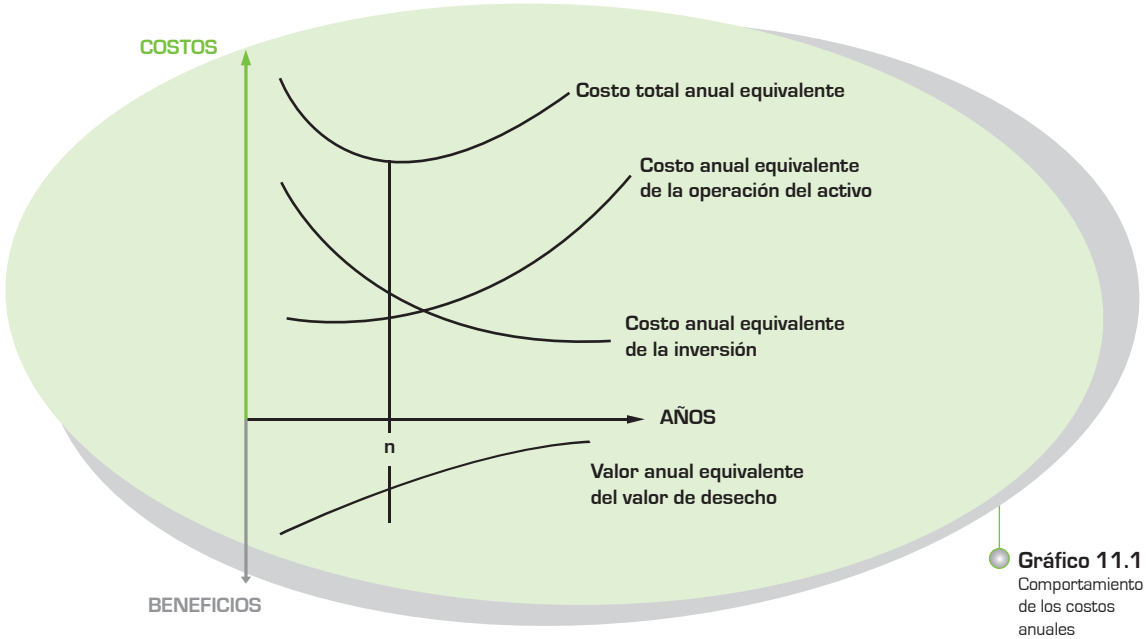


Gráfico 11.1
Comportamiento de los costos anuales equivalentes, según el período de sustitución.

Ejemplo 11.3

Suponga que un activo tiene un valor de adquisición de $1.000 y que su valor de desecho, neto de impuestos, es de $800 si se vende con un año de uso y de $640, $512, $410, $382 y $262 si se vende con dos, tres, cuatro, cinco o seis años de uso, respectivamente. El costo de operación y mantenimiento neto del efecto tributario de la depreciación es de $350 el primer año, $385 el segundo, $424 el tercero, $466 el cuarto, $512 el quinto y $564 el sexto. Los ingresos son independientes de la antigüedad del activo, por lo que se considera irrelevante para el cálculo de su vida útil económica en este ejemplo. Si la antigüedad del activo se asocia con un aumento en los días de detención para efectuar las reparaciones que requiera y esto ocasiona una disminución en la producción y venta, deberá considerarse este efecto de la misma forma en que se procederá a continuación.

Para calcular la anualidad se calculará, en primer lugar, el valor actual de cada uno de los tres ítems considerados en este ejemplo, a una tasa del 10% anual.

El valor actual de la inversión será siempre de $1.000, ya que independientemente de su vida útil, el desembolso por la compra se efectúa en el momento cero.

El valor actual del valor de desecho se obtiene trayéndolo a valor presente por el número de años correspondiente a cada opción de su vida útil. Así, el valor actual de recibir $800 al final del primer año es de $727, el de recibir $640 al final del segundo año es de $529 y así, sucesivamente, hasta llegar a un valor de $148 si se vende en $262 al final del sexto año. El cálculo del valor actual de los costos se realiza actualizando el flujo discontinuo anual de la proyección de los costos anuales. De esta forma, se considerará que si se remplaza el activo todos los años, el costo anual será siempre equivalente al de un activo nuevo, es decir, a $350 que, actualizados al momento cero, corresponden a $318. Si el activo se reemplaza cada dos años, el valor actual del costo de operación del primer año ($350) más el del segundo año ($385), ascendería a $636. Esto se calcula fácilmente en Excel, usando la función VNA

La tabla 11.2 muestra un resumen de los valores actuales de la inversión, del valor de desecho y de los costos de operación en función de las vidas útiles opcionales que se evalúan.

Tabla 11.2
Valores actuales a distintos periodos de sustitución.

Vida útil	1	2	3	4	5	6
VA Inversión	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
VA Valor desecho	727	529	385	280	203	148
VA Costo operación	-318	-636	-955	-1.273	-1.591	-1.909
VA total	-591	-1.107	-1.570	-1.993	-2.387	-2.761

Por último, se debe determinar si conviene más sustituir todos los años el activo por un costo total equivalente actual de $591, cada dos años gastando $1.107 o cada más años. Para definir económicamente la vida útil, se buscará aquel plazo de sustitución que haga mínimo el costo anual promedio de quedarse uno o más años con el activo. La tabla 11.3 resume los resultados para las seis vidas útiles estudiadas en el ejemplo.

Tabla 11.3
Costo anual equivalente a distintos periodos de sustitución.

Vida útil	Valor actual total	Costo anual equivalente
1	-591	-650
2	-1.107	-638
3	-1.570	-631
4	-1.993	-629
5	-2.387	-630
6	-2.761	-634

Desde la perspectiva económica, lo más conveniente es sustituir el activo cada cuatro años.

Una segunda situación relacionada con el momento óptimo del reemplazo de un activo es la que se refiere a una sustitución que introduce un cambio tecnológico y, por lo tanto, modifica el perfil de costo de la máquina que se encuentra en uso (o sea, el de la situación base).

Si se calcula el costo anual equivalente de ambas máquinas y si el de la nueva resultase más bajo, se concluye que la nueva tecnología es más conveniente que la actual y se debe recomendar el reemplazo. Sin embargo, no significa que éste deba ser realizado inmediatamente, por cuanto puede haber un momento futuro que sea más conveniente para maximizar la rentabilidad de la empresa.

Lo anterior se explica porque el costo anual equivalente es un promedio anual que incluye, en el caso de la nueva tecnología, un "prorrateo" de la inversión que, en el caso de continuarse con la actual máquina, no requerirá ser incluida, por estar ya efectuada en el pasado.

Como la decisión de reemplazar la máquina ya está tomada, para solucionar lo anterior se debe comparar el costo equivalente de la nueva tecnología con el costo futuro efectivo que se espera de la tecnología actual, tal como se muestra en el gráfico 11.2.

Ejemplo 11.4

Si el costo anual equivalente de la nueva máquina fuese de $362.500 y el costo anual actual (no equivalente) de la máquina en uso fuese de sólo de $300.000 pero creciente

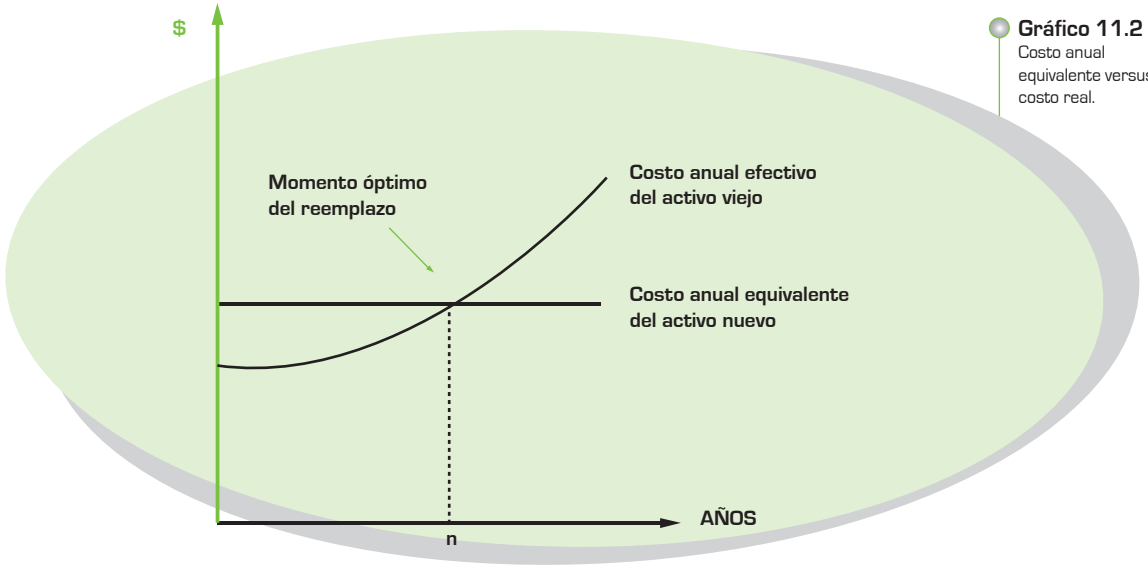


Gráfico 11.2
Costo anual equivalente versus costo real.

anualmente en un 5%, se puede observar que, en los próximos tres años, su costo de operación seguirá estando por debajo del de la nueva alternativa, pero en cuatro años más llegara a $364.652, por lo que se deberá recomendar la inversión de reemplazo al final del tercer año próximo, para que a partir del cuarto y siguientes años opere con un costo "promedio" de $362.500.

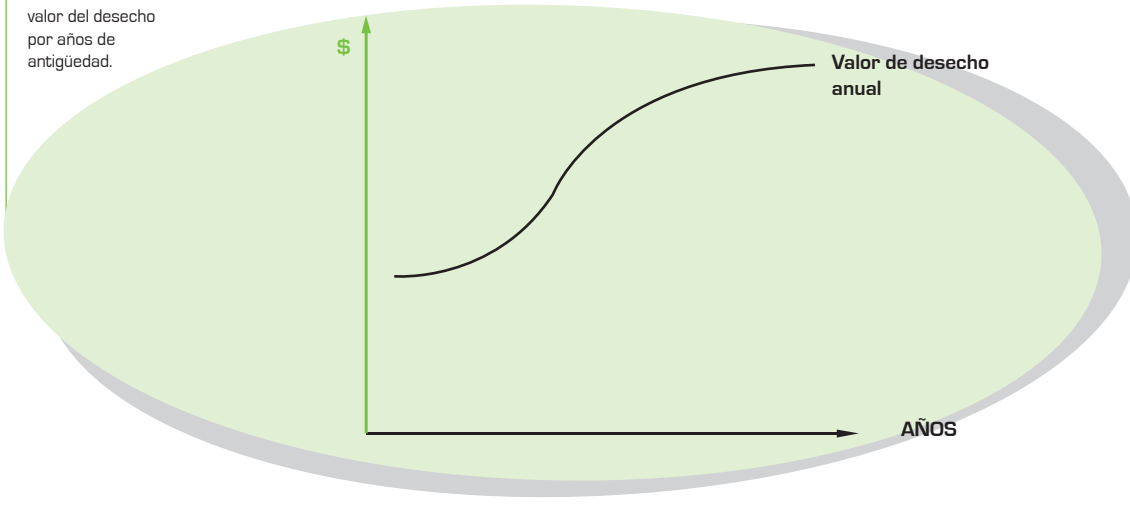
11.1.3 Momento óptimo de abandonar una inversión

En aquellos proyectos que presentan beneficios crecientes en el tiempo asociados a la propia maduración de la inversión, como la cría de animales o la plantación de árboles, surge el problema de determinar el momento óptimo de abandonar o liquidar esa inversión.

Estos proyectos se caracterizan por la relevancia de su valor de desecho, tanto en el resultado de su rentabilidad como en el plazo recomendable de su liquidación. Mientras más tiempo se engorde a los animales, mayor precio se logrará en su venta; y mientras más tiempo se dejen crecer los árboles, mejor precio se podrá obtener al momento de liquidarlos.

En ambos casos es posible esperar, cada año, un mayor valor de desecho de la inversión. Sin embargo, su aumento de valor se observará a tasas decrecientes en el tiempo, e incluso la tasa de crecimiento se podrá hacer igual a cero en un momento, tal como muestra el gráfico 11.3.

Gráfico 11.3
Tasa de crecimiento del valor del desecho por años de antigüedad.



Aunque la postergación del momento de abandonar el proyecto hace aumentar su valor de desecho, es posible encontrar un punto donde el crecimiento de este beneficio sea menor que la tasa de retorno exigida por el inversionista. Cuando eso sucede, se hacer recomendable su liquidación, ya que los recursos generados de esta forma podrán ser probablemente destinados a otro proyecto que rente, a lo menos, lo exigido por el inversionista, o incluso repetir la inversión en otro proyecto igual. En otras palabras, la postergación en un año del momento de poner término al proyecto puede tener un valor actual neto incremental negativo respecto de la no postergación, aunque ambos valores actuales netos sean positivos.

La teoría ofrece tres formas para determinar el momento óptimo de la liquidación de un proyecto: los modelos de *Fischer*, de *Faustmann* y de *Boulding*. La diferencia que se observa entre ellos radica en el supuesto de reinversión que asumen para los recursos generados por el proyecto.

El *modelo de Fischer* determina el momento óptimo de liquidar la inversión conforme al supuesto de que el proyecto finaliza con la venta del producto y, por lo tanto, no supone la posibilidad de repetirlo. De esta forma, estima que los recursos liberados se reinvertirán a la tasa de costo de capital de la empresa; es decir, en proyectos con VAN igual cero. Según este supuesto, el óptimo se encuentra en el punto donde se maximiza el VAN del proyecto único.

Ejemplo 11.5

En un proyecto para plantar árboles, suponga que es posible esperar un valor de desecho del bosque, en función del año en que se corte, como el que se muestra en el siguiente cuadro, en el cual se agregó la variación porcentual anual del valor de desecho:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Valor de desecho	100	126,2	152,6	177,8	200,7	221,2	239,5	256,0	270,6
Variación anual		26,2	20,9	16,5	12,9	10,1	8,3	6,9	5,7

Como se puede observar, el valor de desecho del proyecto crece mientras más se demore el corte de los árboles, aunque el aumento se logre a tasas decrecientes.

Si se calcula el valor actual neto del único flujo relevante para evaluar el proyecto de cortar los árboles en distintos años (su valor de desecho[5]), se tendrían los siguientes resultados a una tasa de descuento del 10%:

[5] Nótese que la inversión inicial es irrelevante para el análisis si se consideran como proyectos distintos a la posibilidad de corte en diferentes años, por cuanto la inversión es similar para todos ellos, tanto en el monto como en el momento en que ocurren.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8
VAN	100	114,7	126,1	133,6	137,1	137,4	135,2	131,4	126,2

De acuerdo con lo anterior, el momento óptimo para liquidar el negocio se logra el quinto año, porque es cuando se obtiene el máximo valor actual neto. Como se puede observar, en el sexto año el valor del proyecto aumenta, respecto al quinto, en sólo 8,3%, siendo este incremento inferior a la rentabilidad del 10% exigida anualmente a la inversión.

La inversión, entonces, deberá ser liquidada en aquel número de años en que se logró, por última vez, obtener un valor de desecho que crezca a una tasa superior a la tasa de costo de capital de la empresa. Esto es:

$$\frac{BN_{n+1}}{BN_n} - 1 \geq i \qquad (11.5)$$

Si el proyecto fuese de crianza y engorde de animales, se deberá considerar el flujo de costos anuales incrementales en el cálculo del VAN para distintos momentos de liquidación de la inversión.

Por ejemplo, si se evalúa la conveniencia de hacer engordar al animal por cuatro años en vez de tres, los primeros tres años son irrelevantes para la decisión. Por lo tanto, se deberá considerar como el valor de desecho del animal, por un lado, y al mayor costo del engorde del cuarto año, por otro.

El *modelo de Fischer*, como se mencionó antes, supone que la mejor opción de reinvertir los recursos generados por el proyecto está reflejada por la tasa de costo de capital del proyecto. Si la posibilidad de reinvertir en replantar los árboles es cierta, entonces una parte del VAN del proyecto[6] (o su valor de desecho actualizado) podrá ser invertida a una tasa superior a la del costo de capital, posibilitando un nuevo VAN positivo. Se supone que la diferencia entre el valor actual del valor de desecho y la nueva inversión es invertida en otro proyecto a la tasa de costo de capital de la empresa, lo que por definición da un VAN igual a cero.

El *modelo de Faustmann*, por otra parte, supone que el proyecto se puede repetir indefinidamente. Es decir, que en un proyecto forestal, por ejemplo, es posible

[6] Se reinvertirá el equivalente al total de la inversión. Como el proyecto anterior tuvo un VAN positivo, la inversión requerida en repetir el proyecto es inferior al valor actual del valor de desecho logrado en su liquidación.

reforestar después de haber cortado los árboles, lográndose un proyecto con igual perfil de costos y beneficios; o que cuando se vende el ganado adulto en un proyecto ganadero se compra la misma cantidad de animales jóvenes para obtener un crecimiento de la masa ganadera, costos e ingresos, similares a los obtenidos con el primer grupo.

Al poder repetirse el proyecto en forma indefinida, su VAN se transforma en una serie infinita de proyectos que se repiten cada n años. Por lo tanto, si se calcula el valor anual equivalente del VAN se obtiene el flujo equivalente anual de una perpetuidad.

Como el valor actual de un flujo uniforme perpetuo se calcula por:

$$VA = \frac{F}{i} \tag{11.6}$$

y el valor anual equivalente a n períodos de un valor actual se calcula como:

$$F = VA * \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \tag{11.7}$$

el valor actual neto del flujo perpetuo de valores anuales equivalentes resulta de aplicar la siguiente expresión:

$$VAN_{(n,\infty)} = \frac{VAN_{(n)} \dfrac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}}{i} \tag{11.8}$$

Donde $VAN_{n\infty}$ representa el valor actual neto de un proyecto a n años, repetido a infinito, y $VAN_{(n)}$ el valor actual neto de un proyecto único a n años. De esta ecuación se deduce que:

$$VAN_{(n,\infty)} = VAN_{(n)} \frac{(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \tag{11.9}$$

Para determinar el momento óptimo de liquidar un proyecto que se puede repetir indefinidamente en el tiempo, se calcula el mayor $VAN_{n\infty}$ de entre todas aquellas opciones que se identifican en función de vidas útiles distintas.

Ejemplo 11.6

Si se busca determinar el momento más conveniente de vender un producto que mejora con su maduración y se sabe que las opciones son hacerlo entre cinco y ocho años, se debe buscar el $VAN_{n\infty}$ para los distinto valores que tome n entre cinco y ocho años. Esto se aprecia en la siguiente tabla:

n	I_o	VD_n	$VAN_{(n)}$	$VAN_{(n,inf)}$
5	-10.000	20.102	2.482	6.547
6	-10.000	22.874	2.912	6.686
7	-10.000	25.550	3.111	6.390
8	-10.000	28.600	3.342	6.264

Como se puede observar, aunque el mayor valor actual neto de una sola producción, $VAN_{(n)}$, se logra añejando el producto ocho años por el mayor precio que se le puede sacar en el momento de su venta (si no se repitiese el proyecto, como postula *el modelo de Fischer*), lo que más le conviene a la empresa en una proyección de largo plazo, según el *modelo de Faustmann*, es liberar los recursos físicos y monetarios cada seis años, para repetir antes el proyecto.

De acuerdo con esto, el máximo VAN de replicar la inversión a infinito se logra adelantando el momento de renovación del proyecto, lo que explica por qué el momento óptimo que resulta de aplicar el modelo de Faustmann resulta inferior al de Fischer. La explicación racional de que empresas similares decidan "cortar los árboles" con distintos años de antigüedad se encuentra en que tiene tasas de costo de capital diferentes.

Por otra parte, existe otro elemento de diferenciación entre los modelos expuestos. En un proyecto forestal, por ejemplo el valor de la tierra es irrelevante para la decisión, por cuanto en todos los casos se debe invertir la misma cuantía de recursos en comprarla. Sin embargo, el valor de la tierra sí es relevante en el modelo de Fisher, por cuanto se incluye en el valor de desecho y, aun cuando se puede tener el mismo valor nominal, si el proyecto se liquida cada cinco, seis o más años, hace variar su valor actual y por lo tanto, su valor equivalente anual. El método de Faustmann, por otra parte, al hacer repetitivo el proyecto al infinito, hace que el valor actual del valor del terreno, incluido en el valor de desecho cuando $n = \infty$ sea igual a cero, no siendo relevante si se reinvierte cada cinco, seis o más años.

El *modelo de Boulding*, por último, postula que el momento óptimo de liquidar la inversión está dado por aquel plazo que maximiza la TIR del proyecto; o sea, supone que todo el valor de desecho del proyecto se reinvierte a la misma TIR.

La situación donde este supuesto es válido se produce cuando es posible ampliar el proyecto. Por ejemplo, cuando por restricciones presupuestarias se plantó sólo una parte de la tierra disponible, los excedentes ocasionados por el proyecto, así como cualquier otro recurso que se obtenga, deberían ser invertidos en la opción más rentable.

Como señala Gutiérrez[7], "la posibilidad de aumentar la superficie plantada es también mejor que replantar la misma superficie, por lo que el n de Boulding es inferior al n de Faustmann".

Esto se explica porque mientras los modelos anteriores suponen que los excedentes se reinviertan a la tasa de costo de capital (aquéllos no reutilizables en el proyecto en el modelo de Faustmann), el de Boulding plantea la posibilidad de reinvertirlos en un proyecto similar y, por lo tanto, de igual tasa interna de retorno.

11.2 Determinación del tamaño óptimo

La determinación del tamaño de una inversión se relaciona con las proyecciones sobre tendencias de la demanda del producto generado con el proyecto.

El cálculo del tamaño óptimo de un proyecto busca determinar, al igual que en los casos anteriores, aquella solución que maximice el valor actual neto de las opciones en el análisis de un proyecto. Dos factores son determinantes en este caso: la relación precio-volumen, por el efecto de la elasticidad de la demanda; y la relación costo-volumen, por las economías y deseconomías de escala que pueden lograrse en el proceso productivo.

La relación entre capacidad y costos de producción afectará la selección de la tecnología y del proceso productivo. En algunos casos, por estrategias de mercado que buscan generar barreras a la entrada de nuevos competidores, se podrá optar por un diseño de planta con capacidad de producción superior a la requerida en el corto plazo. El conocimiento futuro de la demanda esperada podrá justificar económicamente una capacidad instalada ociosa inicialmente. Otra opción será realizar las investigaciones por etapas, especialmente en proyectos en los que se conoce el nivel de demanda actual, pero son inciertos los niveles futuros, ya sea por la ágil reacción de los competidores en el mercado donde se inserta la empresa, ya sea por el continuo avance tecnológico en el sector industrial pertinente.

El criterio que se emplea en este cálculo es el mismo que se sigue para evaluar el proyecto global y muy similar al empleado en la determinación de los momentos óptimos. Mediante el análisis de los flujos de caja de cada tamaño, se puede definir una tasa interna de retorno marginal del tamaño que corresponda a la tasa de descuento que hace nulo al flujo diferencial de los tamaños posibles de implementar. Mientras la tasa marginal sea superior a la tasa de costo de capital exigida para el proyecto, convendrá aumentar el tamaño. El nivel óptimo estará dado por el punto en el cual ambas tasas se igualan. Esta condición de cumple cuando el tamaño del proyecto se incrementa hasta que el beneficio marginal del último aumento sea igual a su costo marginal.

[7] GUTIÉRREZ, H., ibídem p. 136.

En el gráfico 11.4 se pueden apreciar las relaciones entre la TIR marginal, el VAN incremental y el tamaño óptimo (T_o) que maximiza al VAN.

Si se determina la función de la curva, el tamaño óptimo se obtiene cuando la primera derivada es igual a cero y la segunda es menor que cero, para asegurar que el punto sea un máximo. Si se expresa el VAN en función del tamaño, VAN(T), se podría definir la siguiente igualdad:

$$VAN(T) = \sum_{t=1}^{n} \frac{F_t(T)}{(1+i)^t} - I(T) \qquad (11.10)$$

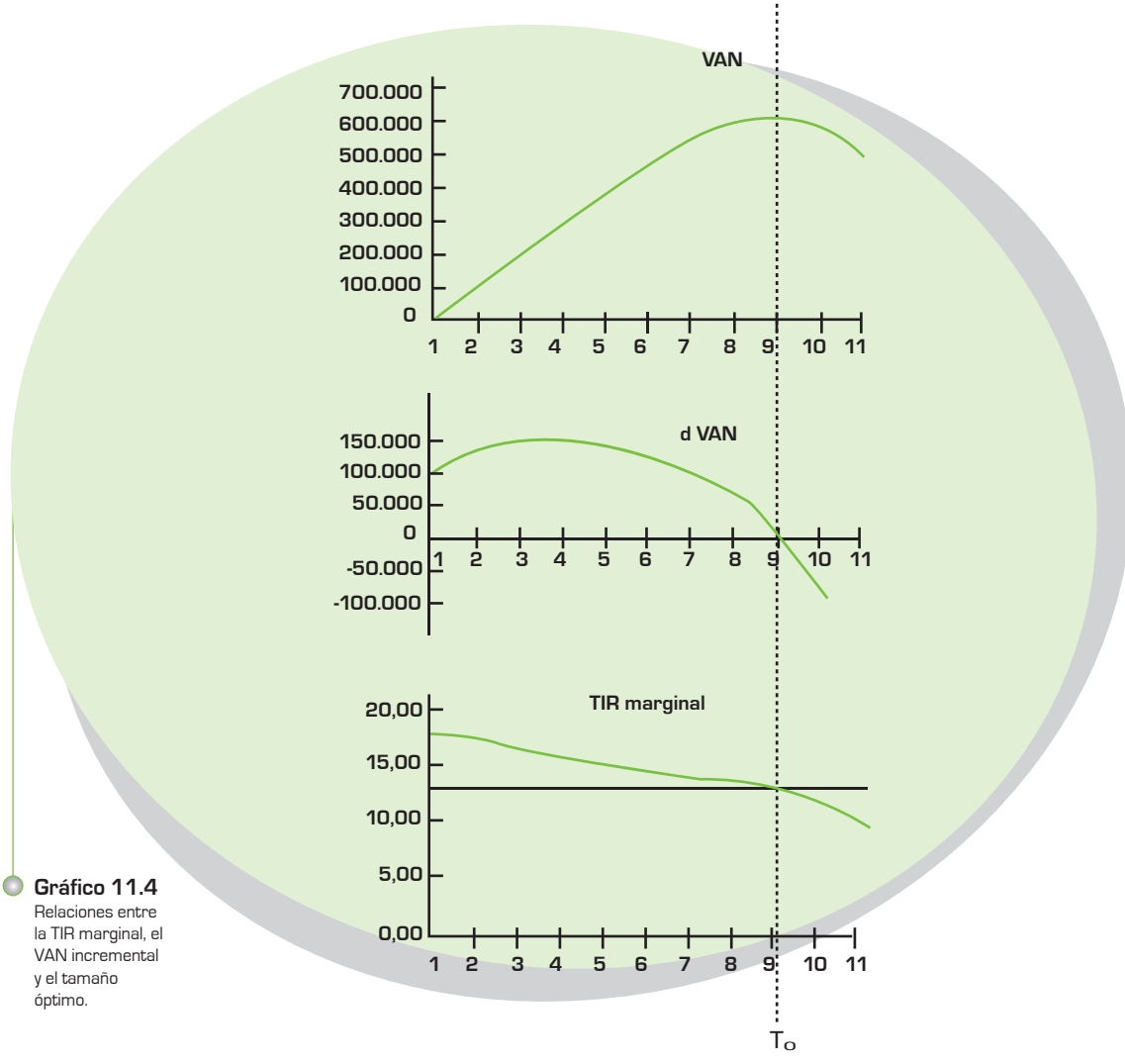


Gráfico 11.4
Relaciones entre la TIR marginal, el VAN incremental y el tamaño óptimo.

Para calcular el punto que hace igual a cero el VAN marginal, se deriva la función anterior de la siguiente forma:

$$\frac{dVAN(T)}{dT} = \sum_{t=1}^{n} \frac{\frac{dF_t(T)}{dT}}{(1+i)^t} - \frac{dI(T)}{dT} = 0 \qquad (11.11)$$

Ejemplo 11.7

En una planta de áridos se desconoce la capacidad que debe instalarse para maximizar los beneficios, dado que a mayor cantidad procesada se obtiene mayores beneficios, pero a un mayor costo de producción e inversión. Según el tamaño, la función de beneficios presentes netos se expresa según la siguiente ecuación, donde por cada metro cúbico adicional se debe invertir $1:

$$VAN(T) = -20{,}714 * T^2 + 2.733{,}3 * T + 23.821 = 0$$

Derivando respecto al tamaño y su implicancia en la inversión, se obtiene:

$$\frac{dVAN(T)}{dT} = 2 * 20{,}714 * T + 2.733{,}3 = 0$$

Despejando T se obtiene que el máximo beneficio neto se logre al invertir $65,98; es decir, se debe tener un tamaño para procesar 65,98 metros cúbicos de material, y así maximizar los beneficios del proyecto.

El mismo resultado se obtiene si se analiza el incremento de VAN que se logra con aumentos de tamaño. En el gráfico 11.4, el VAN se hace máximo en T_o, el VAN incremental es cero (el costo marginal es igual al ingreso marginal) y la TIR marginal es igual a la tasa de descuento exigida al proyecto. Aunque lo anterior puede facilitar la comprensión de alguna relación de variables y clarifica hacia dónde se debe tender en la búsqueda del tamaño óptimo, en la práctica este procedimiento pocas veces se emplea ya que, como el número de opciones posibles es limitado, resulta más simple calcular el valor actual neto de cada una de ellas y elegir el tamaño que tenga el mayor valor actual neto asociado. En los casos donde se encuentren variaciones continuas en el tamaño, como por ejemplo en un oleoducto, se pueden expresar tanto la inversión como los beneficios netos en función del tamaño y derivar la función, tal como se explicó anteriormente.

En proyectos donde los costos vinculados al tamaño aumentan a tasas crecientes pero los beneficios lo hacen a tasas decrecientes, el tamaño óptimo está dado por el punto donde los costos marginales de crecer se igualan con sus beneficios marginales.

Como se observa en el gráfico 11.5, en T_o se maximiza la diferencia entre beneficios y costos o, lo que es lo mismo, se obtiene el máximo beneficio neto.

El hecho de que los beneficios crezcan a tasas marginales decrecientes, mientras que los costos se incrementan a tasas marginalmente crecientes, determina que en algún punto los beneficios se incrementen menos que los costos.

Nótese en el gráfico que, desde el tamaño T_o hacia T_1, siempre los beneficios son mayores que los costos, haciéndose cero la diferencia en T_1. Esto indica que hasta ese punto es posible obtener utilidades, pero siempre menores que las posibles de obtener en un tamaño T_o.

De esto se concluye que el tamaño óptimo del proyecto, desde una perspectiva exclusivamente económica, se logra donde los costos marginales se igualan con los beneficios marginales y, por otra parte, que es posible optar por un tamaño superior al del punto óptimo, basado en consideraciones estratégicas de negocio, por ejemplo, y obtener utilidades, aunque inferiores a las del tamaño T_o, siempre que sea inferior al de T_1.

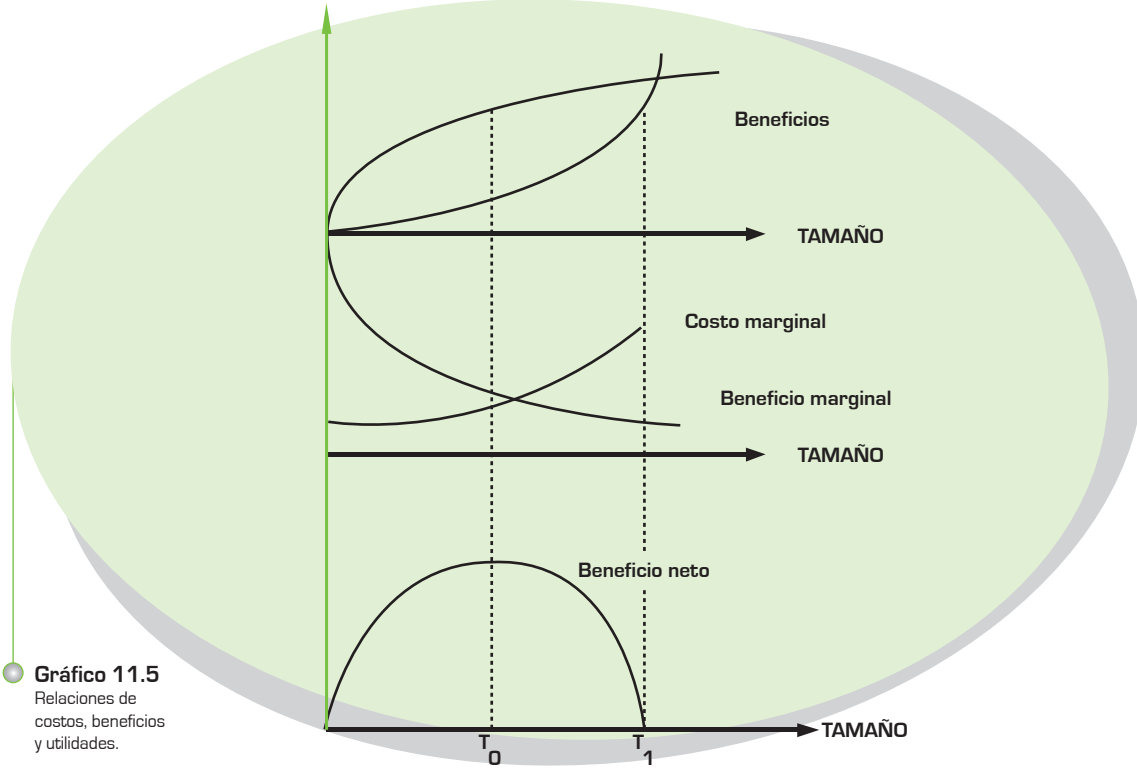


Gráfico 11.5
Relaciones de costos, beneficios y utilidades.

Las relaciones expuestas se observan claramente en el gráfico anterior, donde se muestran las vinculaciones entre costos, beneficios, costo marginal, beneficio marginal y beneficio neto.

Este último toma el valor cero cuando los costos totales son iguales a los beneficios totales.

11.2.1 Determinación del tamaño óptimo en un proyecto con demanda creciente

Al analizar las variables determinantes del tamaño del proyecto, el comportamiento futuro de la cantidad demandada tiene un fuerte impacto en la solución óptima, tanto por su incidencia en la magnitud de los costos de operación e ingresos de venta del producto como por posibles economías o deseconomías de escala insertadas en una situación dinámica en el tiempo.

Al estar en presencia de un mercado creciente, las economías de escala toman más importancia, ya que se deberá optar por definir un tamaño inicial lo suficientemente grande para que pueda responder a futuro a ese crecimiento del mercado, u otro más pequeño pero que se vaya ampliando de acuerdo con las posibilidades de las escalas de producción. El primer caso obliga a trabajar con capacidad ociosa programada, lo que puede ser una opción atractiva para la empresa frente a la segunda, que hace necesario que, además de evaluar la conveniencia de implementar el proyecto por etapas, se deba definir cuándo se debe hacer la ampliación.

Generalmente, la cantidad demandada del producto que elabora la empresa crece a tasas diferentes de las posibles de implementar para enfrentar el aumento en las capacidades de planta, lo que obliga a elegir entre dos estrategias opcionales: satisfacer la demanda con excedentes o hacerlo deficitariamente. En el primer caso se estará optando por trabajar en niveles de producción inferiores a los permitidos por la capacidad de planta, mientras que, en el segundo, por dejar de percibir beneficios que ocasionaría la opción de satisfacer toda la demanda.

El siguiente ejemplo expone el procedimiento de análisis de las diferentes opciones de tamaño frente a una demanda creciente en el tiempo.

Ejemplo 11.8

Suponga que en un proyecto se estima la siguiente proyección de demanda para los próximos diez años:

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Demanda	1.000	1.800	2.800	3.500	3.800	4.000	4.000	4.00	4.000	4.000

Para enfrentar esta demanda, existen en el mercado tres alternativas tecnológicas capaces de producir 2.000, 3.600 y 4.200 unidades anuales y que tienen un valor de $60.000, $100.000 y $120.000, respectivamente. Todos los equipos tienen una vida util real de diez años y se deprecian contablemente también en diez años. Su valor de desecho se calcula por el método contable. El precio de venta estimado para el producto que se elaboraría es de $60 por unidad para cualquier volumen de producción. La tasa de impuesto a las utilidades es de 17%. Los costos fijos y variables de cada opción son:

Opción	Costo variable ($)	Costo fijo ($)
A	44	12.000
B	48	9.500
C	46	13.000

Con la primera opción se podrá producir como máximo hasta 2.000 unidades anuales, obteniéndose el siguiente flujo de caja, donde la rentabilidad resultante para una tasa de costo de capital de 12% es de $25.582.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción		1.000	1.800	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Ingresos		60.000	108.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
Costo variable		-44.000	-79.200	-88.000	-88.000	-88.000	-88.000	-88.000	-88.000	-88.000	-88.000
Costo fijo		-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000
Depreciación		-6.000	-6.000	-6.000	-6.000	-6.000	-6.000	-6.000	-6.000	-6.000	-6.000
Utilidad		-2.000	10.800	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000
Impuesto		340	-1.836	-2.380	-2.380	-2.380	-2.380	-2.380	-2.380	-2.380	-2.380
Utilidad neta		-1.660	8.964	11.620	11.620	11.620	11.620	11.620	11.620	11.620	11.620
Depreciación		6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Inversión	-60.000										
Flujo	-60.000	4.340	14.964	17.620	17.620	17.620	17.620	17.620	17.620	17.620	17.620
VAN	25.582										

Si se optase por la segunda opción, se tendría más capacidad ociosa los primeros años, pero permitiría producir y vender más a futuro. El flujo de caja y la rentabilidad de esta opción son:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción		1.000	1.800	2.800	3.500	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600
Ingresos		60.000	108.000	168.000	210.000	216.000	216.000	216.000	216.000	216.000	216.000
Costo variable		-48.000	-86.400	-134.400	-168.000	-172.800	-172.800	-172.800	-172.800-	172.800	-172.800
Costo fijo		-9.500	-9.500	-9.500	-9.500	-9.500	-9.500	-9.500	-9.500	-9.500	-9.500
Depreciación		-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
Utilidad		-7.500	2.100	14.100	22.500	23.700	23.700	23.700	23.700	23.700	23.700
Impuesto		1.275	-357	-2.397	-3.825	-4.029	-4.029	-4.029	-4.029	-4.029	-4.029
Utilidad neta		-6.225	1.743	11.703	18.675	19.671	19.671	19.671	19.671	19.671	19.671
Depreciación		10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Inversión	-100.000										
Flujo	-100.000	3.775	11.743	21.703	28.675	29.671	29.671	29.671	29.671	29.671	29.671
VAN	23.930										

Con la tercera opción se logra atender siempre la demanda esperada. Aunque con mayor capacidad ociosa en los primeros años, la posibilidad de atender a toda la demanda la hace ser la más rentable, como se observa en el siguiente flujo de caja, para una tasa de descuento del 12%:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción		1.000	1.800	2.800	3.500	3.800	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Ingresos		60.000	108.000	168.000	210.000	228.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000
Costo variable		-46.000	-82.800	-128.800	-161.000	-174.800	-184.000	-184.000	-184.000	-184.000	-184.000
Costo fijo		-13.000	-13.000	-13.000	-13.000	-13.000	-13.000	-13.000	-13.000	-13.000	-13.000
Depreciación		-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000
Utilidad		-10.000	200	14.200	24.000	28.200	31.000	31.000	31.000	31.000	31.000
Impuesto		1.870	-34	-2.414	-4.080	-4.794	-5.270	-5.270	-5.270	-5.270	-5.270
Utilidad neta		-9.130	166	11.786	19.920	23.406	25.730	25.730	25.730	25.730	25.730
Depreciación		12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Inversión	-120.000										
Flujo	-120.000	2.870	12.166	23.786	31.920	35.406	37.730	37.730	37.730	37.730	37.730
VAN	26.742										

Aunque de las tres opciones analizadas la última es la que aporta la mayor rentabilidad, todavía quedan muchas otras opciones que se deben evaluar, como, por ejemplo, la opción de comprar la primera tecnología para los primeros años y adicionar otra similar cuando el nivel de actividad se aproxime a la demanda ya estabilizada, tal como se muestra a continuación:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción		1.000	1.800	2.000	2.000	3.800	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Ingresos		60.000	108.000	120.000	120.000	228.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000
Costo variable		-44.000	-79.200	-88.000	-88.000	-167.200	-176.000	-176.000	-176.000	-176.000	-176.000
Costo fijo		-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000
Depreciación		-6.000	-6.000	-6.000	-6.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000	-12.000
Utilidad		-2.000	10.800	14.000	14.000	36.800	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
Impuesto		340	-1.836	-2.380	-2.720	-6.256	-6.800	-6.800	-6.800	-6.800	-6.800
Utilidad neta		-1.660	8.964	11.620	11.620	30.544	33.200	33.200	33.200	33.200	33.200
Depreciación		6.000	6.000	6.000	6.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Inversión	-60.000				-60.000						
Valor de desecho											24.000
Flujo	-60.000	4.340	14.964	17.620	-42.380	42.544	45.200	45.200	45.200	45.200	69.200
VAN	65.735										

De lo anterior se deduce que, cuando se enfrenta una demanda creciente, no existe un tamaño de planta óptimo, ya que es posible definir, en la formulación del proyecto, una estrategia de crecimiento.

De acuerdo exclusivamente con consideraciones de tipo económico como las empleadas en el cálculo anterior, la opción tecnológica más conveniente es la D, por tener el mayor valor actual neto comparativo.

Como se ha mencionado reiteradamente en las páginas anteriores, estos procedimientos proporcionan, a quien deba tomar la decisión una base de información que debe ser complementada con otros antecedentes de carácter no económico como, por ejemplo, la estrategia de negocios de largo plazo de la empresa o el plan de desarrollo integrado de todas sus divisiones.

Una posibilidad más para buscar el tamaño óptimo de un proyecto es optar por invertir en dos tecnologías: una pequeña para enfrentar el volumen de operación de los primeros años y otra mayor que sustituiría a la primera, para adecuarse a los niveles de operación de los años futuros.

Con una estrategia como esta, la empresa minimiza las capacidades ociosas, aunque agrega el costo propio de un reemplazo que se hace necesario para adecuarse a nuevos niveles de producción, más que para enfrentar la obsolencia de los equipos. Sin embargo, proporciona la oportunidad de que si el proyecto no muestra resultados satisfactorios, el abandono sea menos costoso que si se debiera hacer con una tecnología mayor.

11.2.2 Determinación del tamaño óptimo de un proyecto con demanda constante

Una situación diferente de la anterior se presenta cuando se enfrenta una demanda constante. En este caso, la opción que exhiba el costo medio mínimo será la que maximice el valor actual neto, ya que se supone que los beneficios son constantes cualquiera sea la configuración tecnológica que logre satisfacer el nivel de demanda que se presume dado.

Esto se calcula por:

$$VAN\,(T_0) = \sum_{t=1}^{n} \frac{pq_0 - Co\,(T_0)}{(1+i)^t} - I_0\,(T_0) \qquad (11.12)$$

Donde p representa al precio del producto por vender, q_0 la cantidad demandada anualmente (fija y conocida), $I_0(T_0)$ la inversión requerida para el tamaño T_0 y $C_0\,(T_0)$ el costo de operación anual para el tamaño T_0.

Si se convierte la inversión en un flujo anual equivalente, CAEI (costo anual equivalente de la inversión), la ecuación anterior se transforma en:

(11.13)

$$VAN\ (T_0) = \sum_{t=1}^{n} \frac{pq_0 - Co\ (T_0) - CAEI}{(1 + i)^t}$$

Lo que se puede formular también como:

(11.14)

$$VAN\ (T_0) = q_0\left(p - \frac{CT}{q_0}\right) \sum_{t=1}^{n} \frac{1}{(1 + i)^t}$$

Donde CT es el costo total anual[8].

Dado que todos los valores son constantes y conocidos, de esta última ecuación se deduce que el máximo valor actual neto corresponde al menor costo medio (CT/q_0). Obviamente, al existir una demanda constante, la solución se logra tanto determinando el mínimo costo medio como calculando el mínimo costo total, lo que es lo mismo que obtener el menor valor actual de costos, VAC.

Ejemplo 11.9

Una empresa enfrenta una demanda constante de 4.000 unidades anuales no cubierta por trabajar a plena ocupación. Existen seis opciones de tamaño, básicas, para enfrentar un crecimiento, cuyas características son:

	1	2	3	4	5	6
Precio	100	100	100	100	100	100
Costo variable	40	40	41	39	38	38
Costo fijo	18.000	16.000	19.000	27.000	32.000	56.000
Cantidad	1.420	1.600	1.700	1.950	3.600	4.000
Inversión	300.000	320.000	370.000	400.000	450.000	1.000.000
Vida útil	6	6	6	7	9	12
Valor de desecho	60.000	62.000	70.000	80.000	54.000	68.00

[8] Donde el costo total anual resulta de:
$CT = Co\ (T_0) + CAEI$

Una forma de resolver el problema del tamaño con que debe crecer la empresa es determinando el costo anual equivalente de cada tamaño opcional. Como los ingresos, costos fijos y costos variables están expresados por año, basta calcular el valor de la anualidad de la inversión y del valor de desecho, lo que se muestra a continuación:

Tamaño	1	2	3	4	5	6
Ingreso	142.000	160.000	170.000	195.000	360.000	400.000
C. var.	-56.800	-64.000	-69.700	-76.050	-136.800	-152.000
C. fijo	-18.000	-16.000	-19.000	-27.000	-32.000	-56.000
CAE i	-68.882	-73.474	-84.955	-82.162	-78.138	-146.763
CAEvd	7.776	8.036	9.073	8.432	3.977	3.180
CAE	6.094	14.561	5.418	18.220	117.038	48.417

Mediante comparación de los CAE convendría claramente la opción 5. Nótese que para atender la demanda de 4.000 unidades también se deberían evaluar las posibilidades de combinar opciones como, por ejemplo, dos máquinas de tamaño 2 o una máquina 4 con otra 2, etc.

A la misma decisión conduce la ecuación 11.14, donde reemplazando se obtiene, por ejemplo para el tamaño 5, lo siguiente:

$$VAN_{T(5)} = 3.600 \left(100 - \frac{242.962}{3.600}\right) \sum_{t=1}^{9} \frac{1}{(1 + 0{,}1)^t} = 674.027$$

Aplicando la ecuación a los restantes tamaños, se obtienen los siguientes VAN:

Tamaño	1	2	3	4	6
VAN	26.542	63.418	23.596	88.704	329.896

11.3 Selección óptima de proyectos con racionamiento de recursos

Cuando los recursos disponibles no son suficientes para poder invertir en todos aquellos proyectos que muestran un valor actual neto igual o mayor que cero, se está en presencia de lo que se denomina *racionamiento de capital*. Frente a restricciones presupuestarias para aceptar todos los proyectos elegibles, se deberá optar por aquella combinatoria de proyectos que maximice la rentabilidad de la inversión conjunta para la empresa.

Como se expuso anteriormente, existen variadas formas para elaborar los indicadores de rentabilidad de cada proyecto individual. Cuando se busca determinar la combinatoria óptima de proyectos, dada una restricción de recursos para invertir en todos ellos a la vez, debe elaborarse un ranking (u ordenamiento) de proyectos que jerarquice las inversiones en función de los indicadores relevantes de rentabilidad.

Ejemplo 11.10

Una empresa ha identificado los siguientes siete proyectos cuyos flujos de caja se resumen en la tabla 11.4.

	A	B	C	D	E	F	G
0	-1.000	-300	-1.500	-800	-1.600	-2.200	-400
1	300	120	350	180	450	540	100
2	300	120	350	180	450	540	100
3	300	120	350	180	450	540	100
4	300	120	350	180	450	540	100
5	300	120	350	180	450	540	100
6	300		350	180	450	540	100
7			350	180			100
8			350				100

Tabla 11.4
Flujos de caja de los proyectos.

Al calcular los indicadores tradicionales de rentabilidad, se obtienen los resultados de la tabla 11.5, a una tasa de costo de capital que se supondrá del 10% real anual.

	A	B	C	D	E	F	G
VAN	307	155	367	76	360	152	133
TIR	19,9%	28,6%	16,4%	12,8%	17,4%	12,3%	18,6%
VAE	70	41	69	16	83	35	25
VAN (∞)	704	409	688	157	826	349	250

Tabla 11.5
Resultados de los indicadores de rentabilidad.

Una forma de jerarquizar proyectos se obtiene de la *curva de demanda por inversión*, la que los ordena de mayor a menor tasa interna de retorno. De acuerdo con los antecedentes del ejemplo, esto correspondería al ordenamiento o ranking que se muestra en la tabla 11.6.

Proyecto	TIR	Inversión
B	28,6%	300
A	19,9%	1.000
G	18,6%	400
E	17,4%	1.600
C	16,4%	1.500
D	12,8%	800
F	12,3%	2.200

Tabla 11.6
Ranking de proyectos según TIR.

Debido a que todas las inversiones fueron definidas como proyectos elegibles, o sea que tienen un VAN mayor o igual que cero, todos ellos exhiben una TIR igual o superior a la tasa mínima del 10% de retorno exigida por la empresa.

Si, por ejemplo, el presupuesto disponible fuese de $4.800, se seleccionan por este criterio los proyectos B, A, G, E y C (en este mismo orden). Es decir, se seleccionan los proyectos de mayor a menor TIR hasta que se agote el presupuesto disponible para inversiones de capital.

Nótese que si el presupuesto fuese sólo de $3.300, quedaría fuera del grupo seleccionado el proyecto C, a pesar de ser el que exhibe el mayor VAN.

Lo anterior se explica porque lo que se busca, en definitiva, es priorizar los proyectos en función de cuánto VAN aportan por cada dólar invertido en ellos. En otras palabras, no importa el VAN particular de cada proyecto, sino la combinatoria de proyectos que posibilita, frente al total de los recursos disponibles para la inversión, obtener el máximo VAN conjunto.

La suma de los VAN de los cinco proyectos seleccionados corresponde al máximo valor posible de obtener de los VAN sumados de todas las combinaciones posibles de proyectos, dada una restricción presupuestaria de $4.800[9].

La tabla 11.7 muestra el resultado de sumar los valores actuales netos de las 88 combinaciones de proyectos susceptibles de ser implementadas, de un total de 127, por tener requerimientos de inversión inferiores o iguales al presupuesto disponible.

Como se puede observar, la sumatoria de los valores actuales netos de las distintas combinatorias se hace máxima con los proyectos A, B, C, E y G, tal como se dedujo del ordenamiento jerárquico basado en comparaciones de las TIR[10] de los proyectos. Sin embargo, como se verá más adelante, esta coincidencia no se da en todos los proyectos, modificándose la selección de aquéllos que se encuentran en el margen de los menos deseables.

Una solución fácil, rápida y muy simple a este problema se logra mediante la aplicación de una función como **Solver** de la planilla electrónica Excel.

La hoja de trabajo tendrá seis columnas, correspondiendo las tres primeras a la información del problema: una (A) con la identificación del proyecto, otra (B) con el monto requerido de inversión de cada uno y la última (C) con el VAN individual calculado para cada inversión. Las otras tres columnas formarán parte de la hoja de cálculo: (D) para los valores que el programa modificará para obtener la solución óptima; (E) para reflejar el producto de las columnas B y D y la última para expresar el producto de C y D. En la columna D se anotarán sólo valores 1 para que la solución óptima los modifique asignando valor (0) al proyecto rechazado y 1 al aceptado, tal como se muestra en la figura 11.4, en lo que se observa que hacer todos los proyectos demandaría recursos por $7.800 para invertir, con lo que se lograría un VAN acumulado de $1.550,21.

---

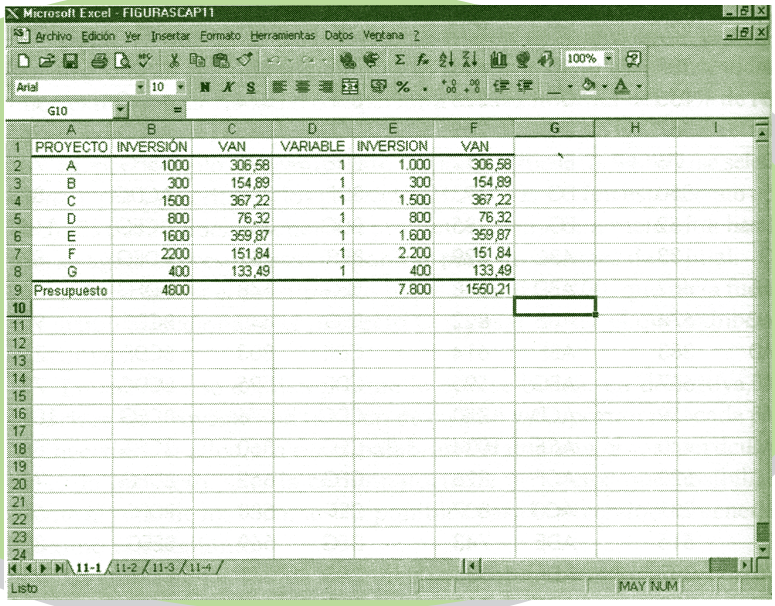
9 La cantidad de combinaciones posibles está dada por la expresión $2^n - 1$ que, en este caso, corresponde a $127 = 2^7 - 1$.

10 El método de comparar las TIR tiene, por su simplicidad, una gran aceptación. Si bien en el margen tiene problemas cuando la sumatoria de las inversiones no coincide con el presupuesto disponible, se ha determinado, en una serie de pruebas simuladas, que permite resultados muy similares a los de una selección óptima. Así lo demuestra el ejemplo que se utilizó en este texto.

Cp	VAN	Cp	VAN	Cp	VAN	Cp	VAN
A	307	DE	436	BCE	882	ABDF	690
B	155	DF	228	BCF	674	ABDG	671
C	367	DG	209	BCG	655	ABEG	955
D	76	EF	512	BDE	591	ABFG	747
E	360	EG	493	BDF	383	ACDG	883
F	152	FG	285	BDG	364	ACEG	1,167
G	133	ABC	829	BEF	667	ADEG	876
AB	462	ABD	538	BEG	648	ADFG	668
AC	674	ABE	822	BFG	440	BCDE	958
AD	383	ABF	614	CDE	803	BCDF	750
AE	667	ABG	595	CDF	595	BCDG	731
AF	459	ACD	750	CDG	576	BCEG	1,015
AG	440	ACE	1,034	CEG	860	BCFG	807
BC	522	ACF	826	CFG	652	BDEG	724
BD	231	ACG	807	DEF	588	BDFG	516
BE	515	ADE	743	DEG	569	BEFG	800
BF	307	ADF	535	DFG	361	CDEG	936
BG	288	ADG	516	EFG	645	ABCDG	1,038
CD	443	AEF	819	ABCD	905	ABCEG	1,322
CE	727	AEG	800	ABCE	1,189	ABDEG	1,031
CF	519	AFG	592	ABCG	962	ABDFG	823
CG	500	BCD	598	ABDE	898	BCDEG	1,092

Tabla 11.7
Valor actual acumulado de las combinatorias de proyectos.

La herramienta **Solver** buscará la combinatoria que haga máxima la sumatoria de los VAN para una restricción de recursos de $.4.800. Para ello, se ejecuta el mandato **Herramientas/Solver**, apareciendo en pantalla el cuadro de diálogo denominado **Parámetros de Solver** que se muestra en la figura 11.5.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	PROYECTO	INVERSIÓN	VAN	VARIABLE	INVERSION	VAN			
2	A	1000	306,58	1	1.000	306,58			
3	B	300	154,89	1	300	154,89			
4	C	1500	367,22	1	1.500	367,22			
5	D	800	76,32	1	800	76,32			
6	E	1600	359,87	1	1.600	359,87			
7	F	2200	151,84	1	2.200	151,84			
8	G	400	133,49	1	400	133,49			
9	Presupuesto	4600			7.800	1560,21			
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									

Figura 11.4
Hoja de cálculo Solver para seleccionar la combinatoria óptima de proyectos.

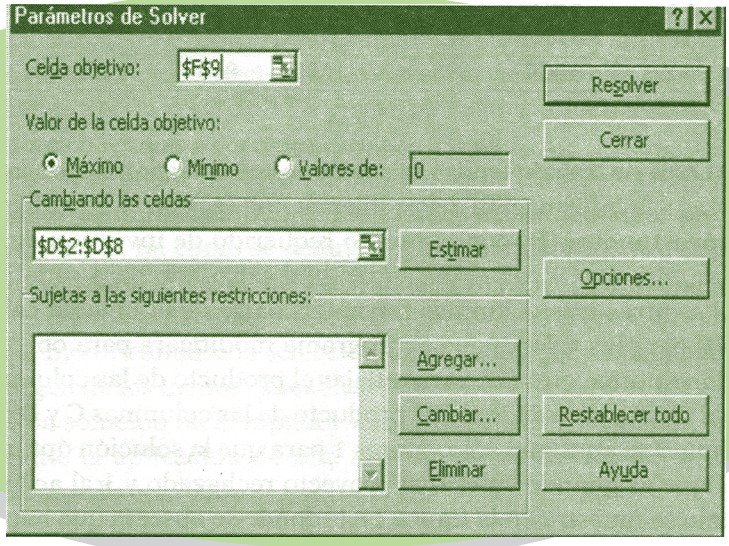


Figura 11.5
Cuadro de diálogo Parámetros de **Solver**.

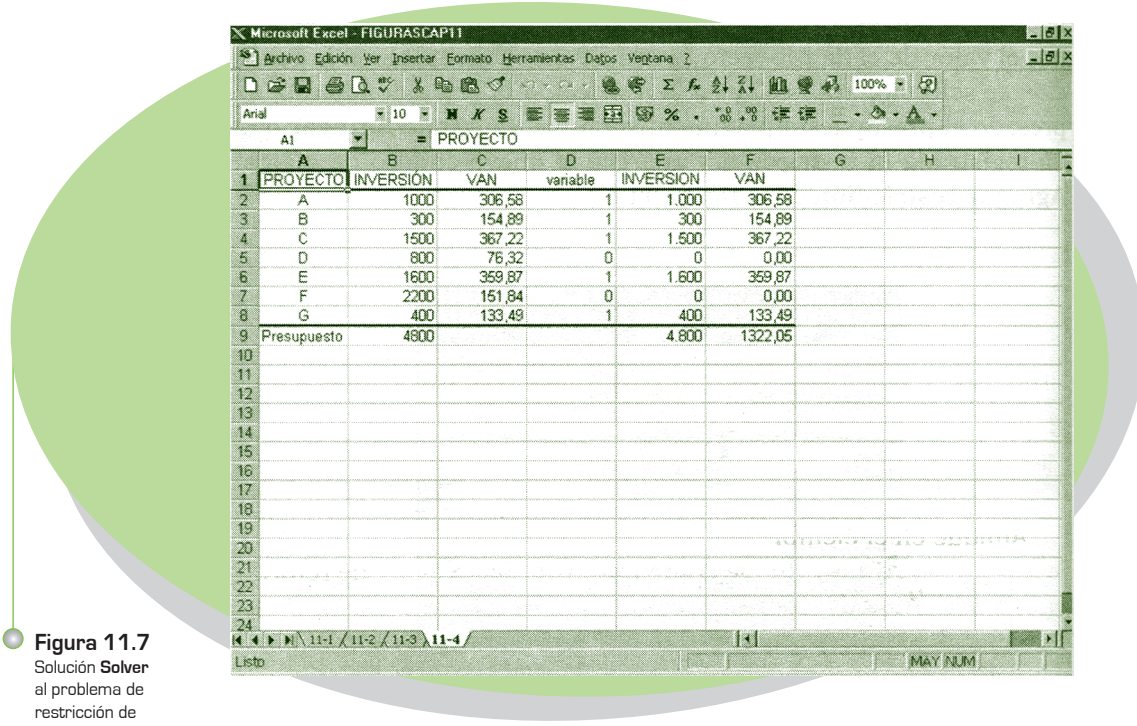
En **Celda objetivo** se anotará la celda que hay que optimizar (la suma de la combinatoria de valores actuales netos); en **Valor de la celda objetivo** se seleccionará la opción **Máximo** (se busca maximizar la suma de los VAN); en **Cambiando las celdas** se seleccionará la columna que contiene los valores que el programa deberá modificar para obtener la solución óptima y en **Sujetas a las siguientes restricciones** se incluirán las condiciones exigidas a la solución. Para esto se deberá pulsar el botón **Agregar**, con la cual aparecerá el cuadro de diálogo **Agregar restricción**. En **Referencia de la celda** se anotará la celda donde está registrada la suma del producto de la inversión por el valor de cada proyecto (celda E9 en el ejemplo). En la **Condición** se seleccionará "<=" y en la restricción la celda donde está expresado el presupuesto máximo disponible. Pulsando **Agregar** queda registrada la restricción y aparece el nuevo cuadro de diálogo **Agregar restricción** de la figura 11.6.



Figura 11.6
Cuadro de diálogo Agregar restricción.

Repitiendo el proceso, se agrega la segunda restricción. Es decir se ingresa en **Referencia de la celda** el rango de valores que se modificará para buscar el óptimo y se elige la **Condición** "bin". Pulsado el botón **Aceptar** se regresa a **Parámetros Solver**.

Pulsando los botones **Aceptar/Resolver/Aceptar**, el programa selecciona la combinatoria óptima de proyectos, expresando con valor 0 a los proyectos rechazados, tal como se muestra en la figura 11.7.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	PROYECTO	INVERSIÓN	VAN	variable	INVERSION	VAN			
2	A	1000	306,58	1	1.000	306,58			
3	B	300	154,89	1	300	154,89			
4	C	1500	367,22	1	1.500	367,22			
5	D	800	76,32	0	0	0,00			
6	E	1600	359,87	1	1.600	359,87			
7	F	2200	151,84	0	0	0,00			
8	G	400	133,49	1	400	133,49			
9	Presupuesto	4800			4.800	1322,05			

Figura 11.7
Solución **Solver** al problema de restricción de recursos.

Como se puede observar en la figura 11.7, el programa eliminará en forma automática los proyectos D y F, entregando una solución final idéntica a la obtenida al aplicar el procedimiento anterior.

Un instrumento opcional para determinar qué proyectos seleccionar cuando no hay recursos suficientes para implementarlos a todos es el *índice de valor actual neto* (IVAN), que calcula cuánto (=VAN) aporta cada dólar invertido individualmente en cada proyecto, lo que se calcula así:

$$IVAN_j = \frac{VAN_j}{I_{0j}} \qquad (11.15)$$

Donde $IVAN_j$ es el índice de valor actual neto del proyecto j, VAN_j es valor actual neto del proyecto j e I_{0j} es la inversión requerida por el proyecto j en el momento cero.

El $IVAN_j$ es una aplicación particular del método general propuesto por Senju y Toyada[11], que busca asignar óptimamente recursos insuficientes a proyectos que son indivisibles y que muestran una rentabilidad atractiva para la empresa.

De acuerdo con los antecedentes del ejemplo, se puede jerarquizar los proyectos por IVAN de la siguiente manera:

Proyecto	IVAN
B	0,52
G	0,33
A	0,31
C	0,24
E	0,23
D	0,10
F	0,07

Aunque en el ejemplo se excluirían los proyectos D y F tanto siguiendo el procedimiento de comparar las tasas internas de retorno como los índices de valor actual neto de los proyectos, se observa que el ordenamiento no es el mismo por ambos métodos, por lo que se podrían concluir combinatorias diferentes de los resultados de cada uno de ellos.

El ordenamiento basado en la comparación de los IVAN tiene la ventaja, sobre la comparación por TIR, de que privilegia el aporte al VAN total de la combinatoria de proyectos por cada dólar invertido en soluciones múltiples cuando el proyecto presenta flujos de caja con más de un cambio de signo. Una ventaja más del IVAN es que permite evaluar cada proyecto con tasas de descuento distintas entre ellos, con la finalidad de que se considere la posibilidad cierta de que las inversiones tengan riesgos distintos.

Por otra parte, un ordenamiento por VAN, VAE o VAN(∞) tendría el error de considerar la rentabilidad absoluta entre proyectos, independientemente de cuánto VAN aporta cada uno por dólar asignado a su inversión.

[11] SENJU, S. y. TOYADA Y. "An approach to lineal programming eith *0- 1 variables". En: *Management Science*, vol. 15, num 4. pp. 196-207,1968.

El ordenamiento de proyectos por comparación de los IVAN o las TIR no es válido en los proyectos que se encuentran en el margen, cuando la sumatoria de sus inversiones no coincide con el presupuesto disponible. En este caso, queda un remanente presupuestario inferior a la cuantía de la inversión requerida para desarrollar el proyecto siguiente del ordenamiento.

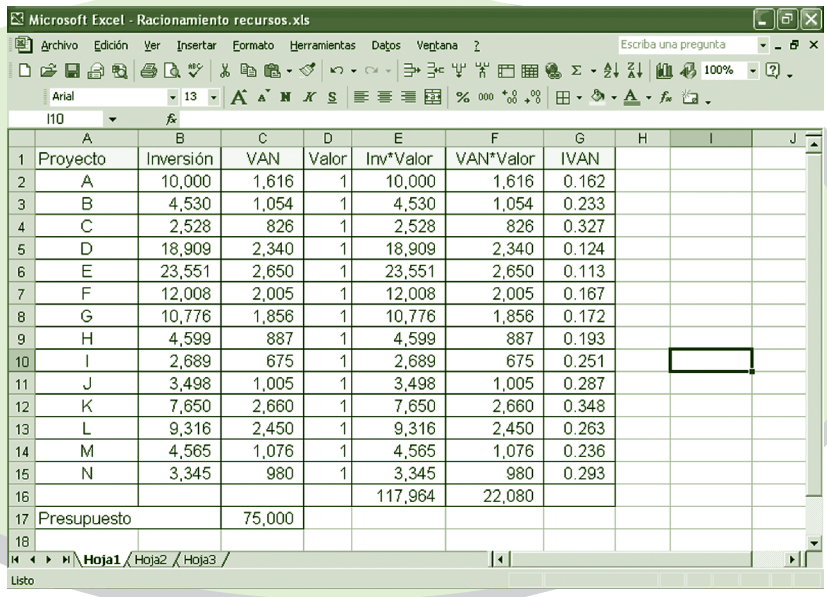
En una situación como esta, se podría lograr una combinatoria mejor si se utilizan todos los recursos disponibles, en vez de dejarlos ociosos, sustituyendo proyectos que tienen un mejor indicador, por otros, que siendo inferiores, posibilitan utilizar una mayor cantidad de los recursos disponibles.

Esto sucede porque se supone que los recursos disponibles no invertidos en estos proyectos pueden destinarse a otros fines que le retornarán a la empresa una rentabilidad equivalente al costo de capital. En otras palabras, el VAN de la inversión ociosa será igual a cero, ya que genera una rentabilidad equivalente a la tasa que se utiliza para actualizar los flujos.

En conclusión se puede afirmar que el IVAN, no logra superar al procedimiento de analizar todas las combinatorias posibles, como lo permite la función **Solver** del Excel®.

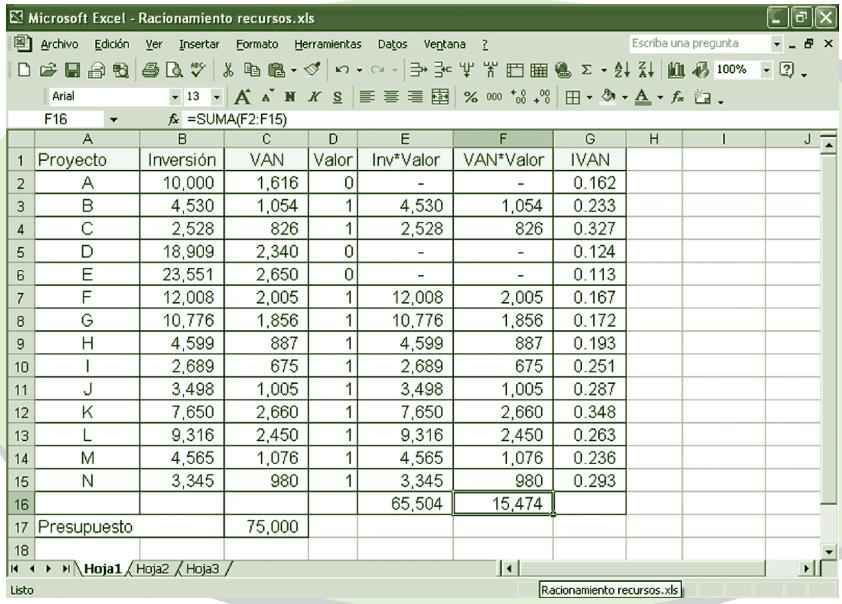
Ejemplo 11.11

Considere los siguientes 14 proyectos con su respectivo IVAN y con una restricción de recursos de $75.000.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Proyecto	Inversión	VAN	Valor	Inv*Valor	VAN*Valor	IVAN			
2	A	10,000	1,616	1	10,000	1,616	0.162			
3	B	4,530	1,054	1	4,530	1,054	0.233			
4	C	2,528	826	1	2,528	826	0.327			
5	D	18,909	2,340	1	18,909	2,340	0.124			
6	E	23,551	2,650	1	23,551	2,650	0.113			
7	F	12,008	2,005	1	12,008	2,005	0.167			
8	G	10,776	1,856	1	10,776	1,856	0.172			
9	H	4,599	887	1	4,599	887	0.193			
10	I	2,689	675	1	2,689	675	0.251			
11	J	3,498	1,005	1	3,498	1,005	0.287			
12	K	7,650	2,660	1	7,650	2,660	0.348			
13	L	9,316	2,450	1	9,316	2,450	0.263			
14	M	4,565	1,076	1	4,565	1,076	0.236			
15	N	3,345	980	1	3,345	980	0.293			
16					117,964	22,080				
17	Presupuesto		75,000							
18										

Si se eliminan los proyectos que exhiben un menor IVAN, se observa que la solución propuesta permite obtener un VAN acumulado de $15.474, tal como se muestra en la figura siguiente:



Microsoft Excel - Racionamiento recursos.xls

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ?

Escriba una pregunta

Arial 13

F16 =SUMA(F2:F15)

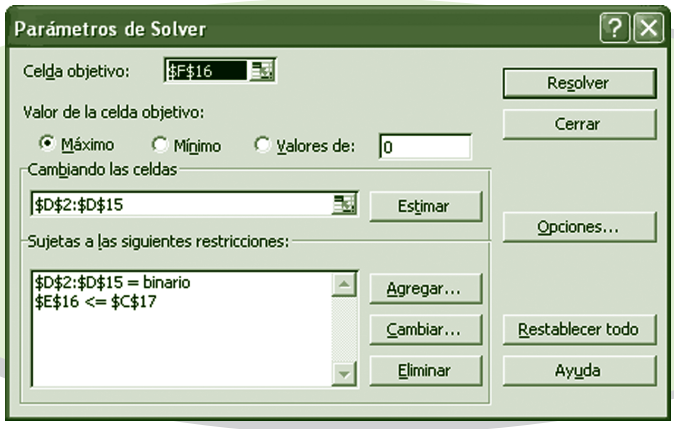
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Proyecto	Inversión	VAN	Valor	Inv*Valor	VAN*Valor	IVAN			
2	A	10,000	1,616	0	-	-	0.162			
3	B	4,530	1,054	1	4,530	1,054	0.233			
4	C	2,528	826	1	2,528	826	0.327			
5	D	18,909	2,340	0	-	-	0.124			
6	E	23,551	2,650	0	-	-	0.113			
7	F	12,008	2,005	1	12,008	2,005	0.167			
8	G	10,776	1,856	1	10,776	1,856	0.172			
9	H	4,599	887	1	4,599	887	0.193			
10	I	2,689	675	1	2,689	675	0.251			
11	J	3,498	1,005	1	3,498	1,005	0.287			
12	K	7,650	2,660	1	7,650	2,660	0.348			
13	L	9,316	2,450	1	9,316	2,450	0.263			
14	M	4,565	1,076	1	4,565	1,076	0.236			
15	N	3,345	980	1	3,345	980	0.293			
16					65,504	15,474				
17	Presupuesto		75,000							
18										

Hoja1 Hoja2 Hoja3

Listo

Racionamiento recursos.xls

Esta solución, sin embargo, deja sin usar $9.496. Para buscar la solución óptima se recurrirá a la función **Solver** del Excel. Para ello, debe considerarse que catorce proyectos tienen más de 16.000 combinatorias y que el **Solver** está programado para hacer sólo 100 iteraciones. Por tal motivo, después de dar las instrucciones en el cuadro de diálogo **Parámetros** de **Solver** debe pulsarse **Opciones**, para cambiar la cantidad de iteraciones.



Parámetros de Solver

Celda objetivo: $F$16

Resolver

Cerrar

Valor de la celda objetivo:

Máximo Mínimo Valores de: 0

Cambiando las celdas:

$D$2:$D$15

Estimar

Opciones...

Sujetas a las siguientes restricciones:

$D$2:$D$15 = binario
$E$16 <= $C$17

Agregar...

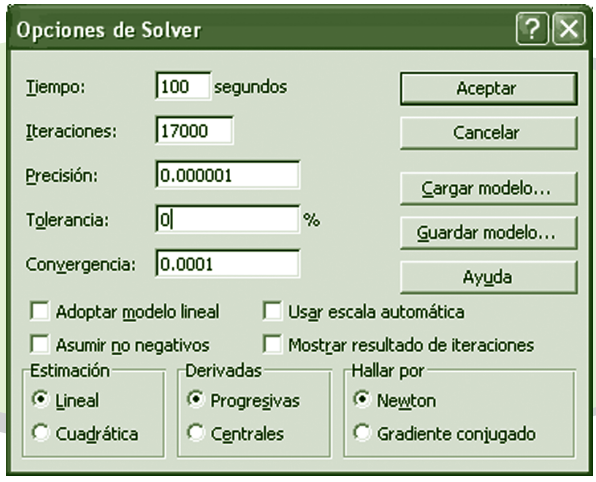
Cambiar...

Restablecer todo

Eliminar

Ayuda

En el cuadro de dialogo **Opciones** de **Solver** se anota 17.000 en la celda **Iteraciones** y 0 (cero) en la celda **Tolerancia**.



Marcando **Aceptar** en el cuadro de diálogo **Opciones de Solver** y **Resolver** en **Parámetros de Solver**, se obtiene la siguiente solución, que es la óptima:

Microsoft Excel - Racionamiento recursos.xls

F16 =SUMA(F2:F15)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Proyecto	Inversión	VAN	Valor	Inv*Valor	VAN*Valor	IVAN			
2	A	10,000	1,616	1	10,000	1,616	0.162			
3	B	4,530	1,054	1	4,530	1,054	0.233			
4	C	2,528	826	1	2,528	826	0.327			
5	D	18,909	2,340	0	-	-	0.124			
6	E	23,551	2,650	0	-	-	0.113			
7	F	12,008	2,005	1	12,008	2,005	0.167			
8	G	10,776	1,856	1	10,776	1,856	0.172			
9	H	4,599	887	1	4,599	887	0.193			
10	I	2,689	675	0	-	-	0.251			
11	J	3,498	1,005	1	3,498	1,005	0.287			
12	K	7,650	2,660	1	7,650	2,660	0.348			
13	L	9,316	2,450	1	9,316	2,450	0.263			
14	M	4,565	1,076	1	4,565	1,076	0.236			
15	N	3,345	980	1	3,345	980	0.293			
16					72,815	16,415				
17	Presupuesto		75,000							
18										

Hoja1 Hoja2 Hoja3

Listo

Preguntas y problemas

11.1 Explique el concepto de *rentabilidad inmediata* y señale en qué casos puede o no utilizarse.

11.2 Determine el año en que debe hacerse una inversión de $100.000, si los flujos de caja estimados son independientes del momento en que se implemente, si la tasa exigida es del 11% y la proyección de flujos de caja como sigue:

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Flujo	7.650	8.340	9.908	11.315	13.400	15.200	18.004	20.980	23.051	26.993

11.3 Enuncie las situaciones que se pueden encontrar al determinar la oportunidad de reemplazar un activo.

11.4 Explique en qué consiste el cálculo del *costo anual equivalente* para comparar proyectos y señale en qué casos se puede aplicar, si las opciones que se estudian tienen distinta vida útil.

11.5 "Al calcular el *costo anual equivalente* de dos alternativas tecnológicas, no se debe incluir el valor de desecho por ser un beneficio del proyecto". Comente.

11.6 Determine el momento óptimo de sustituir un activo por otro igual si se conoce la siguiente información:

Valor de adquisición	$10.000
Costo total primer año	$3.000
Tasa de crecimiento anual de los costos	$y = 120e^{0,085}$
Tasa de disminución anual del valor de desecho	$y = 7,5x^2 - 172,5x + 1.165$

11.7 Comente la siguiente afirmación: "Si el *costo anual equivalente* de una nueva tecnología es más bajo que el *costo anual equivalente* de la que existe en la empresa, debe recomendarse su inmediata sustitución".

11.8 Explique económicamente por qué puede justificarse no sustituir una tecnología de alto *costo anual equivalente* por otra de bajo *costo anual equivalente*.

11.9 Una empresa debe decidir cuál de las siguientes tecnologías comprar si la decisión no fuese posteriormente reversible.

	T1	T2	T3
Inversión	120.000	90.000	100.000
Costo año 1	18.000	24.000	22.000
Tasa de crecimiento de los costos	Y=400+80x	Y=300+110x	Y=200+90x
Tasa de disminución del v. desecho	10% anual	8% anual	6% anual

11.10 Enuncie las variables más importantes que condicionan el momento de abandonar o liquidar una inversión.

11.11 Explique en qué consisten y en qué se diferencian los modelos de *Fischer*, *Faustmann* y *Boulding* para determinar el momento de liquidar un proyecto.

11.12 Una empresa forestal busca determinar en qué momento le conviene cortar los árboles que plantó hace algunos años. Hoy podría venderlos, aun en etapa de crecimiento, en $400.000 y utilizar los recursos en otras inversiones comparables que tienen una tasa de retorno del 12% anual. Si continúa con el bosque, se proyecta un crecimiento de su valor anual como se muestra a continuación:

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Variación		16,1%	13,5%	10,4%	7,7%	4,1%	2,0%	0,3%	0	0	0

11.13 ¿En qué se diferencia el análisis del momento óptimo de liquidar un proyecto forestal de uno ganadero?

11.14 ¿Qué variables determinan el tamaño óptimo de un proyecto?

11.15 Analice las relaciones entre la TIR marginal y el VAN incremental para explicar el tamaño óptimo de un proyecto.

11.16 ¿Cómo se determina el tamaño óptimo cuando los costos vinculados a él aumentan a tasas crecientes y los beneficios a tasas decrecientes?

11.17 ¿Cuáles son las variables que se deben considerar en la determinación del tamaño óptimo en un proyecto con demanda creciente?

11.18 El estudio de mercado que realizó una empresa concluyó en que las unidades vendidas ($30*1.600 unidades) podrían crecer a una tasa del 10% anual en los próximos cinco años. Evalúe la conveniencia de cada una de las tres alternativas tecnológicas cuya capacidad de producción y costos se indican en la tabla siguiente:

Tecnología	Inversión ($)	Capacidad producción	Costo fijo($)	Costo variable
A	60.000	1.700 u/año	18.000	12
B	67.000	2.000 u/año	22.000	10
C	81.000	2.500 u/año	24.000	8

Considere una tasa de retorno del 10% anual y que se puede comprar cualquier cantidad, pero sólo de una tecnología.

11.19 "Al analizar las alternativas tecnológicas para enfrentar un proyecto con demanda creciente, debe elegirse la que tenga el mayor VAN". Comente.

11.20 Comente la siguiente afirmación: "Es frecuente que las empresas elijan una opción tecnológica pequeña y programen su sustitución o agregación para enfrentar una demanda creciente, aun cuando su VAN sea inferior al de la opción de comprar una tecnología mayor y que trabaje con capacidad ociosa inicial".

11.21 Explique la principal diferencia en el análisis de la determinación del tamaño óptimo entre proyectos con demanda constante y con demanda creciente.

11.22 Una empresa ha identificado los siguientes cinco proyectos con los flujos de caja que se indican a continuación:

	P1	P2	P3	P4	P5
0	-10.000	-4.000	-22.000	-3.000	-15.000
1	4.000	2.000	5.200	1.100	3.500
2	4.000	2.000	5.200	1.100	3.500
3	4.000	2.000	5.200	1.100	3.500
4	4.000	2.000	5.200	1.100	3.500
5	4.000		5.200	1.100	3.500
6	4.000		5.200		3.500
7					3.500
8					3.500

Considerando una tasa de descuento de un 10%, jerarquice los proyectos de acuerdo con los modelos expuestos en el capítulo.

11.23 Seleccione la combinatoria de proyectos que haga máxima la suma de sus VAN, si existe una restricción de capital de $68.000, y si la inversión y el VAN de cada proyecto son los siguientes:

Proyecto	Inversión	VAN
P1	10.050	3.622
P2	6.008	2.806
P3	32.875	19.058
P4	14.099	6.200
P5	5.549	1.120
P6	16.120	3.714
P7	21.544	5.430
P8	4.103	992
P9	7.558	1.845
P10	11.087	2.591

11.24 ¿Qué ventajas ofrece el indicador IVAN respecto de otros para determinar la combinatoria óptima de proyectos cuando existen restricciones de recursos? ¿Es siempre el método más confiable?

Bibliografía

BIERMAN, H y S. SMIDT. *The Capital Budgeting Decision; Economic Analysis of Investment Project*. Macmillan, New York, 1993.

BREALEY, R. y S. MYERS. *Fundamentos de financiación empresarial*. McGraw-Hill, Madrid, 1993.

CANADA, J. y otros. *Análisis de la inversión de capital para ingeniería y administración*. Prentice-Hall Hispanoamericano, S. A., México, 1997.

EPPEN G.D. y otros. *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa*, Prentice-Hall Hispanoamericana S.A., México, 1997.

FONCREI. *Manual para la formulación y evaluación de proyectos.* http:///www.foncrei.org.ve/manuales/manind.htm, 1995.

GUTIÉRREZ, H. *Evaluación de proyectos ante certidumbre*. CIADE, Universidad de Chile, Santiago, 1994.

ROSS, S., R. WESTERFIELD y J. BRADFORD. *Fundamentos de finanzas corporativas*. Irwin, Madrid, 1993.

SENJU, S. y. TOYADA. "An approach to lineal programming eith *0-1 variables". En: *Management Science*, vol. 15, num. 4, 1968.

VÉLEZ, I. *Decisiones de inversión: una aproximación al análisis de alternativas*. Centro Editorial Javeriano, Santafé de Bogotá, 1998.

CAPÍTULO

12

Outsourcing, reemplazo, ampliación, abandono e internalización

El objetivo de este capítulo es analizar las particularidades de los proyectos de inversión que son posibles de identificar en empresas en marcha: *outsourcing*, reemplazo, ampliación, internalización y abandono, así como las principales variaciones que son susceptibles de observación en cada uno de ellos.

Aunque la estructura general para la preparación de los flujos de caja y posterior evaluación y sensibilización de los resultados puede ser la misma para los cinco tipos de proyectos individualizados, hay particularidades que obligan a una consideración diferenciada de cada uno de ellos para poder, primero, formular correctamente sus costos y beneficios y, segundo, medir e interpretar correctamente los resultados del cálculo de su rentabilidad y su sensibilización.

12.1 Proyectos de *outsourcing*

Los proyectos de *outsourcing* son, quizás, los que exhiben un mayor desarrollo en los últimos años dentro de las opciones de inversión en mejora que buscan las empresas para optimizar la rentabilidad de su gestión. Esto se explica por las claras ventajas que se han podido observar en aquellas instituciones que han externalizado parte de sus actividades. Entre las principales ventajas, se pueden mencionar las siguientes:

a. concentrar los esfuerzos de la empresa en desarrollar la actividad de su giro principal;
b. compartir el riesgo de las inversiones con el proveedor externo;
c. liberar recursos que pueden ser utilizados en otras actividades más rentables;
d. generar entradas de capital por la eventual venta de activos que dejan de ocupar;
e. mejorar la eficiencia al traspasar la ejecución de actividades especializadas a expertos;
f. acceder a tecnologías de punta sin tener que realizar inversiones frecuentes en modernizarse; y
g. suplir insuficiencias de capacidad de servicios para apoyar las estrategias de crecimiento.

La especialización de actividades generalmente se asocia con el aumento de eficiencia en los procesos y de eficacia en los resultados, al permitir reducir la distracción de recursos en operaciones de procedimientos a veces simples, como algunos mantenimientos de activos, y concentrarlos en las actividades principales de la misión corporativa. Al externalizar, la empresa reduce la cantidad de procesos internos, lo que le posibilitirá concentrar sus esfuerzos en la optimización de las actividades que continúa desarrollando. Al focalizar el trabajo en menos cantidad de tareas, puede también aumentar la rapidez, precisión y calidad de los procesos.

La posibilidad de compartir el riesgo de la inversión con terceros es especialmente importante cuando una parte del proceso está inserto en un sector cuya tecnología es altamente cambiante. Por ejemplo, importantes editoriales de nivel mundial han preferido concentrar sus esfuerzos en el trabajo editorial (identificación de requerimientos de textos, búsqueda del autor más calificado para emprender el proyecto, distribución y venta), haciendo *outsourcing* de la impresión de los libros. De esta forma, la fuerte velocidad de cambio que se observa en la tecnología de impresión deja de ser una preocupación de la empresa, obligando a que sean los proveedores de servicios quienes enfrenten estas renovaciones si quieren seguir siendo competitivos. Al quedar obsoleta rápidamente una tecnología, la empresa editora sólo cambia al proveedor del servicio si este no es capaz de adecuar su oferta a la modernidad permanente del sector.

Aunque en muchos casos hacer un *outsourcing* puede ocasionar mayores costos que los que tendría la empresa si continúa con el desarrollo del proceso internamente, la decisión de externalizar podría justificarse por permitir la liberación de recursos que pueden ser utilizados en actividades más rentable. Generalmente, un *outsourcing* deja a determinados recursos, como terrenos, galpones, vehículos o personal, disponibles para destinarlos a incrementar la eficacia de otros procesos al interior de la empresa. Es así como un proyecto de ampliación de una línea de productos muy rentable puede ser financiada mediante la disminución de requerimientos de capital para los activos y recursos que un *outsourcing* pueda liberar. La optimización del uso de los recursos que

el evaluador de proyectos debe buscar permanentemente en la empresa lo obliga a estudiar aquellas opciones para los proyectos rentables existentes que pudieran hacer aun más rentables los recursos invertidos por la empresa.

De igual forma, la externalización permite liberar recursos de capital que pueden ser vendidos generando recursos financieros que pueden destinarse a otras opciones más lucrativas, como, por ejemplo, reemplazar tecnología que pudiera estar empezando a enfrentar aumentos en la tasa de costo de mantenimiento y uso de repuestos; o para pagar un crédito cuyo costo financiero sea superior al eventual mayor costo de una externalización.

También el *outsourcing* se considera como una forma efectiva para mejorar la productividad y cumplir con requerimientos difíciles para el cumplimiento de plazos y tipo de trabajo, al mejorar la eficiencia global de la empresa mediante el traspaso de la ejecución de esas actividades complejas a expertos. La eficiencia aumenta con una externalización cuando la empresa consigue, mediante ella, una asistencia profesional y calificada en materias donde se requiere un alto grado de conocimiento y experiencia en la ejecución de una determinada tarea, permitiendo reducir "cuellos de botella" en el proceso y adquirir nuevas habilidades cuando el proveedor especializado puede ayudar a definir requerimientos realistas para el proceso[1]. Las empresas que intentan hacer todo ellas mismas incurren frecuentemente en altos costos de investigación, desarrollo, producción y distribución de sus productos.

El *outsourcing* permite a la empresa acceder a tecnologías de punta sin exigir la realización de las inversiones permanentes de una modernización. Es, en este sentido, un instrumento que posibilita mitigar las pérdidas y la distracción de recursos de capital para enfrentar el proceso de adecuación a los cambios tecnológicos. De la misma forma, una administración eficiente del *outsourcing* acelera los beneficios de una reingeniería para mejorar los costos, la calidad, el precio y la velocidad de producción y ventas en el giro central de la empresa.

Por último, el *outsourcing* permite apoyar las estrategias de crecimiento de la empresa, al suplir o compartir responsabilidades donde pudieran existir deficiencias e incapacidades para otorgar las respuestas en la provisión de servicios que exige ese desarrollo.

Menos importantes, pero de igual pertinencia, son las ventajas de optar por tecnologías de vanguardia, adoptar nuevas metodologías de trabajo y aplicar estándares de producción y calidad más adecuados.

[1] Esto conlleva la necesidad de definir medidas de desempeño que se constituyan en una herramienta real para motivar un mejor desempeño, principalmente especificando requerimientos desde el punto de vista de los resultados esperados, como una forma de asegurar la calidad del servicio externalizado.

En general, las empresas que ya han implementado este sistema de funcionamiento aseguran haberse desprendido de estructuras pesadas y logrado agilidad y flexibilidad para adaptarse a los continuos cambios del mercado[2]. El *outsourcing* que inicialmente se empezó a desarrollar en las áreas de sistema de información, logística y transporte, hoy llega a otras que antes se consideraban propias del negocio: el marketing, algunas etapas del proceso de producción y ciertos servicios financieros. Los factores que se señalan como principales causas para explicar este cambio son la innovación tecnológica, la competencia y la globalización.

Para las empresas que lo han adoptado, las principales ventajas observadas son la obtención de los mismos procesos pero de manera más eficaz, con mayor calidad y menor costo. Al intensificarse la competitividad, aumenta la necesidad de concertar esfuerzos en los aspectos determinantes de esa competitividad, para lo cual se ceden tareas que pueden ser desarrolladas externamente, con más exigencias y mayor profesionalismo.

Sin embargo, también existen desventajas que recomiendan que cada proyecto de *outsourcing* sea completa y correctamente evaluado. Entre otras, se pueden mencionar:

a. la pérdida de control directo sobre la actividad descentralizada;
b. la dependencia de terceros;
c. el traspaso de información;
d. el eventual mayor costo externo (que incluye la utilidad de quien presta el servicio y los mayores costos de transporte);
e. la administración del proceso de compra a terceros; y
f. la pérdida de talentos internos.

La pérdida de control sobre una actividad entregada a terceros se puede mitigar con la definición de estándares de desempeño, tanto de calidad como de oportunidad en la entrega, pactados con el proveedor del servicio. El mayor riesgo asociado a una decisión de *outsourcing* radica en el incumplimiento de los estándares cuando la empresa ya se deshizo de los activos que le permitían el procesamiento interno. De ser así, revertir la decisión puede ser sumamente costoso por la cuantía de las inversiones que posibiliten la readecuación de procesos que antes de la externalización se realizaban con activos cuyo costo de inversión estaba "hundido" y tenía menor relevancia que la magnitud de la inversión en nuevos equipos, contratación y capacitación del personal despedido o reubicado en la empresa, etc.

Muy asociada con la pérdida de control está la mayor dependencia de decisiones de terceros para mantener el funcionamiento adecuado de la empresa. Cuando una empresa entrega a otra, mediante *outsourcing,* una parte del desarrollo de su actividad,

[2] ANDRADE, M. "El *outsourcing* profundiza en la empresa virtual". *El País*, Madrid, domingo 24 de enero de 2000, p.45.

pasa a competir con otras que contratan el servicio con el mismo proveedor por la oportunidad en la ejecución de la tarea. Si la empresa contrata bajos niveles de operación, probablemente el proveedor, frente a cualquier problema de cumplimiento, optará por atender a aquel cliente que sea más importante para él, por preferir arriesgar la pérdida de un cliente cuya prestación de servicio sea menos significativa en términos monetarios y relativos.

Otra desventaja del *outsourcing* es la posible pérdida en la confidencialidad de la información sobre, por ejemplo, niveles de actividad, especialmente cuando se externaliza el almacenamiento o manejo informático de la empresa.

Aunque es posible que el proveedor del servicio externo tenga economías de escala en su operación por la especialización que logra en sus procesos (y que podría traspasar a precios inferiores al costo de hacer la actividad internamente) puede aumentar en ciertas ocasiones el costo, por cuanto el proveedor del servicio agrega tanto su propia utilidad como otros costos en los cuales la empresa no incurría, como, por ejemplo, el mayor costo del transporte, los seguros involucrados o su propio margen de utilidad.

Cualesquiera que sean los beneficios de un *outsourcing*, es necesario considerar también el mayor costo tanto de administración del proceso de vinculación, negociación y transferencia de servicios, como las acciones de control del proveedor externo.

Al externalizar servicios o partes del proceso de producción, la empresa empieza a prescindir de algunos expertos que pudieron haber tomado años en adquirir el conocimiento logrado. La pérdida de ellos hace muy difícil la decisión de volver a la situación anterior si cambian las condiciones que hicieron más atractivo optar por el *outsourcing*.

Externalizar a terceros parte de los procesos que se realizan internamente en la empresa puede constituir una forma eficaz para mejorar el resultado del proceso de asignación de sus recursos. Sin embargo, la metodología de medición de su conveniencia no es trivial y requiere consideraciones particulares dentro de los proyectos de modernización.

En este tipo de decisiones es fundamental diferenciar entre costos directos y costos indirectos, porque la externalización de servicios muy raramente permitirá a la empresa ahorrarse la totalidad de los costos atribuibles a su realización interna. Probablemente, los costos directos podrán ser mayoritariamente ahorrados, a menos que existan dificultades para su supresión, como, por ejemplo, los de la mano de obra en instituciones que tienen limitaciones para despedir personal.

Muchos servicios externalizables consideran en su evaluación el ahorro en las remuneraciones directas que una decisión de *outsourcing* podría significar. Sin embargo, no siempre el recurso humano liberado con esa decisión es eliminado de la empresa por distintos tipos de razones, como puede fácilmente apreciarse en muchas dependencias del sector público.

Si el recurso humano liberado es asignado a cumplir otras funciones para las cuales se tenía programada una nueva contratación, indudablemente existirá un ahorro de costos y así se deberá considerar en la formulación del proyecto. Si la persona es reasignada para desempeñar una función para la cual se puede contratar a otro funcionario

por un sueldo distinto del que él percibe, el ahorro de costo no será su sueldo actual sino el que le permite, con su reubicación, ahorrarse a la empresa. Pero si es asignado a otra función por existir algún impedimento para su exoneración, no podrá asignársele el beneficio de su ahorro.

De igual forma, se deberán considerar cuidadosamente aquellos costos indirectos de la externalización, como los ocasionados por la administración y supervisión de la tarea externa o como los efectos tributarios derivados del probable ahorro de costos.

Uno de los mayores problemas se observa en la relación con la liberación de activos y con la forma de considerarlos correctamente en el flujo de caja. Es común que al externalizar se incluya como beneficio del proyecto el ingreso generado por la venta del activo liberado. Sin embargo esto es incorrecto, por cuanto la pertenencia del activo no es a causa del proyecto de *outsourcing* sino que ya estaba en la empresa y es independiente de él aun cuando la decisión conlleve a su venta. Lo único que es atribuible a él es la posibilidad de hacer líquidos recursos fijos, mediante su venta. Es decir, permite a la empresa vender hoy un activo en vez de quedarse con él. Si no se hace el *outsourcing*, la situación base o sin proyecto deberá mostrar en el valor de desecho la propiedad que la empresa mantendrá por quedarse con el activo. Si se hace el proyecto, aparecerá como ingreso por venta.

En consecuencia, para la correcta evaluación de su conveniencia, en un flujo incremental se deberá incluir en el momento cero el ingreso (y su efecto tributario) obtenido de su venta y, en el último período de la evaluación, el menor valor de desecho que tendría la empresa ocasionado por el mismo proyecto[3].

Otros efectos, como los cambios en la depreciaciones y sus niveles tributarios, los desahucios que pudieran derivarse de una reducción del personal, la magnitud de los recursos a invertir o recuperar de las inversiones en capital de trabajo, entre otras, se analizan detalladamente en el caso de *outsourcing* que se plantea y resuelve en el anexo 1.

Ejemplo 12.1

Una empresa evalúa la conveniencia de externalizar el servicio de transporte de trabajadores que hoy le cuesta $4.000 anuales y por el que tendría que pagar $5.200 anuales. La externalización le permitiría vender hoy los vehículos en $7.000, aun cuando su valor en libros es de sólo $2.000 y le quedan dos años por depreciar. Si no hace el *outsourcing*, los vehículos podrían ser usados otros cuatro años más, al cabo de los cuales se podrían vender en $2.000. Los choferes se trasladarían a la sección de distribución, donde se requiere aumentar la dotación para enfrentar el aumento de la actividad observada en los últimos años y que se supone se va a mantener en los próximos.

El flujo de caja de hacer el *outsourcing*, considerando una tasa de impuesto a las utilidades del 15%, queda como muestra la tabla 12.1.

[3] Nótese que en proyectos de inversión (nueva empresa, ampliación o internalización de procesos) siempre se vincula a las inversiones (signo negativo) con el valor remanente que tendrá al final del horizonte de evaluación (valor de desecho con signo positivo). En proyectos de desinversión (abandono, *outsourcing*, etc.) el concepto es el mismo pero con signos inversos: una venta de activo hoy hace a la empresa ver disminuido el valor de desecho de los activos liberados.

Nótese cómo el ítem venta de activos aparece con el valor positivo en el momento 0 y negativo al final del horizonte de evaluación. Esto es así porque hacer el *outsourcing* cambia la situación presupuestada, permitiendo vender hoy "en vez" de hacerlo en cuatro años más. De igual forma, la depreciación incremental aparece con signo positivo, ya que la empresa aprovecha hoy el efecto tributario del valor contable (al descontar de la utilidad el valor libro), "en vez" de hacerlo en los dos próximos años.

Descontando los flujos a una tasa del 12%, se obtiene un VAN de $ 1.691, lo que indica que es conveniente externalizar.

	0	1	2	3	4
Venta activo	7.000				-2.000
Aumento costo		-1.200	-1.200	-1.200	-1.200
Depreciación		1.000	1.000		
Valor libro	-2.000				
Utilidad	5.000	-200	-200	-1.200	3.200
Impuesto	-750	30	30	180	480
Utilidad neta	4.250	-170	-170	-1.020	-2.720
Depreciación		-1.000	-1.000		
Valor libro	2.000				
Flujo	6.250	-1.170	-1.170	-1.020	-2.720

Tabla 12.1
Flujo de caja incremental de hacer *outsourcing*.

12.2 Proyectos de reemplazo

La definición de un programa correcto de sustitución de activos representa uno de los elementos fundamentales de la estrategia de desarrollo de una empresa. Un reemplazo postergado más tiempo del razonable puede elevar los costos de producción, perder competitividad ante empresas que se modernizan o incumplir con los plazos de entrega, entre otros problemas fáciles de identificar. Un reemplazo que se anticipa puede ocasionar el desvío de recursos que pudieran tener otras prioridades con mayor impacto positivo para la empresa, además del costo de oportunidad que implica no trabajar con estructuras y costos óptimos.

El estudio de las inversiones de modernización, por la vía del reemplazo, es el más simple de realizar, aunque, como se verá a continuación, se presentan ciertas complejidades asociadas a la forma de seleccionar la información relevante para la toma de la decisión y al procedimiento para construir los flujos de caja adecuados.

La necesidad de sustituir activos en la empresa se origina en varias causas:

a. por capacidad insuficiente de los equipos existentes para enfrentar un eventual crecimiento de la empresa;
b. por un crecimiento en los costos de operación y mantenimiento de los equipos en niveles ineficientes, comparativamente con los de un nuevo equipo;
c. por una productividad decreciente originada en el aumento de horas de detención del activo para someterlo a reparaciones o mejoras;
d. por la obsolescencia –o envejecimiento económico– observada comparativamente en el mejoramiento continuo derivado de los cambios tecnológicos, los cuales hacen aconsejable la renovación de equipos que, aunque no manifiesten un nivel de desgaste suficiente ni costos de mantenimiento crecientes, enfrentan una opción tecnologica nueva con menores costos de operación o mayor eficiencia en la producción; y
e. por la destrucción física total asociada con averías irreparables o que, siendo reparables, tengan un costo de arreglo tan alto que no justifique el gasto.

Dentro de los proyectos de reemplazo, es posible identificar fundamentalmente tres tipos de opciones básicas:

a. *opción de sustitución de activos sin cambios en el nivel de operación, ni por lo tanto, en el nivel de ingresos*. Cuando un reemplazo no tiene impacto sobre los ingresos de operación de la empresa, estos pasan a ser irrelevantes para la decisión, por lo que la evaluación deberá elegir la opción de menor valor actual de los costos proyectados. Los únicos ingresos relevantes serán los que se encuentran relacionados con la venta del equipo que se reemplaza, así como con los valores de desecho incluidos en el cálculo de los beneficios. En este caso, la empresa puede optar por quedarse con el equipo actual o sustituirlo por otro nuevo, basándose en el criterio de mínimo costo. Si incluyera los beneficios, irrelevantes por ser comunes para ambas opciones, necesariamente se elegirá la misma opción según el criterio de máximo VAN. Si los ingresos actuales no se ven modificados con el reemplazo, la opción de mínimo costo será siempre la de mayor utilidad. Por ejemplo:

	Sin reemplazo	Con reemplazo
Ingresos	1.000	1.000
Costos	-700	-800
Beneficio neto	300	200

La opción sin reemplazo es más conveniente por ser la de mínimo costo o la de mayor beneficio neto;

b. *sustitución de activos con cambios en los niveles de producción, ventas o ingresos*. Cuando la decisión de reemplazo de un activo hace que se modifiquen los niveles de productividad en la empresa o se generen nuevos ingresos derivados de cambios en la calidad y precio del producto o del aprovechamiento de las nuevas posibilidades comerciales como, por ejemplo, la venta de desechos que, con la nueva tecnología incorporada por el equipo que reemplaza al anterior, pudieran tener una posibilidad de venta antes imposible, tanto los ingresos como los costos asociados al cambio en el activo pasan a ser relevantes para la decisión. Al cambiar los ingresos, la solución de mínimo costo podría no ser siempre la más conveniente. Por ejemplo:

	Sin reemplazo	Con reemplazo
Ingresos	1.000	1.200
Costos	-700	-800
Beneficio neto	300	400

En esta situación, se deberían agregar los efectos indirectos sobre la inversión en capital de trabajo;

c. *imprescindencia de la sustitución de un activo con o sin cambio en el nivel de operación*. Cuando la empresa debe necesariamente hacer el reemplazo de algún equipo (por ejemplo, cuando el activo está deteriorado u obsoleto), la situación base no existe y se debe evaluar cuál de las opciones existentes en el mercado es la más conveniente, aunque considerando el impacto sobre el resto de la empresa, si lo hubiera.

En los dos primeros casos sería posible determinar que la situación con reemplazo es mejor que la situación actual. Sin embargo, siempre será necesario considerar la opciónde mejorar la situación base como una más para evaluar. Esto es lo que comúnmente se denomina *situación base optimada*.

En los tres casos anteriores se podría presentar también la posibilidad de que las opciones que se comparen (entre la situación actual y una alternativa de reemplazo o entre distintas opciones de reemplazo) pudieran tener distintas vidas útiles.

La determinación del horizonte de evaluación de activos con distinta vida útil es una tarea importante para calcular la conveniencia de la sustitución. En muchos casos, las vidas útiles de los activos que se comparan son distintas o, si son iguales, poseen una vida útil remanente distinta.

Cuando el activo que se busca reemplazar tiene una vida útil distinta (usualmente menor) a la del equipo nuevo y genera un cambio en la tecnología (por ejemplo, evaluar la sustitución de un proceso intensivo en mano de otra por otro intensivo en capital, o como se verá en el caso siguiente, reemplazar el transporte de residuos mediante el uso de camiones por tuberías), es posible evaluar ambas opciones en la cantidad de años de vida útil de la menor de ellas, por cuanto es el máximo tiempo posible de comparación[4]. Cuando difícilmente se puede suponer que la tecnología antigua será reemplazada por otra de similares características al final de su vida útil, existiendo ya una opción mejorada, la decisión comúnmente se toma entre cambiar hoy la tecnología o hacerlo al final de su vida útil[5].

Por otra parte, se debe tener en consideración que si bien el proyecto de hacer el reemplazo libera y permite vender el activo en uso, este beneficio no puede ser atribuido al proyecto de sustitución, por cuanto la empresa, si hace el reemplazo, perderá la propiedad de dicho activo.

Para considerar los reales impactos de la decisión, se deberá incorporar, en la situación con proyecto, el ingreso por la venta del activo liberado y, en la situación base, el valor de desecho que tendría al final de su vida útil si la empresa continuase con él. En un análisis incremental se incorporará en el momento cero el ingreso por la venta del activo y, en el último período de evaluación, el menor valor de desecho que tendría la empresa, el que, por ser un costo para ella, se anotará con signo negativo. Ambos procedimientos conducen a un mismo resultado.

El resto de las variables tiene un comportamiento similar al indicado en los capítulos anteriores.

En proyectos de reemplazo sin variación en los niveles de operación se suelen omitir los cambios en los niveles de inversión en capital de trabajo, por cuanto, probablemente, tengan un impacto insignificante en los resultados de la evaluación, ya que se originarían en pequeños cambios en las estructuras de costos, básicamente por economías o

---

4 Al respecto, algunos autores señalan que "debe seleccionarse la longitud del horizonte de planificación, la cual usualmente coincide con la vida útil más larga de los activos. La selección del horizonte de planificación hace suponer que el valor del costo anual equivalente del activo de menor vida útil es el mismo durante el horizonte de planificación. Esto implica que el servicio prestado por el activo de menor vida útil puede ser adquirido al mismo costo anual equivalente que actualmente se calcula para la vida de servicio esperada". BLANK L. y A. TARQUIN. *Ingeniería económica*. Tercera edición. McGraw-Hill, Santa Fe de Bogotá, 1991, pp. 224.

5 En el capítulo anterior se analizó la forma de determinar cuándo es conveniente hacer el reemplazo, para lo cual se concluyó que era cuando el costo anual equivalente del nuevo equipo sea inferior al costo anual efectivo del equipo antiguo.

deseconomías de escala. Como se mencionó anteriormente, esto es válido en lo que respecta a la prefactibilidad, pero en un estudio en factibilidad se deberá validar esta consideración antes de incorporarla.

Los costos asociados con la no sustitución de un activo se ocasionan por el mayor costo de operación y de mantenimiento, por la disminución de la capacidad de producción y ventas al aumentar los días de detención para efectuar reparaciones y por la declinación comparativa de la calidad en relación con la de un equipo nuevo, lo que puede ocasionar una disminución en las ventas, en la readecuación de los precios para recuperar competitividad o en el reprocesamiento de productos derivados de la menor calidad de producción.

Una opción que siempre se debe evaluar cuando se estudia una posible sustitución de activos es la de mejorar la situación existente. Es decir, el gasto en una reparación mayor o modernización del activo actual puede tener un menor valor actual de costos que seguir con dicho activo.

El caso 2 del anexo 1 incluye las consideraciones más comunes, pero no por ello menos complejas, de los proyectos de reemplazo.

12.3 Proyectos de ampliación

La evaluación del proyecto de ampliación es relativamente similar a la evaluación de un proyecto de reemplazo con cambios en el nivel de operación. La diferencia fundamental radica en que en una ampliación no necesariamente se debe considerar la liberación de un activo en uso, ya que generalmente sólo involucra un aumento de inversiones.

Como se mencionó anteriormente, los proyectos de ampliación pueden ocasionar sustitución de activos (cuando se cambia un equipo de menor capacidad de producción por otro de mayor) o sólo la agregación de nuevos activos al proceso.

También es posible la ampliación mediante la subcontratación de parte del proceso de producción externamente a la empresa. Al no tener esta modalidad ninguna particularidad diferente de la de un aumento de costos de funcionamiento asociado a una probable mayor generación de ingresos por incremento en las ventas, no será analizado (básicamente por su simplicidad) en este texto.

El análisis será muy distinto si se proyecta efectuar la ampliación por medio de un reemplazo o de un complemento de activos. En el primer caso se procederá con una metodología aplicable a proyectos de reemplazo con cambio en los niveles de ingreso, mientras que, en el segundo, se empleará el procedimiento aplicable a un proyecto de ampliación propiamente tal, de la manera como se describe más adelante.

Cuando una empresa evalúa un proyecto para aumentar la capacidad de elaborar un producto en particular, enfrenta, a veces, la posibilidad de adquirir la capacidad adicional mediante la compra de una empresa que fabrica su mismo producto. Si es

así, se deberán comparar las rentabilidades de esta adquisición con la opción de construir o de comprar la planta y equipos necesarios para ello.

Una particularidad especial que es posible apreciar, tanto en proyectos de ampliación como en aquéllos de reemplazo que involucran cambios en los niveles de producción, es que ambos requerirán antecedentes similares a los utilizados para la evaluación de un proyecto nuevo. Por ejemplo, de un estudio de mercado que demuestre la capacidad de vender la eventual producción adicional que generará la inversión, y la evaluación de las opciones de tecnología, tamaño e impacto organizacional, entre otros.

Una de las mayores dificultades de los proyectos de ampliación radica en el problema de medir el impacto que el nuevo proyecto tendrá sobre el resto de la empresa, así como el impacto que podrán tener otras actividades realizadas actualmente por la empresa sobre los flujos de caja del proyecto de ampliación.

Será fundamental, en este caso, hacer el máximo de claridad sobre los costos y beneficios que son modificados por el proyecto incremental para evaluar su conveniencia sobre estas bases, independientemente de que por una asignación contable se le pudiera atribuir algún ítem de costo distribuido.

Frecuentemente, se aprecian confusiones respecto de cuáles costos son relevantes de considerar en la evaluación de un proyecto de ampliación. La falta de clarificación de lo anterior puede fácilmente conducir al inversionista a una decisión equivocada, mostrando una proyección económica que no refleja la real rentabilidad de su inversión. Esto se observa, por ejemplo, cuando se incorpora al flujo de caja de un proyecto de ampliación la parte de los costos fijos (en los que igual se incurriría en las situaciones con y sin proyecto) que desde el punto de vista contable se tendría efectivamente que asignar al proyecto mediante alguno de los procedimientos ampliamente tratados en los textos de contabilidad de costos. Es, asimismo, el caso de los gastos indirectos de fabricación y los gastos de administración, entre otros.

Más complejo puede resultar el análisis de los beneficios que la ampliación ocasiona al resto de la empresa y que podrían, equivocadamente, no atribuirse al proyecto; por ejemplo, cuando la ampliación genera economías de escala que reducen los costos unitarios de ciertos insumos para toda la empresa. Los beneficios que se derivan de estos ahorros, si bien pueden no ser asociados directamente con la actividad propia de la ampliación, se deben incorporar en la estimación de sus ingresos por el hecho de ser logrados por ella. Así como hay elementos o factores que permiten obtener ahorros o economías de escala, existen otros que tienen un efecto contrario; es decir, que hacen aumentar el costo unitario de producción, generando deseconomías de escala. Por ejemplo, en proyectos agroindustriales donde el crecimiento obliga a ir cada vez más lejos para obtener los insumos, con el consiguiente aumento en los costos de transporte, o cuando el crecimiento obliga a un cambio en los sistemas administrativos de toda la empresa. En este caso, el aumento de costo es todo atribuible al proyecto, aun cuando contablemente se asignen a varias unidades de la empresa.

Cuando la empresa crece, es decir, cuando aumenta su escala de producción, se pueden producir ciertos ahorros que hacen disminuir el costo por unidad producida, ya sea por efecto de la curva de aprendizaje, por una mayor utilización de la capacidad instalada, ya sea por el aprovechamiento de descuentos en las compras por mayores volúmenes de insumos, entre otros.

Otra particularidad importante de los proyectos de ampliación, a diferencia de los de reemplazo, es que en este caso se deberá tener cuidado de considerar correctamente el efecto que tendrá el proyecto sobre el nivel de inversión en capital de trabajo que mantiene la empresa.

Cuando no cambia el nivel de operación de la empresa es posible suponer que un reemplazo de activos no modificará la cuantía de los recursos destinados a capital de trabajo. Pero, cuando cambia, necesariamente se deberá hacer alguna consideración respecto de su impacto en la rentabilidad del proyecto.

Por otra parte, para medir el costo de fabricación en distintos niveles de capacidad de producción, se pueden definir los componentes más relevantes del costo: consumo de materias primas y materiales, utilización de mano de obra, mantenimiento de máquinas, gastos de producción en general (energía, seguros, combustibles), etc.

El costo fabril definido debe compararse con la capacidad de producción y el monto de la inversión. A esta relación se le denomina *masa crítica técnica*, la cual, al calcularse, deja muchas veces fuera de análisis el efecto que el proyecto generará sobre los gastos administrativos de la empresa o la consideración de no trabajar a plena capacidad.

Al relacionar el costo unitario de operaciones (C) con la capacidad de la planta (P), dado un número de unidades de producto por unidad de tiempo, resulta una expresión de la forma siguiente:

$$\frac{C_2}{C_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^f \qquad (12.1)$$

Por lo que:

$$C_2 = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^f * C_1 \qquad (12.2)$$

Donde C_2 representa el costo de operación con el proyecto, C_1 el actual costo de operación, P_2 la nueva capacidad de planta, P_1 la capacidad de planta actual y f el factor de volumen. Cuando f se aproxima a 1, son despreciables las economías de escala que pueden obtenerse en los costos por el aumento en la capacidad. Si f fuese 0.5, ello significaría que al duplicarse la capacidad de producción, las economías de escala harían aumentar el costo de producción en sólo 41,42%. Esto resulta de:

$$C_2 = \left(\frac{2}{1}\right)^{0,5} * C_1 = 1,4142 * C_1$$

También la inversión asociada a una ampliación se puede calcular, a nivel de perfil o prefactibilidad, como un estándar que considera posibles economías de escala. Casi todos los proyectos presentan una característica de desproporcionalidad entre su tamaño y sus costos de funcionamiento e inversiones, lo que hace, por ejemplo, que al duplicarse el tamaño, las inversiones no necesariamente se dupliquen.

Igual que en el caso de los costos, la inversión (I_t) para un nuevo tamaño (T_t) de planta que opera actualmente en un tamaño menor (T_0) con una inversión histórica valorada en moneda actual (I_0), se calcula por la siguiente expresión, si se conoce el exponente del factor de escala (α):

(12.3)

$$I_t = I_0 \left(\frac{T_t}{T_0}\right)^{\alpha}$$

Esta ecuación sirve también para calcular la inversión esperada para distintos tamaños de planta en evaluación cuando se conoce la inversión de una opción base y el exponente del factor de escala.

Ejemplo 12.2

Si se evalúan dos posibilidades de tamaños de planta capaces de producir 20.000 y 30.000 unidades anuales, respectivamente, del producto requerido, es posible estimar el valor de la inversión del segundo tamaño de planta si se conoce el del primero ($4.000.000, por ejemplo) y el exponente del factor de escala (que se supondrá de 0,87) de la siguiente forma:

$$I_t = 4.000.000 * \left(\frac{30.000}{20.000}\right)^{0,87}$$

De acuerdo con esto, la inversión para un tamaño que pueda alcanzar una producción de 30.000 unidades sería, estimativamente, de $5.691.928. Es decir, un aumento del 50% en el tamaño, demanda invertir un 42,3% más. También puede expresarse la solución sobre la base de la tasa de aumento en el tamaño. Es decir, si aumenta de 20.000 a 30.000 unidades de producción, el crecimiento es de un 50%, o sea, aumenta en 1,5 veces. Si se aplica a esto el exponente de factor de escala, se obtiene:

$$I_t = (1{,}5)^{0{,}87} = 1{,}423$$

Esto indica también que un aumento del tamaño en 50% conlleva un aumento en la inversión de un 42,3%.

Obviamente, al ser la aplicación de este factor un estándar, sólo puede aplicarse en estudios de viabilidad que se hagan a nivel de prefactibilidad.

Un típico costo relevante que se observa en muchos proyectos de ampliación es el relacionado con el costo del mayor almacenamiento de insumos, productos en proceso y productos terminados generados por el aumento en los niveles de operación. Los gastos vinculados con el almacenamiento pueden clasificarse en cuatro categorías básicas:

a. los gastos asociados a la explotación de los depósitos (seguridad, mantenimiento, electricidad, etc.);
b. los gastos relacionados con el mantenimiento de la calidad del producto;
c. las pérdidas tanto físicas como de calidad del producto mientras esté almacenado; y
d. el costo del dinero inmovilizado tanto en la infraestructura del almacenamiento, como en los productos mismos.

12.4 Proyectos de abandono

Muchas veces los cambios que se producen en el entorno hacen necesario estudiar la conveniencia de reducir o suprimir la producción de determinados bienes, para sustituir esa inversión por otra que resulte más atractiva para el inversionista. Una forma de modernizarse, la menos típica, es mediante el abandono de todo o parte de aquellas líneas de producto que, aunque hubieran sido rentables en el pasado, en la actualidad podrían haber dejado de serlo.

El análisis de los proyectos de abandono es relativamente similar al tratamiento que se da a los proyectos de ampliación, aunque, obviamente, midiendo el efecto inverso.

En este tipo de proyecto se busca medir si aumenta la rentabilidad de una empresa en marcha tomando la decisión de reducir su nivel de operación. Una variante de este tipo de problema se refiere a la posibilidad del cierre del negocio, donde el criterio de decisión es cerrar si el costo de hacerlo es menor que el de continuar con la pérdidas proyectadas del negocio, o hacerlo, si la rentabilidad que podría obtenerse invirtiendo los recursos que genere la liquidación del negocio en una propuesta opcional, es mayor que el beneficio proyectado para la continuidad de la operación. Es claro que

en una decisión de cierre entra una serie de otros criterios que no sólo son de índole económica.

Una de las mayores dificultades de este tipo de proyectos reside en la determinación del valor de liquidación de la inversión que se abandona, aun cuando la teoría financiera presenta diversas opciones para calcular este valor.

Cuando el abandono afecta a una parte de la empresa, la reducción puede involucrar desde una simple reducción de activos hasta el reemplazo de una tecnología actual mayor por otra de menor capacidad. En ambos casos se deberá tener una especial preocupación por el impacto de la decisión sobre el resto de la empresa.

Inversamente a lo señalado para los proyectos de ampliación, los proyectos que se abandonan pueden tener asignados costos con un criterio contablemente adecuado pero que, al momento del cierre seguirán existiendo en la empresa. Por ejemplo, si en el cálculo del costo de un producto se incluyó una proporción del gasto en contabilidad de la empresa, es claro que al cerrar esa línea de producto, la empresa, como un todo, no ve disminuido ese gasto o, si lo ve, probablemente no sea en la misma proporción.

En la evaluación se deberá considerar, entonces, sólo aquella parte del gasto que será realmente ahorrada por la empresa si opta por el abandono y, por ningún motivo, el costo de producción contable.

Será muy frecuente que muchos gastos prorrateados entre distintos productos o unidades de una empresa no se vean reducidos por el cierre de una actividad y éste sólo obligue a un nuevo prorrateo, probablemente del mismo monto, pero entre un número menor de unidades o productos.

Si el abandono implicase reducir el nivel de compras de un determinado insumo y, por ello, dejar de aprovechar las economías de escala que pudiesen existir, se deberá considerar como costo del proyecto de abandono el mayor costo que el resto de la empresa tendrá que asumir por no poder optar por ella en su nuevo nivel de compras.

También, como se mencionó para los proyectos de ampliación, podrá haber, en este caso, algún impacto sobre el nivel de la inversión en capital de trabajo de la empresa, pudiéndose esperar, probablemente, una recuperación anticipada de los recursos invertidos en el capital de operación actual del proyecto que podría abandonarse.

La empresa maximiza su utilidad cuando logra igualar su costo marginal con el ingreso marginal. Una forma de alcanzar este punto es reduciendo actividades cuyo costo supere a los beneficios marginales que su ejecución conlleve.

Ejemplo 12.3

Una empresa evalúa la conveniencia de abandonar una línea de productos que muestra ingresos anuales inferiores a los costos y sin una tendencia observada a mejorar en el futuro.

El edificio y terreno donde funciona la máquina es alquilado. La máquina se podría vender hoy en $2.000, o en $1.200 al final de su vida útil real estimada en siete años. Su vida útil remanente contable es de dos años más y tiene un valor libro de $800.

Los ingresos anuales son de $3.000, mientras que los costos alcanzan a $3.040 (sin considerar que a esto se debe agregar todavía la depreciación).

Si el capital de trabajo equivale a un mes de costo de operación, y si la tasa de impuesto es de 15% y la de costo del capital 10%, el cálculo de la rentabilidad, de efectuarse el abandono, se determina por el flujo de caja de la tabla 12.2.

	0	1	2	3	4	5	6	7
Vta. activo	2.000							-1.200
Ingresos		-3.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000
Costos		3.040	3.040	3.040	3.040	3.040	3.040	3.040
Depreciación		400	400					
Venta libro	-800							
Utilidad	1.200	440	440	40	40	40	40	-1.160
Impuesto	-180	-66	-66	-6	-6	-6	-6	174
Utilidad neta	1.020	374	374	34	34	34	34	-986
Depreciación		-400	-400					
V. libro	800							
Rec. Cap. Trab.	253							-253
Flujo	2.073	-26	-26	34	34	34	34	-1.239

Tabla 12.2
Flujo de caja de abandonar la línea de producción.

Los principales ítems del flujo de caja se interpretan de la siguiente forma, si se abandona la línea de producción:

a. el activo se vende hoy en $2.000 en vez de hacerlo en siete años más en $1.200;
b. se deja de percibir el ingreso anual de $3.000;
c. se ahorran los $3.040 de costo anual;
d. deja de aprovecharse el beneficio tributario de la depreciación; y
e. se recuperan hoy $253 de capital de trabajo, por lo que en siete años más el valor remanente será inferior en ese monto.

Al calcular el VAN del proyecto, resulta un valor positivo de $1.481, que indica que conviene el cierre de la línea de productos.

12.5 Proyectos de internalización

Los proyectos de internalización, o sea, aquellos que evalúan la conveniencia de hacer internamente algo que es comprado o contratado con terceros, se evalúan de manera similar a los proyectos de *outsourcing*. Las ventajas señaladas para el *outsourcing* se convierten en desventaja de la internalización y viceversa.

La importancia de su análisis radica en que, frente a la necesidad de aumentar la productividad de los recursos humanos y materiales de la empresa, se identifican tres opciones:

a. reducir los costos de funcionamiento mediante la disminución de los recursos existentes, manteniendo el nivel de operación;
b. aumentar el nivel de actividad disminuyendo las capacidades ociosas sin incrementar los recursos existente; o
c. aumentar el nivel de actividad por sobre un aumento de costos para cambiar favorablemente la relación.

La forma de mejorar la productividad se puede orientar desde muchas perspectivas distintas: cambios en estructuras y procesos tecnológicos; redefinición de la gestión administrativa y de la administración de operaciones; y cambios en la conducta de los trabajadores mediante la creación de estímulos y motivaciones.

Algunas herramientas y políticas para aumentar la productividad se orientan a evaluar la reducción de inventarios; el mejoramiento del apoyo logístico; la ingeniería de valor (identifica el valor relativo de la contribución de cada componente o etapa de la producción tratando de modificar aquellas de alto costo y poco valor relativo); la disminución de desperdicios por movimientos de material; la excesiva infraestructura de bodegaje; equipos ociosos y traslados innecesarios; la reducción de los niveles de pérdidas por sobreproducción (acumulación de inventarios con riesgo de obsolescencia, mantenimiento, seguros y costo de oportunidad del capital); la disminución de desperdicios por corrección de productos (altos inventarios de reposición, costos de inspección y reprocesamiento del producto y el costo de imagen corporativa y sus efectos futuros); y la reducción de desperdicios por falta de sincronización (tiempos muertos, líneas de proceso en espera con costo de mantenimiento, seguros, energía, almacenamiento excesivo y pago de horas extras).

Un tipo particular y de más creciente aplicación entre las formas de aumentar la productividad se refiere al *costo de la calidad* versus el *costo de la no calidad*. Mientras el primero se relaciona con el costo asociado a la elaboración de un producto que cumpla con los estándares de calidad ofrecidos, el segundo se refiere al costo de incumplir o de hacer las cosas incorrectamente: reprocesamiento de material rechazado, reparaciones, atención de reclamos, menor venta futura por pérdida de imagen, etc. En general, este costo se asocia con ineficiencias de carácter evitables. Muchas empresas ven como

una opción efectiva para evitar los *costos de no calidad* a la internalización de aquellos procesos más críticos en la reducción de calidad y que dependen de terceros.

Cuando la empresa tiene recursos fijos que pueden ser usados en varios productos o actividades, el costo marginal baja al aumentar la producción de otros bienes. Esto es lo que se denomina *economías de ámbito* que, a diferencia de las economías de escala, corresponden al decrecimiento de los costos medios por la distribución del costo total entre actividades diversas. Como se mencionó anteriormente, las economías de escala se presentan cuando el costo se puede distribuir entre más unidades de una misma actividad. Un proyecto de internalización que aproveche capacidades disponibles puede generar importantes economías de ámbito, entre otros beneficios que es posible identificar.

Particularidades de este tipo de proyectos son los costos iniciales asociados al aprendizaje de una nueva actividad y los costos indirectos sobre el resto de la empresa, como, por ejemplo, el aumento de la actividad contable y administrativa en general, la mayor actividad vinculada con los procesos de compras de insumos o con la supervisión del trabajo y el aumento de otros costos, como los seguros de las nuevas máquinas, el alquiler de depósitos o el costo de capital de un eventual incremento de la inversión en capital de trabajo.

En este tipo de proyecto se observan también características como las descritas para proyectos de ampliación y de reemplazo; con la diferencia de que, en este caso, generalmente la ampliación de la capacidad productiva de la empresa no está asociada con un incremento en las ventas y, por lo tanto, los ingresos pueden ser considerados como irrelevantes para la decisión, pudiéndose omitir su inclusión en el flujo de caja del proyecto.

Un proyecto típico de internalización es el que busca determinar la conveniencia de una integración vertical del proceso de producción, abastecimiento, distribución o venta. Los costos y beneficios de cada proyecto de integración variarán de acuerdo con el sector industrial al que pertenezca la empresa. Por ejemplo, si se encuentra en un mercado muy competitivo, es posible que una integración vertical de la producción de insumos sea más atractiva, al controlar el precio, calidad y oportunidad de entrega (tiempos de espera) de la materia prima, dejando a la empresa en una posición estratégica de mejor competitividad.

La integración de la producción de insumos presenta beneficios directos por los ahorros de costos de adquisición y de negociaciones de compra, e indirectos por las economías de escala al optimizar el uso de los recursos existentes, especialmente, en el control interno y coordinación administrativa de los proceso y al mejorar su poder negociador con proveedores de servicios e insumos comunes, ya que con la integración se incrementa la capacidad y los volúmenes de compra.

Además de los costos directos naturales en un proceso de integración, existen otros, de difícil cuantificación, relacionados con la reducción de incentivos observada en los procesos de negociación de precios y condiciones de compra de los insumos, al ser estos provistos internamente después de la integración vertical. La aplicación de

criterios de precios de transferencia en la evaluación del desempeño de las distintas divisiones o centros de responsabilidad de la empresa, neutraliza este desincentivo.

Un tipo más particular de evaluación de proyectos de internalización es el que está relacionado con las fusiones de empresas. Se denomina *fusión horizontal* a la que se realiza dentro de una misma industria y constituye una forma de proyecto de ampliación. La *fusión vertical* corresponde a la integración de una determinada etapa del proceso de adquisición, producción, distribución y ventas, constituyendo una forma de proyecto de internalización.

En la evaluación de una fusión se deberán cuantificar los beneficios que pudieran generarse de una eventual sinergia operativa, donde los aspectos positivos se potencian generando economías de escala, traspasando niveles de eficiencia mayor en algunas áreas, mejorando las capacidades para aprovechar las complementariedades en el marco organizacional, productivo, comercial, de abastecimiento y negociador.

Preguntas y problemas

12.1 Explique el concepto de *outsourcing* y enuncie las principales ventajas que se le pueden asignar en la evaluación de proyectos.

12.2 Comente la siguiente afirmación: "Un proyecto de externalización aumenta el riesgo de la empresa al reducir la diversificación de sus inversiones".

12.3 ¿En qué casos puede ser conveniente traspasar a terceros actividades por las cuales se pagará más caro que el costo de hacerlo internamente?

12.4 Desde el punto de vista exclusivamente financiero, ¿puede ser posible que convenga externalizar un servicio que se realiza a costos inferiores al del *outsourcing*?

12.5 Explique la relación de un *outsourcing* con una fuente de financiamiento para un proyecto.

12.6 ¿Cuáles son las principales desventajas asociadas con un *outsourcing*?

12.7 Una empresa evalúa la conveniencia de traspasar a terceros el sistema de mantenimiento de maquinaria pesada que hoy realiza internamente con los siguientes costos:

Personal	$12.000 anuales
Insumos	8.000 anuales
Repuestos	36.000 anuales

Para hacer el mantenimiento, ocupa un galpón en un terreno a 2 kilómetros de la planta, los que hoy tienen un valor comercial de $350.000 y uno contable de $320.000 ($80.000 el terreno y $240.000 la construcción). El galpón se construyó hace diez años, cuando se decidió hacer el mantenimiento interno. Además, es

ocupado por maquinaria liviana y mobiliario adquiridos en $70.000 hace diez años y que tienen una vida útil real y contable de diez años en total. El galpón se deprecia en 30 años.

Si se externaliza, la empresa deberá pagar un desahucio equivalente a ocho meses de sueldo a los trabajadores que dejarían de ser requeridos en el desarrollo del proceso interno.

El valor de desecho de todos los activos se calcula por el método contable.

Si la tasa de impuestos es del 15% y la de costo de capital del 16%, determine qué conviene hacer, si el servicio externo cuesta $138.843 anuales y el proyecto se evalúa en un horizonte de diez años.

12.8 ¿Qué costos puede asumir una empresa que no hace oportunamente el reemplazo de sus equipos?

12.9 Explique cinco causas en las que se origina la necesidad de sustituir activos.

12.10 ¿En qué se diferencia la evaluación de un proyecto de reemplazo con cambios en el nivel de actividad de otro que no lo modifica?

12.11 Una empresa evalúa sustituir un pequeño tractor que transporta los productos terminados a la bodega de tránsito por una correa transportadora. Construya el flujo de caja incremental si se conocen los siguientes antecedentes:

a. Tractor:

Valor de adquisición (-3)	$60.000
Valor mercado actual (0)	$30.000
Vida útil	5 años más
Valor mercado final (5)	$ 5.000
Costo operación anual	$25.000
Período de depreciación	5 años
Valor libro actual	$80.000

b. Correa transportadora

Valor de adquisición (0)	$100.000
Vida útil	10 años
Valor mercado final (5)	$20.000
Costo operación anual	$18.000
Período de depreciación	10 años

La tasa de impuesto a las utilidades es del 15%.

12.12 ¿En qué casos es pertinente considerar la inversión en capital de trabajo en un proyecto de sustitución?

12.13 "Un proyecto de ampliación siempre afecta el nivel de la inversión en capital de trabajo". Comente.

12.14 Explique las diferentes opciones que se pueden identificar para implementar un proyecto de ampliación.

12.15 ¿Cuáles son los principales efectos que un proyecto de ampliación tiene en la construcción de un flujo de caja?

12.16 "Si un proyecto de ampliación tiene un VAN incremental negativo, no se debe llevar a cabo aunque se deje demanda insatisfecha". Comente.

12.17 Explique el concepto de masa técnica y el efecto sobre la evaluación de proyectos.

12.18 Si una empresa utiliza un factor de volumen de 0,7 ¿en qué porcentaje suben los costos de fabricación por las economías de escala que se producen?

12.19 Determine el factor de volumen si la empresa calcula que cada vez que instala una nueva sucursal los costos aumentan 0,8 veces lo que aumenta la cantidad de público atendido.

12.20 ¿Cuál es el monto de la inversión incremental de una empresa que evalúa aumentar su producción de 60.000 a 70.000 unidades mensuales, si el factor de escala es 0,67 y la inversión para la producción actual fue de $280.000?

12.21 Enuncie los tipos de costos incrementales que se asocian con el mayor almacenamiento de insumos, productos en proceso y productos terminados de un proyecto de ampliación.

12.22 Explique el concepto de desinversión y seleccione seis ejemplos para caracterizar los principales tipos de proyectos de abandono.

12.23 Una empresa evalúa el cierre de uno de sus locales de venta por considerar que tiene una rentabilidad negativa. Con la siguiente información, construya (con un horizonte de ocho años) el flujo de caja relevante para tomar la decisión.

Valor salvamento activo (0)	$12.000
Valor salvamento activo (8)	$6.000
Valor libro actual	$16.000
Años pendientes por depreciar	4 años
Ingresos anuales	$10.000
Costos operación anuales	$5.400
Alquiler	$1.200
Capital de trabajo	4 meses costo operación
Tasa impuesto a las utilidades	15%

12.24 Explique el concepto de economías de ámbito y compárelas con las economías de escala.

12.25 Enuncie algunas particularidades de la estructura de ingresos y egresos de un proyecto de internalización.

12.26 Explique el concepto de ingeniería de valor y su relación con las políticas de aumento de productividad.

12.27 Analice el costo de calidad versus el costo de no calidad en los proyectos que buscan incrementar la productividad de la empresa.

12.28 Explique en qué consisten la fusión horizontal y la fusión vertical y ejemplifique con algunas ideas de proyectos.

Bibliografía

CANADA, J. y otros. *Análisis de la inversión de capital para ingeniería y administración*. Prentice-Hall Hispanoamericano, S. A., México, 1997.

COWAN, T.S. *Fundamentals of Energy Outsourcing*. http://www.consultbai.com, 1999.

KELETY, A. *Análisis y evaluación de inversiones*. EADA Gestión, Barcelona, 1992.

KLEPPER, R. y W. JONES. *Outsourcing Information, Technology Systems and Services*. Prentice Hall, New Jersey, 1997.

ROBSON, G. y R. HALL. *How to Make Outsourcing Work for You*, http://www.cpost.mb.ca, 1998.

ROSS, S., R. WESTERFIELD y J. BRADFORD. *Fundamentos de finanzas corporativas*. Irwin, Madrid, 1993.

SAPAG, N. "La decisión de abandono en el estudio de proyectos de inversión". *Cuadernos de Ciencias Económicas y Empresariales*, núm. 16, pp. 29-36, 1988.

SAPAG, N. *Criterios de evaluación de proyectos*. McGraw-Hill, Madrid, 1993.

SUMANTH, D. *Ingeniería y administración de la productividad*. McGraw-Hill, México, 1990.

TARSH, S. *Managing the Outsourcing Relationship*. http://www.outsourcing.com. P.A, Consulting Group, London, 1999.

ANEXO

1

Estudio de casos

El objetivo de este anexo es resolver distintos proyectos específicos vinculados con inversiones o desinversiones en empresas en funcionamiento.

A1.1 Caso 1: *outsourcing* de actividades de mantenimiento

Una empresa del sector minero está estudiando la posibilidad de entregar a contratistas externos la responsabilidad de ejecutar las actividades que realiza su planta de mantenimiento de maquinarias, por estimar que el servicio provisto internamente podría tener un costo mayor que el de la externalización.

La planta utiliza actualmente una infraestructura cuyo costo de construcción fue de $20 millones hace seis años, la que se deprecia linealmente en veinte años y que tiene hoy un valor contable o de libro de $16 millones[1].

[1] El valor libro superior a los $^{14}/_{20}$ del valor de adquisición se puede explicar por alguna revalorización del activo en el pasado. Este supuesto se hace para otros activos en este mismo caso.

Las máquinas empleadas en el mantenimiento se adquirieron también hace seis años, por un valor total de $18 millones. Entre ellas, hay una cuyo costo fue de $6 millones (que se podría vender hoy en $2 millones y que tiene un valor libro de $3,2 millones) que deberá ser reemplazada este mes, en caso de continuarse con el mantenimiento interno, por otra similar que tiene un valor de mercado de $8 millones. Esta última tendrá un valor de venta estimado de $400.000 al cabo de los ocho años de uso. El resto de las máquinas tiene una vida útil real de ocho años más, al cabo de los cuales se estima posible venderlas, como material de desecho, en $1 millón. Todas las máquinas se deprecian linealmente en diez años.

Si se externaliza el servicio, el resto de las máquinas podrá venderse hoy en $8 millones. El valor del libro de todas ellas es de $6,4 millones. El mantenimiento interno tiene un costo de operación anual de $10,5 millones, que se descompone en:

Mano de obra	$3.000.000
Insumos directos varios	2.000.000
Energía	1.200.000
Seguros de máquinas	900.000
Gastos de vigilancia (asignados)	600.000
Gastos generales asignados	1.000.000
Seguros galpón	1.200.000
Mantenimiento galpón	800.000

Los gastos asignados corresponden a gastos generales de la administración de la mina prorrateados por centros de costos. Se estima que al externalizar el servicio de la empresa podrá reducir los gastos generales asignados en $600.000, pero que no podrá reducir los gastos de vigilancia.

Los seguros de las máquinas se pagan sobre el valor de compra y dejan de pagarse al venderse el activo. Su costo se determina como un factor proporcional al valor de adquisición de cada una de las máquinas.

La externalización obligará a despedir personal, lo que hará incurrir a la empresa en un costo de desahucio (indemnización) de $6 millones.

El galpón no podrá ser vendido, por encontrarse en el interior de la planta. Sin embargo, permitirá a la empresa instalar ahí las nuevas máquinas adquiridas para la ampliación de su planta de trituradora de minerales, evitándose construir una instalación especial por un costo estimado de $24 millones. Para ambas construcciones se estima una vida útil perpetua si se hace regularmente el mantenimiento programado. Por esto y por no ser posible de vender al estar en el interior de la planta, se considera que las propiedades mantienen su valor en el tiempo. El servicio externo tiene un costo, en igual nivel de operación que el actual, de $7,8 millones anuales.

La empresa mantiene una inversión en capital de trabajo equivalente a dos meses de egresos, excluidos impuestos.

Si la tasa de impuestos es de 15% y la tasa de costo de capital de 12%, determine qué opción es mejor.

La solución de este problema puede lograrse, alternativamente, por la comparación de la situación base respecto de la situación con proyecto o mediante la aplicación del método incremental. Para explicar ambas opciones, en este primer caso se expondrán las dos soluciones.

La opción de comparar la situación base respecto de la con proyecto se resuelve construyendo dos flujos de caja: uno para cada situación. A continuación se explica cada ítem de ingreso y egreso incluido en el flujo de caja de la situación base o sin proyecto.

Se excluye, al igual que se hará en la situación con proyecto, el efecto de la venta de la máquina que debe ser reemplazadas en el mes en curso, por cuanto cualquiera sea la decisión que se tome, ese venta deberá efectuarse. Si bien hay otros ítems de costos irrelevantes en este caso, se incluirán en el flujo para demostrar que pueden, ya sea incorporarse en las dos opciones u omitirse de ambas.

La construcción de los flujos de caja se basa en los cinco pasos indicados en los capítulos anteriores.

a. Situación base frente a situación con proyecto

Los valores incluidos en el flujo de caja de la situación base se obtienen de las siguientes consideraciones.

Venta máquina antigua: si se continúa en la situación actual, la máquina que hoy tiene seis años podrá ser vendida en ocho años más en $1 millón[2].

Venta máquina nueva: para continuar con el mantenimiento interno, la empresa deberá comprar una nueva máquina hoy, la que en ocho años más deberá ser vendida en un precio esperado de $400.000.

Mano de obra, insumos directos varios, energía, gastos de vigilancia, gastos generales asignados, seguros y *mantenimiento del galpón actual:* corresponden a los costos anuales indicados en el planteamiento del problema. Se presume que no varían en el tiempo.

Seguro máquinas: el seguro de las máquinas corresponde a un porcentaje del valor de los activos. Si hasta hoy el costo anual es de $900.000 y el valor de los activos comprados fue de $18 millones, se deduce que el seguro corresponde al 5% del valor de los activos. Si una de las máquinas que costo $6 millones debe reemplazarse por otra cuyo valor es de $8 millones, el monto del seguro debe aumentar proporcionalmente, por lo que deberá registrarse $1 millón.

Seguro galpón nuevo: si el mantenimiento continúa haciéndose internamente, la empresa deberá construir un nuevo galpón, que deberá ser asegurado. Si por el galpón que costó $20 millones se paga un seguro de $1,2 millones, por uno de $24 millones se deberá pagar $1,44 millones.

Mantenimiento galpón nuevo: con el mismo criterio del seguro, se supone que el mantenimiento del nuevo galpón tendrá un costo proporcional al que hoy se observa en el galpón antiguo. Si éste tiene un costo de mantenimiento anual de $800.000 y el galpón tiene un valor de $20 millones, se deduce una tasa del 4%. Al aplicar este porcentaje al nuevo equipo, se obtienen los $960.000 que se anotan en el flujo de caja.

Depreciación máquina antigua: la máquina que se reemplaza deja de depreciarse, por lo que corresponde anotar sólo la depreciación del equipo antiguo que continúa en la empresa. Si su valor libro es de $6,4 millones[3], si lleva seis años depreciándose y tiene un periodo de depreciación de diez años, en cada uno de los cuatro años restantes se depreciará $1,6millones.

Depreciación máquina nueva: para continuar con el sistema de producción propio, la empresa deberá comprar una nueva máquina en $8 millones, la que se deprecia en $800.000 anuales durante los diez años de vida contable.

---

[2] Cuando un activo se vende, se debe anotar antes de impuesto como venta de activo. Cuando al final del período de evaluación el activo no es vendido, debe valorarse como parte de los beneficios para expresar la propiedad que tendrá la empresa sobre él, incluyéndolo en el valor de desecho del proyecto.

[3] Como se explicó en los capítulos anteriores, el valor libro actual es distinto del que se obtiene de calcularlo sobre la base del valor de adquisición histórico, por cuanto debe corregirse por toda revalorización que haya sido cargada en los años anteriores, ya sea por haber tenido mejoras o por efecto de la corrección monetaria.

Depreciación galpón nuevo: con el mismo criterio de la nueva máquina, el galpón nuevo se podrá depreciar en el plazo de veinte años a razón de $1,2 millones anuales.
Depreciación galpón actual: el galpón actual se sigue depreciando en veinte años. Como tiene un valor libro de $16 millones y seis años de depreciación, se supone que en cada uno de los catorce años restantes depreciará 1/14 de este valor. Esto es, $1.142.857.
Valor libro: la venta del equipo que se compraría tendría un valor libro de $1,6 millones en ocho años más, correspondiente a los dos años que faltaría por depreciar.
Impuestos: corresponde al 15% de la utilidad antes de impuesto, calculada sobre la base de las diferencias entre los ingresos y los egresos y gastos no desembolsables.
Inversión máquina: se anota en el momento cero el valor de la nueva máquina que deberá ser comprada para mantener la capacidad de servir internamente el mantenimiento.
Inversión galpón nuevo: al no liberarse el galpón actual, la empresa se verá obligada a invertir $24 millones en un nuevo galpón.
Valor de desecho galpón actual y valor de desecho galpón nuevo: corresponde a la valoración que haga la empresa de los activos que mantendría en propiedad al término del periodo de evaluación. Según la consideración de que con un adecuado mantenimiento las construcciones tendrían una vida útil perpetua, y dado que se incluyó un costo por este concepto en el flujo de caja, se supondrá que ambos galpones mantienen su valor equivalente al que se invirtió en ellos[4].
Recuperación capital de trabajo: se calculó como un sexto del costo anual desembolsable (equivalente a los dos meses de costo de funcionamiento indicados). No se incluye una inversión en capital de trabajo, debido a que la empresa ya cuenta con ella.

La evaluación de esta opción, por estar los flujos de caja elaborados sobre la base de costos relevantes, se hace calculando el valor actual de costo (VAC) de acuerdo con los criterios tradicionales de actualización de los flujos de caja o aplicando el procedimiento simplificado de cualquier hoja de cálculo computacional[5]. El valor resultante es M$ -65.431, que muestra cuánto le cuesta a la empresa esta opción en moneda de valor presente.

4 No se asigna valor de desecho a las máquinas, por cuanto al final del octavo año se venden.

5 En una planilla Excel se usa el comando **Función** del menú **Insertar**, se selecciona **Financieras** en la Categoría de la Función y se elige **VNA** en el Nombre de la función. En el cuatro **VNA** se escribe 10% en la casilla correspondiente a *Tasa*, se tabula para ir a **Valor 1** y se selecciona el rango de valores finales del flujo que va desde el año 1 al año 8 y la opción **Aceptar**. Al valor resultante debe restarle la inversión inicial que, al estar con signo negativo, en este caso se suma.

Situación base	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Venta máquina antigua									1.000
Venta máquina nueva									400
Mano de obra		-3.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000
Insumos directos varios		-2.000	-2.000	-2.000	-2.000	-2.000	-2.000	-2.000	-2.000
Energía		-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200
Seguro máquinas		-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
Gasto vigilancia		-600	-600	-600	-600	-600	-600	-600	-600
Gastos asignados		-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
Seguro galpón actual		-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200
Seguro galpón nuevo		-1.440	-1.440	-1.440	-1.440	-1.440	-1.440	-1.440	-1.440
Mantenimiento galpón actual		-800	-800	-800	-800	-800	-800	-800	-800
Mantenimiento galpón nuevo		-960	-960	-960	-960	-960	-960	-960	-960
Depreciación máquina antigua		-1.600	-1.600	-1.600	-1.600				
Depreciación máquina nueva		-800	-800	-800	-800	-800	-800	-800	-800
Depreciación galpón nuevo		-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200
Depreciación galpón actual		-1.143	-1.143	-1.143	-1.143	-1.143	-1.143	-1.143	-1.143
Valor libro									-1.600
Utilidad antes impuesto		-17.943	-17.943	17.943	-17.943	-16.343	-16.343	-16.343	-16.543
Impuesto		2.691	2.691	2.691	2.691	2.451	2.451	2.451	2.481
Utilidad neta		-15.251	-15.251	-15.251	-15.251	-13.891	-13.891	-13.891	-14.061
Depreciación máquina antigua		1.600	1.600	1.600	1.600				
Depreciación máquina nueva		800	800	800	800	800	800	800	800
Depreciación galpón nuevo		1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Depreciación galpón actual		1.143	1.143	1.143	1.143	1.143	1.143	1.143	1.143
Valor libro									1.600
Inversión máquina	-8.000								
Inversión galpón nuevo	-24.000								
Valor de desecho galpón actual									20.000
Valor de desecho galpón nuevo									24.000
Recuperación capital de trabajo									2.200
Flujo de caja	-32.000	-10.509	-10.509	-10.509	-10.509	-10.749	-10.749	-10.749	36.881

Tabla A1.1
Flujo de caja sin *outsourcing*.

Este valor deberá compararse con el costo actualizado de la opción externalizar, para determinar cuál de las dos es la opción más conveniente.

Para determinar los valores del flujo de caja de la situación con proyecto, es decir, de la opción del *outsourcing*, se deben tener las siguientes consideraciones:

Venta máquina: al externalizar el servicio, todas las máquinas quedan liberadas y se puede presumir que pueden ser vendidas al momento de reemplazar el sistema de mantenimiento interno por el externo. Como en el flujo anterior no se consideró la venta de la máquina que debe ser reemplazada este mes, tampoco se debe considerar en este caso, para mantener la consistencia del análisis y hacer posible su comparación. El resto de las máquinas tiene un valor comercial de $8 millones, monto que deber ser incluido como un ingreso en el momento cero.
Servicio externo: corresponde a los $7,8 millones de costo del mantenimiento externo.
Gastos de vigilancia: se mantiene el mismo valor de $600.000 de la situación base, por no ser evitable al externalizar el servicio.
Gastos asignados: se calculan por la diferencia entre el costo asignado en la situación base y los $600.000 de ahorro de costos posible de lograr con la externalización.
Seguro y mantenimiento galpón actual: la empresa mantendría el mismo costo anual de $1,2 millones de seguros por el galpón y de $800.000 en mantenimiento, aunque sea destinado a otros fines.
Desahucio: corresponde a los $6 millones que deberá pagar la empresa por reducir personal de su planta.
Depreciación galpón actual: al continuar con el galpón actual, la empresa seguirá depreciando el mismo monto de $1.142.857 calculado para la situación base.
Valor libro máquinas: para calcular la utilidad del activo vendido, se resta el costo contable que tenga al momento de la venta, el que corresponde a su valor libro o, lo que es lo mismo, a lo que falta por depreciar. Esto es, a $6,4 millones.
Impuesto: corresponde al 15% de las utilidades antes de impuesto, calculado sobre la base de las diferencias entre los ingresos y los egresos y gastos son desembolsables.
Valor de desecho galpón actual: como mantiene a perpetuidad su valor, se considera el monto de su inversión, es decir, $20 millones.
Recuperación de capital de trabajo: al calcular la inversión en capital de trabajo como el equivalente a dos meses de costo y al reducirse en esta opción los costos de funcionamiento en $2,4 millones anuales, la empresa recuperaría anticipadamente $400.000. Por lo tanto, al final del período de evaluación habría un capital de trabajo por recuperar de sólo $1,8 millones.

Situación con proyecto	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Venta máquina	8.000								
Servicio externo		-7.800	-7.800	-7.800	-7.800	-7.800	-7.800	-7.800	-7.800
Gastos vigilancia		-600	-600	-600	-600	-600	-600	-600	-600
Gastos asignados		-400	-400	-400	-400	-400	-400	-400	-400
Seguro galpón actual		-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200
Mantenimiento galpón actual		-800	-800	-800	-800	-800	-800	-800	-800
Desahucio	-6.000								
Depreciación galpón actual		-1.143	-1.143	-1.143	-1.143	-1.143	-1.143	-1.143	-1.143
Valor libro máquinas	-6.400								
Utilidad antes impuesto	-4.400	-11.943	-11.943	-11.943	-11.943	-11.943	-11.943	-11.943	-11.943
Impuesto	660	1.791	1.791	1.791	1.791	1.791	1.791	1.791	1.791
Utilidad neta	-3.740	-10.151	-10.151	-10.151	-10.151	-10.151	-10.151	-10.151	-10.151
Depreciación galpón actual		1.143	1.143	1.143	1.143	1.143	1.143	1.143	1.143
Valor libro maquinas	6.400								
Valor de desecho galpón actual									20.000
Recuperación capital trabajo									1.800
Flujo de caja	3.060	-9.009	-9.009	-9.009	-9.009	-9.009	-9.009	-9.009	12.791

Tabla A1.2
Flujo de caja sin *outsourcing*.

Al igual que en el caso anterior, se debe calcular el valor actual del flujo de costos de esta opción para compararlo con el calculado en la situación base. Al aplicar los criterios tradicionales de actualización. Se obtiene un VAC de M$ -32.883. En consecuencia, la externalización es más barata, en moneda de hoy, en M$32.542.

b. Análisis incremental

Una forma opcional de evaluar este proyecto consiste en aplicar el modelo del análisis incremental. Es decir, definir el cambio que el proyecto introducirá en la situación actual. A continuación se exponen, para cada ítem del flujo de caja incremental, las consideraciones que permiten confeccionarlo.

Venta máquina antigua: si se hace el *outsourcing*, la empresa podrá vender hoy en $8 millones la máquina que emplea en le proceso, pero dejará de percibir $1 millón al final del octavo año, como estaba presupuestado.
Venta máquina nueva: si se opta por el servicio externo, la empresa no invierte en una máquina que reemplace a la que debe cambiarse este mes y, por lo tanto, deja de proyectar su venta e ingreso en $400.000 al final del período de evaluación.
Servicio externo: corresponde al mayor costo de $7,8 millones de contratar el servicio externamente.

Mano de obra, insumos directos varios, energía, seguro máquinas, gastos asignados, mantenimiento y seguros galpón nuevo: son los ahorros que tendría la empresa al dejar de hacer el mantenimiento internamente.

Desahucio: la empresa tendrá que enfrentar un mayor costo de $6 millones por una sola vez si decide externalizar el servicio.

Depreciación: al dejar de comprar o tener los activos que se hacen innecesarios con el *outsourcing*, la empresa deja de depreciarlos. Esto explica que en un análisis incremental puede aparecer este ítem con signo positivo.

Valor libro máquinas: corresponde al valor libro del activo que se libera y que debe incluir para determinar la utilidad sobre la cual pagar impuestos.

Ahorro inversión máquina y galpón nuevo: al hacer el proyecto, la empresa se ahorra la inversión programada en renovar la máquina y en comprar un nuevo galpón.

Valor de desecho galpón nuevo: si bien la empresa se ahorra la inversión en un nuevo galpón, también deja de tener ese galpón al final del periodo de evaluación. Por tal motivo, se anota con signo negativo el menor valor de desecho que tendría al octavo año.

Recuperación del capital de trabajo: como la empresa tiene hoy un capital de trabajo de $2,2 millones, la externalización le permite, por una parte, recuperar hoy $400.000 de esa inversión y, por otra, la obliga a una menor recuperación, por igual monto, al final del período de evaluación. En otras palabras, el proyecto posibilita adelantar una recuperación de un capital de trabajo que está en la empresa e invertirlo anticipadamente en otras opciones.

Para medir la rentabilidad del proyecto de externalizar, se calculó el valor actual neto del flujo incremental, que mide la variación en la rentabilidad entre hacer el *outsourcing* y continuar con el servicio interno.

Al observar el flujo de caja resultante del análisis incremental, se deduce fácilmente la conveniencia de la externalización por tener todos los flujos positivos, con excepción del último, aun antes de calcular su rentabilidad.

El resultado del valor actual neto incremental es de M$35.542, lo que coincide con la diferencia entre los valores actuales de costos de las opciones de hacer interna y externamente el mantenimiento de las maquinarias.

La tabla A1.3 presenta la estructura del flujo de caja incremental para el caso en estudio.

A1.2

Caso 2: reemplazo de sistema de evacuación de residuos

En los últimos años, el nivel de las lluvias durante los meses de otoño e invierno (tradicionalmente lluviosos) ha sido notoriamente deficitario con respecto a los niveles históricos, lo cual ha provocado serios trastornos en todas las actividades que dependen de este recurso, como son, por ejemplo, la agricultura, la ganadería y la generación de energía. Esto ha obligado a buscar soluciones que permitan asegurar un suministro estable de electricidad para el desarrollo de la actividad económica y el consumo público. Una de estas soluciones la constituyen las centrales termoeléctricas, las que, si bien no resuelven definitivamente el problema por su limitada capacidad generadora, sí dan respaldo al sistema.

Sin embargo, estas centrales presentan algunos problemas que requieren un análisis técnico y económico para su solución. Tal es el caso que se presenta en la Central Termoeléctrica Quillay, donde se debe evaluar el mejor sistema de evacuación de sus residuos.

En la actualidad, la caldera de la Central Termoeléctrica Quillay, deja como residuos no utilizables económicamente escorias y cenizas que equivalen aproximadamente al 20% del peso total del carbón quemado. En un año de actividad intensiva de la central, como en períodos de sequía, se pueden quemar cerca de 300 mil toneladas de carbón, lo que significa una producción de 60 mil toneladas de cenizas y escorias, equivalentes a un volumen de 50 mil metros cúbicos en total, a los que debe darse alguna ubicación definitiva.

Actualmente estos residuos son llevados hasta una cancha de acopio provisoria, distante unos 200 metros, vía transporte hidráulico por tuberías. Esta cancha provisoria tiene una capacidad máxima de 100 mil metros cúbicos, por lo cual el material deber ser retirado de ella cada año y llevado en camiones hasta otra cancha de acopio definitivo, que se encuentra a 2,5 kilómetros, debiendo para ello utilizar caminos en precarias condiciones.

Incremental	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Venta máquina antigua	8.000								-1.000
Venta máquina nueva									-400
Servicio externo		-7.800	-7.800	-7.800	-7.800	-7.800	-7.800	-7.800	-7.800
Mano de obra		3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Insumos directos varios		2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Energía		1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Seguro máquinas		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Gastos asignados		600	600	600	600	600	600	600	600
Seguro galpón nuevo		1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440
Mantenimiento galpón nuevo		960	960	960	960	960	960	960	960
Desahucio	-6.000								
Depreciación máquina antigua		1.600	1.600	1.600	1.600				
Depreciación máquina nueva		800	800	800	800	800	800	800	800
Depreciación galpón nuevo		1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Valor libro máquinas	-6.400								1600
Utilidad antes impuesto	-4.400	6.000	6.000	6.000	6.000	4.400	4.400	4.400	4.400
Impuesto	660	-900	-900	-900	-900	-660	-660	-660	-690
Utilidad neta	-3.740	5.100	5.100	5.100	5.100	3.740	3.740	3.740	3.740
Depreciación máquina antigua		-1.600	-1.600	-1.600	-1.600				
Depreciación máquina nueva		-800	-800	-800	-800	-800	-800	-800	-800
Depreciación galpón nuevo		-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200
Valor libro máquinas	6.400								-1.600
Ahorro inversión máquina	8.000								
Ahorro inversión galpón nuevo	24.000								
Valor de desecho galpón nuevo									-24.000
Recuperación capital de trabajo	400								-400
Flujo de caja	35.060	1.500	1.500	1.500	1.500	1.740	1.740	1.740	-24.090

Tabla A1.3
Flujo de caja incremental del *outsourcing*.

Esta cancha de acopio definitivo está a unos 900 metros en línea recta de la central, pero separada de ésta por un cerro de 35 metros de altura. Una opción propuesta es construir un sistema de tubería para que, por el mismo sistema hidráulico, la escoria sea evacuada directamente desde la Central a la cancha de acopio definitiva.

Las inversiones para llevar a cabo esta opción son:

Estudios técnicos para el montaje	$ 1.000.000
Equipos (bomba, tuberías, válvulas, etc.)	$25.000.000
Montaje	$12.000.000

La inversión se activa contablemente, para fines de depreciación, al equivalente de su valor total instalado.

Los costos anuales de mantenimiento de la válvula y bomba se estiman en $600.000, en tanto que el gasto de operación anual lo constituye básicamente el consumo anual de energía eléctrica de la bomba, estimado en $85 por metro cúbico de residuo transportado. Los equipos en uso se encuentran totalmente depreciados. No existe otro gasto adicional para la central por la operación del sistema. Por otra parte, sobre la base de observaciones de mercado se ha estimado que los nuevos equipos podrían tener un valor de salvamento de $2 millones al final del período de 10 años de evaluación del proyecto, aunque no será vendida por tener una vida útil real de muy largo plazo.

En cuanto a los costos inherentes a la situación actual de la central, relacionados con el transporte de las cenizas y la escoria, éstos consisten en gastos de mantenimiento que corresponden a las necesarias reparaciones anuales del tramo de 200 metros de tuberías viejas del trasporte hidráulico existente entre la central y la cancha provisoria y a gastos por mantenimiento de esta última, que ascienden en total a $15 por metro cúbico de material transportado. El costo de la energía utilizada en sacar los residuos de la caldera y transportarlos 200 metros hasta la cancha transitoria es equivalente al costo en que se incurriría por extraer estos residuos de la caldera y ponerlos en la tubería que se pretende instalar para su traslado a la cancha definitiva.

En la situación base están los gastos de operación correspondientes a un costo por metro cúbico de carga y transporte por camiones de la escoria hasta la cancha definitiva, el que alcanza un costo aproximado de $212 por metro cúbico transportado. En la actualidad, la cancha de acopio provisoria tiene un valor comercial de $35 millones y un valor contable (valor en libros) de $18 millones. De llevarse a cabo el proyecto de inversión, esta cancha provisoria podría ser vendida su valor de mercado.

Por la abundancia y bajo costo del carbón utilizado en la generación de energía –principal insumo del proyecto– se considera que ésta no es una variable de riesgo relevante. Pero existe la posibilidad de que, al reducirse su nivel de actividad, varíen las estimaciones de volúmenes de cenizas y escorias residuales para transportar, con el consiguiente efecto sobre la rentabilidad del proyecto.

Finalmente, se tienen antecedentes de que la depreciación contable de los activos involucrados susceptibles de depreciar se realiza a una tasa del 10% anual, en tanto que la tasa de impuesto a las utilidades es de una 15% anual. La tasa de descuento inherente al proyecto se ha calculado en un 10%, en consideración del sector industrial al que pertenece la empresa.

Con la información anterior, determine el volumen mínimo de cenizas y escorias residuales para transportar que haga conveniente el proyecto.

La solución de este problema se hará mediante la construcción de un flujo de caja incremental, para facilitar la búsqueda del volumen de operación que haga indiferente al transporte de las cenizas por camiones o empleando la opción de la tubería.

La indiferencia se produce cuando la cantidad a transportar hace a los VAC de ambas alternativas iguales o, lo que es lo mismo, la que hace a la diferencia entre ambos VAC igual a cero.

A continuación se explican los ítems que configuran el flujo de la caja incremental entre transportar la ceniza por la tubería en vez de hacerlo con camiones.

Venta de terreno: si se opta por la tubería, la cancha de acopio transitoria se libera, pudiendo estimarse que se venderá a su precio de mercado. Es decir, en $35. millones.

Ahorro flete: al hacer la tubería, se dejan de pagar $212 por cada uno de los 50.000 m^3 transportados en camiones. Esto da un ahorro de $10,6 millones anuales.

Ahorro costo actual: los $750.000 corresponden al ahorro de los $15 por cada metro cúbico transportado anualmente con la tubería que va desde la planta a la cancha de acopio transitoria.

Mayor costo variable: corresponde al costo de $85 por metro cúbico de la energía usada para transportar los 50.000 m^3 entre la planta y la cancha de acopio definitiva con la opción de la tubería.

Mayor costo fijo: son los $600.000 anuales para el mantenimiento de la nueva bomba.

Depreciación: se calculó anualmente cono 1/10 de los $38 millones de la inversión, considerando como inversión el total de los recursos requeridos para tener la tubería instalada.

Valor libro terreno: es el valor contable, o lo que falta por depreciar, que debe restarse cada vez que se vende un activo para determinar la utilidad en su venta y calcular el impuesto correspondiente.

Impuesto: corresponde, en cada periodo, al 15% de las utilidades.

Inversión: se consideraron los $38 millones que deberán gastarse en tener la tubería instalada.

Menor valor de desecho: la empresa, al vender el terreno, pierde la propiedad sobre él. El proyecto, por lo tanto, no puede atribuirse el beneficio del ingreso generado por la venta del terreno, ya que es un activo que la empresa tenía. Pero sí es un beneficio suyo la posibilidad de usar anticipadamente los recursos liberados en la venta de ese terreno. Por lo tanto, se anota el mayor ingreso por venta en el momento cero y el menor valor del activo que la empresa hubiera exhibido como propio al final del periodo de evaluación. Por otra parte, la nueva tubería tendría un valor de desecho positivo, por cuanto, al hacer el reemplazo, la empresa sería dueña de un nuevo activo, aunque usado, al final del décimo año. El valor de desecho total se calcula como sigue:

	Terreno	Tubería
Valor activo	35.000.000	2.000.000
Valor libro	-18.000.000	-0
Utilidad	17.000.000	2.000.000
Impuesto	-2.550.000	-300.000
Utilidad neta	14.450.000	1.700.000
Valor libro	18.000.000	0
Valor de desecho	32.450.000	1.700.000

Por lo tanto, al hacer el proyecto se tendría un mayor valor de desecho de $1,7 millones por la tubería, pero se dejaría de tener el valor de desecho de $32,45 millones por haberse vendido el terreno. El efecto neto, es entonces, negativo en $30,75 millones.

Al calcular el valor actual neto incremental se obtiene un resultado positivo de $20.046.000.

Por ser un flujo incremental, este valor indica que la empresa obtiene este ahorro actualizado de costos si hace la tubería en vez de emplear el transporte por camiones.

Para determinar el nivel de residuos para transportar que hace indiferentes a ambas opciones, se busca la cantidad de metros cúbicos que hace a los valores actuales de costos iguales entre ellas, o como ya se mencionó, a la cantidad que hace al VAN incremental igual a cero.

Para ello, se puede usar la planilla electrónica (como Excel, por ejemplo) seleccionando el comando **Buscar objetivo** del Menú **Herramientas**. En la pantalla desplegada se anota, en **Definir la celda**, aquélla donde está señalado el VAN, en **con el valor** se anota "0", que es el VAN buscado, y en **para cambiar la celda** se indica la celda donde están anotados los 50.000 m^3. Para esto, todos los costos y beneficios que están en función de la cantidad deben quedar definidos como una relación de esa celda.

De esta forma, y luego de seleccionar la opción **Aceptar**, la planilla muestra un resultado de 22.972 m^3, que corresponde al nivel de indiferencia entre ambas opciones.

Incremental	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Venta terreno	35.000										
Ahorro flete		10.600	10.600	10.600	10.600	10.600	10.600	10.600	10.600	10.600	10.600
Ahorro costo actual		750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
Mayor costo variable		-4.250	-4.250	-4.250	-4.250	-4.250	-4.250	-4.250	-4.250	-4.250	-4.250
Mayor costo fijo		-600	-600	-600	-600	-600	-600	-600	-600	-600	-600
Depreciación		-3.800	-3.800	-3.800	-3.800	-3.800	-3.800	-3.800	-3.800	-3.800	-3.800
Valor libro terreno	-18.000										
Utilidad	17.000	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700
Impuesto	-2.550	-405	-405	-405	-405	-405	-405	-405	-405	-405	-405
Utilidad neta	14.450	2.295	2.295	2.295	2.295	2.295	2.295	2.295	2.295	2.295	2.295
Depreciación		3.800	3.800	3.800	3.800	3.800	3.800	3.800	3.800	3.800	3.800
Valor libro terreno	18.000										
Inversión	-38.000										
Menor valor desecho											-30.750
Flujo	-5.550	6.095	6.095	6.095	6.095	6.095	6.095	6.095	6.095	6.095	-24.655

Tabla A1.4
Flujo de caja incremental del reemplazo.

Si se estima que el nivel de operación futura deberá evacuar más de esta cantidad de residuos, se elegirá la tubería, y si se espera que sea inferior a ella, se deberá mantener el transporte por camiones.

Un procedimiento especial se puede utilizar si, por ejemplo, se considera posible negociar con los dueños de los camiones la posibilidad de rebajar los costos. La sensibilización determinaría el costo del transporte que hace indiferente a ambas alternativas.

A1.3 Caso 3: ampliación de niveles de operación

Una empresa está estudiando la posibilidad de ampliar la capacidad instalada de una de sus plantas, que actualmente le permite producir y vender 1.000 toneladas anuales a un precio de $20.000 cada una. Sus costos de operación variables se estiman, para el próximo año, en $6.000 por tonelada producida. Los costos fijos, estimados en $2,6 millones anuales, no incluyen los gastos de mantenimiento de la máquina empleada en el proceso, cuyo costo fue de $400.000 para su primer año de operación.

En la producción actual se emplea una maquinaria comprada hace dos años en $4 millones. Hoy tiene un valor de mercado de $3 millones y podría usarse todavía cinco años más, al cabo de los cuales se podrá vender en $200.000. Su valor libro es, según información del contador de la empresa, de $2,7 millones, lo que se explica por las revalorizaciones efectuadas en los años anteriores.

Para enfrentar la ampliación de la planta, la empresa podría optar por una de las siguientes alternativas:

a. comprar una máquina pequeña que complementaría a la actual en $10 millones, cuya vida útil es de cinco años. Su valor de venta se estima, para ese momento, en $400.000. Su costo de operación es de $4.000 por tonelada. Con esta máquina se podrían producir mil toneladas más sin incrementar los egresos fijos, aunque se deberá agregar el costo de su mantenimiento anual, que se estima en $300.000 para el primer año de funcionamiento;

b. reemplazar el equipo actual por otro más moderno que tiene una capacidad de producción equivalente a las dos máquinas de la alternativa anterior. Su valor de mercado es de $20 millones. Se estima un costo variable de producción de $5.500 por tonelada. Esta opción aumentaría los costos fijos en consideración de que, aunque permitiría evitar el costo de mantenimiento del equipo actual, agrega un costo de mantenimiento para el nuevo equipo de $600.000 anuales. Su vida útil se estima en siete años, estimándose un valor de venta al final del quinto año de $1 millón.

La empresa mantiene un capital de trabajo equivalente a seis meses de costo variable.

La tasa de crecimiento del costo de mantenimiento de las máquinas se calcula por la siguiente expresión exponencial trimestral:

$$100 + e^{[(x + 30)* 0,1]}$$

Los equipos se deprecian linealmente en cinco años. Si la tasa de impuestos para la empresa es del 15% y la del costo de capital del 14%, determine la opción más conveniente para la empresa.

La solución de este problema se puede enfrentar evaluando los tres escenarios posibles de identificar: a) la situación base, b) la situación con proyecto de ampliación por la vía del complemento de la maquinaria, y c) la situación de ampliación mediante la sustitución de la maquinaria actual por otra de mayor capacidad.

a. Situación base

En la proyección del flujo de caja se hicieron las consideraciones que se explican a continuación para cada ítem de beneficio y costo:

Ingresos: es el resultado de multiplicar el precio ($20.000) por las 1.000 toneladas vendidas en el año.
Venta de activos: en el caso de continuar con la situación actual, la máquina que se emplea en el proceso podrá ser vendida al final de su vida útil real en $200.000.
Costos variables: corresponde al costo de operación variable unitario ($6.000) multiplicado por las 1.000 toneladas anuales producidas.
Costos fijos: son los $2,6 millones indicados en el planteamiento del proyecto.
Costo de mantenimiento: el costo de mantenimiento de las máquinas tiene una tasa de crecimiento exponencial, trimestralmente de la forma $(100 + e^{[(x + 30)* 0,1]})$, de lo que se deduce la tabla trimestral que se muestra en la página siguiente. Al comparar la variación que se produce cada año (o cada cuatro trimestres) se deduce la variación porcentual que se aplica a la proyección del costo de mantenimiento. Al tener este equipo dos años de antigüedad, el costo para el primer año de la proyección (tercero de su vida), corresponde a la proyección del tercer año. Esto es:

$$\$400.000 * 1,08226 * 1,11339$$

de lo que resulta el costo de $481.991 para el primer año de operación.

La tabla A1.5 presenta el resultado de la función exponencial aplicada trimestralmente al proyecto y la variación anual observada.
Valor libro: cada vez que se vende un activo debe analizarse el efecto tributario que tendría una eventual pérdida o ganancia, la que resulta de restar al precio de venta su costo contable o valor libro. Al estar completamente depreciado, su valor libro es cero.
Impuesto: se calcula como el 15% de la utilidad.
Depreciación: se obtiene de dividir su valor libro informado ($2,7 millones) por los tres años de vida útil contable que le quedan al equipo.

Trimestre (x)	Exponencial	Variación anual[6]
0	120,086	
1	122,198	
2	124,533	
3	127,113	
4	129,964	8,226%
5	133,115	
6	136,598	
7	140,447	
8	144,701	11,339%
9	149,402	
10	154,598	
11	160,340	
12	166,686	15,193%
13	173.700	
14	181,451	
15	190,017	
16	199,484	19,677%
17	209,947	
18	221,510	
19	234,290	
20	248,413	24,528%
21	264,022	
22	281,272	
23	300,337	
24	321,406	29,384%

Tabla A1.5
Tasa de crecimiento de los costos de mantenimiento.

Capital de trabajo: se consideró irrelevante el capital de trabajo, ya que no se requiere invertir en él si se mantiene la empresa funcionando. De igual forma, se excluyó como recuperación al final del periodo de evaluación, ya que cualquiera sea la decisión, esta inversión estará en la empresa.

El flujo de caja resultante de estos considerandos se muestra en la tabla A1.6:

[6] Se calcula respecto al año anterior.

Sin ampliación	0	1	2	3	4	5
Ingresos		20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Venta activos						200
C. variable		-6.000	-6.000	-6.000	-6.000	-6.000
C. fijos		-2.600	-2.600	-2.600	-2.600	-2.600
C. mantenimiento		-482	-555	-664	-827	-1.071
Depreciación		-900	-900	-900		
Valor libro						-0
Utilidad		10.018	9.945	9.836	10.573	10.529
Impuesto		-1.503	-1.492	-1.475	-1.586	-1.579
Utilidad neta		8.515	8.453	8.360	8.987	8.950
Depreciación		900	900	900		
Valor libro						0
Flujo de caja	0	9.415	9.353	9.260	8.987	8.950

Tabla A1.6
Flujo de caja sin ampliación.

El valor actual neto de este flujo, a una tasa de costo de capital del 14%, es de M$31.675.

b. Situación con proyecto de ampliación por complemento

Al evaluar la ampliación por complemento de los activos actuales, el flujo de caja debe considerar los efectos combinados de las dos máquinas que actúan simultáneamente, tal como se explica a continuación:

Ingresos: resulta de multiplicar el precio unitario ($20.000) por las 2.000 toneladas que se podrán vender cada año.
Venta de activos: en este escenario la empresa podrá vender al final del periodo de evaluación las dos máquinas en $600.000: la actual en $200.000 y la nueva en $400.000.
Costos variables: corresponde al costo de operación variable unitario ($6.000) multiplicado por las 1.000 toneladas anuales producidas por la máquina actual, más el costo de operación variable unitario de la nueva máquina ($4.000) multiplicado por las 1.000 toneladas adicionales que produciría esta nueva máquina. Es decir, $10 millones en conjunto.
Costos fijos: se mantienen los $2,6 millones de costo fijo.

Costo de mantenimiento: corresponde al costo de mantenimiento calculado para la máquina actual, más el costo que resulta de aplicar la tasa de variación anual al costo de mantenimiento de la nueva máquina.
Depreciación: se obtiene de dividir el valor de adquisición del nuevo activo ($10 millones), por los cinco años a depreciar ($2 millones), más la depreciación anual por los tres años restantes, del activo actual.
Valor libro: al estar completamente depreciados, el valor libro de ambos activos es cero.
Impuesto: se calcula como el 15% de la utilidad.
Inversión: corresponde a los $10 millones que cuesta adquirir la máquina complementaria.

Complemento	0	1	2	3	4	5
Ingresos		40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
Venta activos						600
C. variable		-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
C. fijos		-2.600	-2.600	-2.600	-2.600	-2.600
C. mantenimiento		-782	-880	-1.026	-1.244	-1.569
Depreciación		-2.900	-2.900	-2.900	-2.000	-2.000
Valor libro						-0
Utilidad		23.178	23.620	23.474	24.156	24.431
Impuesto		-3.558	-3.543	-3.521	-3.623	-3.665
Utilidad neta		20.160	20.077	19.953	20.533	20.766
Depreciación		2.900	2.900	2.900	2.000	2.000
Valor libro						0
Inversión	-10.000					
Capital de trabajo	-2.000					2.000
Flujo de caja	-12.000	23060	22.997	22.853	22.533	24.766

Tabla A1.7
Flujo de caja de la ampliación por complemento.

Capital de trabajo: para mantener la coherencia del análisis de la situación base, se considera irrelevante el capital de trabajo existente. Sin embargo, al ampliarse la empresa, se deberá invertir el equivalente a seis meses del costo variable anual adicional. Como el costo variable anual aumentaría en $4 millones, se deberá considerar una mayor inversión inicial y una mayor recuperación al final del período de evaluación, de $2 millones.

El valor actual neto de este escenario es de M$67.538, de lo que se deduce claramente que la rentabilidad de la empresa mejoraría con esta opción. Sin embargo,

podría ser posible que enfrentar la ampliación mediante la sustitución de la tecnología en uso por otra de mayor capacidad de producción genere todavía más beneficios que la analizada.

c. Situación con proyecto de ampliación por reemplazo

A continuación se exponen los considerandos sobre los que se basa la proyección del flujo de caja de la opresión de la ampliación por sustitución de la máquina actual.

Ingresos: resulta de multiplicar el precio unitario ($20.000) por las 2.000 toneladas que se podrán vender cada año.
Venta de activos: en este escenario, la empresa podrá vender la máquina actual en $3 millones, en el momento de hacer el reemplazo.
Costos variables: corresponde al costo de operación variable unitario de la nueva máquina ($5.500) multiplicado por las 2.000 toneladas anuales que podría producir por sí sola, obteniéndose la cifra de $11 millones anuales.
Costos fijos: se mantienen los $2,6 millones de costo fijo, excluido el mantenimiento.
Costo de mantenimiento: corresponde al costo de mantenimiento que resulta de aplicar la tasa de variación anual a la nueva máquina.
Depreciación: se obtiene de dividir el valor de adquisición del nuevo activo ($20 millones) por los cinco años a depreciar.
Valor libro: corresponde a lo que falta por depreciar del equipo actual, es decir, a $2,7 millones.
Impuesto: se calcula el 15% de la utilidad.
Inversión: corresponden a los $20 millones que cuesta adquirir la nueva máquina.
Capital de trabajo: se mantiene la consideración de la irrelevancia del capital de trabajo existente. Al ampliarse la empresa, se deberá invertir el equivalente a seis meses del costo variable anual adicional. Como el costo anual aumentaría en $5 millones, se deberá considerar una mayor inversión inicial y una mayor recuperación final del periodo de evaluación, de $2,5 millones.
Valor de desecho: como la nueva máquina no se vende al final del periodo de evaluación, y por ser un activo que queda en poder de la empresa, se le debe asignar un valor de desecho. Dado que se podría vender en $1 millón y que su valor libro sería, en este momento, de cero, todo el precio constituiría utilidad, debiéndose pagar el 15% de impuesto sobre él. Es decir, $150.000, con lo que el valor después de impuesto sería, para la empresa, de solo $850.000.

El flujo de caja de la ampliación mediante la opción de sustitución se muestra en la tabla A1.8:

Reemplazo	0	1	2	3	4	5
Ingresos		40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
Venta activos	3.000					
C. variable		-11.000	-11.000	-11.000	-11.000	-11.000
C. fijos		-2.600	-2.600	-2.600	-2.600	-2.600
C. mantenimiento		-600	-649	-723	-833	-997
Depreciación		-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	-4.000
Valor libro	-2.700					
Utilidad	300	21.800	21.751	21.677	21.567	21.403
Impuesto	-45	-3.270	-3.263	-3.252	-3.235	-3.210
Utilidad neta	255	18.530	18.488	18.425	18.332	18.193
Depreciación		4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Valor libro	2.700					
Inversión	-20.000					
Capital de trabajo	-2.500					2.500
Valor desecho						850
Flujo de caja	-19.545	22.530	22.488	22.425	22.332	25.543

Tabla A1.8
Flujo de caja de la ampliación por reemplazo.

La rentabilidad de esta opción muestra un valor actual neto de M$59.147 que, siendo mejor que el de la situación base, es inferior al de la ampliación por complemento.

A1.4 Caso 4: abandono de un área de negocio

Una empresa de *Rent a car* creó, hace varios años, una división de *Compra y venta* de vehículos usados para optimizar el uso de los recursos invertidos en el negocio. Así, la *Compra y venta* se encargaba de vender los vehículos que el *Rent a car* dejaba de requerir y, en los periodos de alta demanda para rentar vehículos, la *Compra y venta* le "prestaba" automóviles de su stock.

El crecimiento alcanzado en la dotación de vehículos y los requerimientos de reparaciones y mantenimiento determinaron que se creara, posteriormente, una tercera división, la del *Taller mecánico*, que sirve solamente a las dos divisiones anteriores, sin prestar servicios a personas ni empresas externas. Tampoco existe la intención futura de hacerlo. Aunque los resultados del conglomerado muestran utilidades, la división *Rent a car* lleva dos años consecutivos mostrando pérdidas contables.

La Administración central del conglomerado funciona en un local alquilado, ocupando un piso completo de un edificio de oficinas.

Sus costos anuales, que se estiman constantes a futuro, son los de la tabla A1.9:

Ítem	Costo ($)
Remuneraciones	3.500.000
Alquiler	500.000
Comunicaciones	600.000
Insumos varios	480.000
Contabilidad	930.000
Sistemas de información	1.020.000
Seguros	320.000
Mantenimiento de oficina	140.000
Materiales de oficina	260.000
Energía	40.000

Tabla A1.9
Costos anuales de la Administración central.

Los activos[7] de la Administración central están constituidos por mobiliario y equipamiento de oficinas (comprados en $6 millones) y equipos de computación, que costaron $3 millones hace un año. Los primeros tienen una antigüedad de cinco años y no se estima necesario reemplazarlos en el mediano plazo[8].

La división *Rent a car*, por otra parte, tiene ventas anuales de $20 millones y sus costos anuales de operación son los que se muestran en la tabla 13.10.

La división *Rent a car* funciona en un terreno propio que costó $23 millones y en un edificio cuya construcción tuvo un costo de $60 millones hace dos años. El valor de mercado conjunto es hoy de $90 millones. El mobiliario y equipos de oficinas se compraron hace tres años en $2,4 millones y no se tiene previsto su reemplazo a mediano plazo. Su valor de mercado actual es de $1,6 millones. Los equipos de computación costaron $1 millón y hoy se podrían vender en $300.000.

7 En este caso se supone que los activos no se revalorizaron en el pasado.

8 Todas las computadoras y periféricos del conglomerado se compran simultáneamente y son sustituidos en su totalidad cada tres años, correspondiendo el próximo reemplazo al final del próximo año. Se estima posible vender todas las computadoras usadas en $1 millón.

Ítem	Costo ($)
Remuneraciones	4.500.000
Comunicaciones	320.000
Uniformes	150.000
Publicidad	1.200.000
Insumos varios	930.000
Seguros	1.200.000
Mantenimiento de oficina	20.000
Materiales de oficina	50.000
Energía	60.000

Tabla A1.10
Costos anuales de la división *Rent* car.

La división *Compra y venta* proyecta mantener sus ingresos en $30 millones anuales y sus costos de funcionamiento, también anuales, como se muestra en la tabla A1.11.

El local donde opera la división es alquilado y sus únicos activos son el mobiliario y equipos de oficina[9], cuyo valor de compra fue de $1,8 millones hace dos años, y equipos de computación adquiridos en $1,2 millones.

El Taller mecánico funciona en un local propio comprado recién hace un mes. El terreno en que se encuentra se activó contablemente en $9 millones y la construcción en $20 millones. Las máquinas fueron compradas hace cuatro años. Una de ellas la AKT-201, que tiene un costo de $15 millones, debe ser reemplazada cada diez años, pudiendo en ese momento ser vendida en $1 millón. No será necesario reemplazar el resto de las máquinas, las ART-603 y ART-604, que en conjunto costaron $15 millones, ya que se considera que con el plan de mantenimiento previsto, éstas mantendrán su capacidad productiva en un muy largo plazo.

Todas las computadoras que utilizan costaron $600.000.

Los costos de operación anuales del *Taller mecánico* se estiman como muestra la tabla A1.12.

[9] No se contempla la sustitución a mediano plazo.

Ítem	Costo ($)
Remuneraciones	5.200.000
Alquiler	800.000
Comunicaciones	140.000
Publicidad	830.000
Insumos varios	770.000
Seguros	730.000
Mantenimiento de oficinas	20.000
Materiales de oficina	50.000
Energía	20.000

Tabla A1.11
Costos anuales de la división *Compra y venta.*

Ítem	Costo ($)
Remuneraciones	3.600.00
Comunicaciones	40.000
Uniformes	120.000
Insumos varios	5.200.000
Seguros	660.000
Mantenimiento de máquinas	440.000
Material de oficina	20.000
Energía	580.000

Tabla A1.12
Costos anuales de la división *Taller mecánico.*

Las construcciones de deprecian en un período de 20 años, la maquinaria y el mobiliario en diez años, y los equipos de computación en tres años.

Los costos de la *Administración central* y del *Taller mecánico* se distribuyen entre las dos divisiones en partes iguales.

De acuerdo con esta información, la empresa estima que no es sostenible la pérdida anual, por lo que considera conveniente evaluar el cierre de la división *Rent a car*.

Este cierre permitiría ahorrar todos los costos asociados a esa división, además de reducir varios otros en la *Administración central* y el *Taller*. Por otra parte, permitiría generar ingresos importantes por la venta de las instalaciones y otros activos porque pasarían a ser innecesarios para la empresa.

En la Administración central, por ejemplo, se podría reducir el costo de los sistemas de información a $830.000 y los materiales de oficina a $230.000. En el *Taller mecánico*, se podrían disminuir los ítems remuneraciones a $2 millones, uniformes a $80.000, insumos varios a $3,3 millones, seguros a $480.000, mantenimiento de máquinas a $300.000 y energía a $400.000, además de la depreciación por la posibilidad de vender la máquina ART-603 (que costó $7 millones y que se podría vender hoy en $3,2 millones).

La empresa tributa el 15% sobre las utilidades y evalúa sus proyectos con una tasa de costo de capital del 14%.

Por otra parte, calcula la inversión en capital de trabajo como el 18% de los costos anuales desembolsables, excluidos los impuestos.

La solución de este problema puede enfrentarse mediante la comparación de la situación sin el cierre de la división *Rent a car* con la de su abandono, o realizando un análisis incremental. A continuación se desarrolla el primer procedimiento.

a. Situación base

Como se puede apreciar en la tabla A1.13, la división *Rent a car* presenta una pérdida contable atribuible, de manera importante, a la asignación de los costos generales ocasionados por la *Administración central* y el *Taller mecánico*.

Para determinar la conveniencia de continuar o no con la división *Rent a car*, debe proyectarse un flujo de caja que permita medir la rentabilidad total de la situación base en un horizonte de tiempo superior a sólo un año.

En la proyección del flujo de caja que más adelante se presenta se tuvieron en consideración los siguientes supuestos:

Ventas: corresponde a la suma de los ingresos esperados del *Rent a car* ($20 millones) y de la *Compra y venta* ($30 millones).

Venta de activos: considera el ingreso de $1 millón por la venta de la máquina AKT-201, que debe reemplazarse al final del año sexto, por terminar su vida útil estimada en diez años, y $1 millón de ingresos por la venta de todo el sistema de computación que se sustituye cada tres años, a partir del final del primer año, por cuanto tiene dos años de uso.

Costo de operación: corresponde al gasto en remuneraciones, arriendo, comunicaciones, uniformes, publicidad, insumos varios, contabilidad, sistemas de información, seguros, mantenimiento de oficinas y maquinarias, materiales de oficina y energía, los que se deducen de la tabla A1.13.

Depreciación edificio Rent a car y Taller mecánico: corresponde a la depreciación anual calculada dividiendo el valor de adquisición por el número de años a depreciar.

	Adm. Central	Rent a car	Compra venta	Taller	Total
Ventas		20.000	30.000		50.000
Remuneraciones	-3.500	-4.500	-5.200	-3.600	-16.800
Alquiler	-500		-800		-1.300
Comunicaciones	-600	-320	-140	-40	-1.100
Uniformes		-150		-120	-270
Publicidad		-1.200	-830		-2.030
Insumos varios	-480	-930	-770	-5.200	-7.380
Contabilidad	-930				-930
S. información	-1.020				-1.020
Seguros	-320	-1.200	-730	-660	-2.910
Mant. Oficina	-140	-20	-20		-180
Mant. Máquinas				-440	-440
Materiales oficina	-260	-50	-50	-20	-380
Energía	-40	-60	-20	-580	-700
Depreciación edif.		-3.000		-1.000	-4.000
Depreciación maq.				-3.000	-3.000
Depreciación mob.	-600	-240	-180		-1.020
Depreciación comp.	-1.000	-333	-400	-200	-1.933
Utilidad por centro de costo	-9.390	7.997	20.860	-14.860	4.607
Asignación costo taller		-7.430	-7.430		
Asignación costo A. Central		-4.695	-4.695		
Utilidad por división		-4.128	8.735		4.607

Tabla A1.13
Utilidad actual por división y total de la empresa.

Depreciación máquina AKT-201a: se calculó dividiendo los $15 millones de su valor de compra por los diez años a depreciar. Como ya tiene una antigüedad de cuatro años, le quedan seis por depreciar.
Depreciación máquina AKT-201b: es la máquina que sustituye a la anterior al cabo de diez años. Como tiene cuatro años de uso, se debe reemplazar al final del sexto año, empezando a depreciarse en el séptimo año. El monto se calcula igual que para la máquina anterior.
Depreciación máquinas ART-603/604: como ambas máquinas costaron en conjunto $15 millones, se deprecian en diez años, independientemente de cuánto tiempo se usen efectivamente; se compraron hace cuatro años, quedando por depreciar seis años más. Estas máquinas no se sustituyen.
Depreciación mobiliario Administración central: se calcula dividiendo el costo de $6 millones en los diez años a depreciar. Como fue adquirido hace cinco años, todavía le quedan otros cinco por depreciar.
Depreciación mobiliario Compra y venta: se calcula dividiendo su costo de $1,8 millones en los diez años a depreciar. Como fue adquirido hace dos años, todavía le quedan otros ocho por depreciar.
Depreciación computadoras: corresponde al valor de compra dividido en los tres años a depreciar. Como la empresa las reemplaza también cada tres años, la depreciación anual se mantiene constante.
Valor libro de venta de activo y *venta computadoras*: tienen valor cero, por cuanto se venden totalmente depreciados.
Impuesto: corresponde al 15% de la utilidad.
Inversión en computadoras: se calcula por las reinversiones estimadas cada tres años para la Administración central ($3 millones), el *Rent a car* ($1 millón), la *Compra y venta* ($1,2 millones) y el *Taller mecánico* ($600.000).
Inversión máquina AKT-201b: corresponden a los $15.000.000 necesarios para reemplazar la máquina AKT-201*a* al final de su vida útil.
Capital de trabajo: se supone que si la empresa continúa como está, no necesita invertir en capital de trabajo. Como el valor de desecho se calculó por el método económico, no se debe considerar su recuperación al final del periodo de evaluación.
Valor de desecho: se considera como más adecuado calcular el valor actual de los flujos futuros promedios anuales a perpetuidad de todo el conglomerado. Para ello, se tomó un año normal (el noveno, por no tener reposición de activos) y se le restó la depreciación anual, considerando que representa el monto a reinvertir anualmente para mantener la capacidad productiva de la empresa. Este monto promedio se dividió por la tasa del 14% exigida al negocio para determinar su valor económico ($43.271.000). El valor actual neto de la opción de continuar con la situación actual, a una tasa de descuento del 14%, es de $66.473.000.

Situación base	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas		50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
Venta activos		1.000			1.000		1.000	1.000			1.000
Costo de operación		-35.440	-35.440	-35.440	-35.440	-35.440	-35.440	-35.440	-35.440	-35.440	-35.440
Depreciación edificios		-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	-4.000
Depr. AKT 201a		-1.500	-1.500	-1.500	-1.500	-1.500	-1.500				
Depr. AKT 201b								-1.500	-1.500	-1.500	-1.500
Depr. ART 603/604		-1.500	-1.500	-1.500	-1.500	-1.500	-1.500				
Depr. Mobiliario Adm.		-600	-600	-600	-600	-600					
Depr. Mobiliario RaC		-240	-240	-240	-240	-240	-240	-240			
Depr. Mobiliario CV		-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180		
Depr. Computadoras		-1.933	-1.933	-1.933	-1.933	-1.933	-1.933	-1.933	-1.933	-1.933	-1.933
Valor libro		0			0		0	0			0
Utilidad		5.607	4.607	4.607	5.607	4.607	6.207	7.707	6.947	7.127	8.127
Impuesto		-841	-691	-691	-841	-691	-931	-1.156	-1.042	-1.069	-1.219
Utilidad neta		4.766	3.916	3.916	4.766	3.916	5.276	6.551	5.905	6.058	6.908
Depreciación edificios		4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Depr. AKT 201a		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500				
Depr. AKT 201b								1.500	1.500	1.500	1.500
Depr. ART 603/604		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500				
Depr. Mobiliario Adm.		600	600	600	600	600					
Depr. Mobiliario RaC		240	240	240	240	240	240	240			
Depr. Mobiliario CV		180	180	180	180	180	180	180	180		
Depr. Computadoras		1.933	1.933	1.933	1.933	1.933	1.933	1.933	1.933	1.933	1.933
Valor libro		0			0		0	0			0
Inversión computadoras		-5.800			-5.800			-5.800			-5.800
Inversión ASK-201b							-15.000				
Valor de desecho											43.271
Flujo de caja		8.919	13.869	13.869	8.919	13.869	-371	8.604	13.518	13.491	51.812

Tabla A1.14
Flujo de caja de la situación sin abandono.

b. Situación con proyecto de abandono

Si bien el cierre de la división hace reducir los costos generales de la empresa y permite generar ingresos por la venta de activos que dejarían de usarse, para determinar la conveniencia de esta opción se debe también proyectar el flujo de caja futuro que podría esperar la empresa si abandona la división *Rent a car*.

En la tabla A1.15 se presenta un cuadro con la situación contable que tendría la empresa si cierra esta división.

La proyección del flujo de caja de la opción de abandono se basa en las siguientes consideraciones:

Ventas: corresponde a las ventas sólo de la compraventa.

Venta activos: considera la vena de la máquina AKT-201 al final del sexto año, la venta normal de las computadoras cada tres años a partir del próximo, con excepción de las del *Rent a car*, que se venden en el momento cero ($300.000) junto con la máquina ART-603 ($3,2 millones), el edificio que ocupa actualmente el *Rent a car* ($90 millones) y el mobiliario y equipos de oficina que dejarían de requerirse al cerrar la división ($1,6 millones).

Costos de operación: corresponde al gasto en remuneraciones, alquiler, comunicaciones, uniformes, publicidad, insumos varios, contabilidad, sistemas de información, seguros, mantenimiento de oficinas y maquinarias, material de oficina y energía, los que se deducen de la tabla A1.15.

Depreciación edificio Taller mecánico: corresponde a la depreciación anual calculada dividiendo el valor de adquisición por el número de años a depreciar.

Depreciación máquina AKT-201a: se calcula dividiendo los $15 millones de su valor de compra por los diez años a depreciar. Como ya tiene una antigüedad de cuatro años, le quedan seis por depreciar.

Depreciación máquina AKT-201b: es la máquina que sustituye a la anterior al cabo de diez años. Como tiene cuatro años de uso, debe reemplazarse al final del sexto año, empezando a depreciarse en el séptimo año. El monto se calcula de igual manera que para la máquina anterior.

Depreciación máquinas ART-604: al venderse la máquina ART-603, se deprecia sólo la ART-604, que costó $8 millones hace cuatro años. Como su vida útil contable es de diez años, le quedan seis años por depreciar.

Depreciación mobiliario Administración central: se calcula dividiendo su costo de $6 millones en los diez años a depreciar. Como fue adquirido hace cinco años, todavía le quedan otros cinco por depreciar.

Depreciación mobiliario Compra y venta: se calcula dividiendo su costo de $1,8 millones en los diez años a depreciar. Como fue adquirido hace dos años, todavía le quedan otros ocho por depreciar.

	Administración central	Compra y venta	Taller mecánico	Total
Ventas		30.000		30.000
Remuneraciones	-3.500	-5.200	-2.000	-10.700
Alquiler	-500	-800		-1.300
Comunicaciones	-600	-140	-40	-780
Uniformes			-80	-80
Publicidad		-830		-830
Insumos varios	-480	-770	-3.300	-4.550
Contabilidad	-930			-930
S. información	-830			-830
Seguros	-320	-730	-480	-1.530
Mantenimiento oficinas	-140	-20		-160
Mantenimiento máquinas			-300	-300
Materiales oficina	-230	-50	-20	-300
Energía	-40	-20	-400	-460
Depreciación edificio			-1.000	-1.000
Depreciación maquinaria			-2.300	-2.300
Depreciación mobiliario	-600	-180		-780
Depreciación computadoras	-1.000	-400	-200	-1.600
Utilidad por el centro de costo	-9.170	20.860	-10.120	1.570
Asignación costo taller		-10.120		
Asignación costo A. Central		-9.170		
Utilidad por división		1.570		1.570

Tabla A1.15
Utilidad por división y total de la empresa con abandono.

Depreciación computadoras: corresponde al valor de compra dividido en los tres años a depreciar. Como la empresa los reemplaza también cada tres años, la depreciación anual se mantiene constante. Como al reducirse la empresa se adquieren menos computadoras, la depreciación baja a un tercio (se deprecia en tres años).
Valor libro venta de activo y venta computadoras: los activos que se venden en el momento cero tienen un valor libro equivalente a lo que les queda por depreciar, esto es, la máquina ART-603 ($4,2 millones), el edificio que ocupa actualmente el *Rent a car* ($77 millones), el mobiliario y equipos de oficina ($1,68 millones) y la computadora ($333.333). Las otras ventas tienen valor libro cero, por cuanto los componentes se venden totalmente depreciados.
Impuesto: corresponde al 15% de la utilidad.
Inversión en computadoras: se calcula por las reinversiones estimadas cada tres años para la *Administración central* ($3 millones), la *Compra y venta* ($1,2 millones) y el *Taller mecánico* ($600.000).

Situación base	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas		30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
Venta activo	95.100	828			828		1.000	828			828
Costo de operación		-22.750	-22.750	-22.750	-22.750	-22.750	-22.750	-22.750	-22.750	-22.750	-22.750
Depreciación edificios		-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
Depr. AKT 201a		-1.500	-1.500	-1.500	-1.500	-1.500	-1.500				
Depr. AKT 201b								-1.500	-1.500	-1.500	-1.500
Depr. ART 604		-800	-800	-800	-800	-800	-800				
Depr. Mobiliario Adm.		-600	-600	-600	-600	-600					
Depr. Mobiliario CV		-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180		
Depr. Computadoras		-1.600	-1.600	-1.600	-1.600	-1.600	-1.600	-1.600	-1.600	-1.600	-1.600
Valor libro	-83.213	0			0		0	0			0
Utilidad	11.887	2.398	1.570	1.570	2.398	1.570	3.170	3.798	2.970	3.150	3.978
Impuesto	-1.783	-360	-236	-236	-360	-236	-476	-570	-446	-473	-597
Utilidad neta	10.104	2.038	1.335	1.335	2.038	1.335	2.695	3.228	2.525	2.678	3.381
Depreciación edificios		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Depr. AKT 201a		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500				
Depr. AKT 201b								1.500	1.500	1.500	1.500
Depr. ART /604		800	800	800	800	800	800				
Depr. Mobiliario Adm.		600	600	600	600	600					
Depr. Mobiliario CV		180	180	180	180	180	180	180	180		
Depr. Computadoras		1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600
Valor libro	83.213	0			0		0	0			0
Inversión computadoras		-4.800			-4.800			-4.800			-4.800
Inversión ASK-201b							-15.000				
Capital de trabajo	2.284									-2.284	
Valor de desecho											19.125
Flujo de caja	95.601	2.918	7.015	7.015	2.918	7.015	-7.226	2.708	6.805	6.778	21.806

Tabla A1.16
Flujo de caja con abandono.

Inversión máquina AKT-201b: corresponde a los $15 millones necesarios para reemplazar la máquina AKT-201*a* al final de su vida útil.

Capital de trabajo: al reducir el nivel de operación, la empresa puede recuperar anticipadamente parte de los recursos inmovilizados en capital de trabajo. Como los costos de desembolsables actuales son de $35.440.000 y los que enfrentaría la empresa abandonando la división *Rent a car* se reducen a $22.750.000, la empresa puede reducir la inversión en capital de trabajo en un 18% de los $12.690.000 de ahorros que se le producen en esta opción. Esto es, en $2.284.000. Sin embargo, al final de año 10 tendrá ese mismo monto menos de capital de trabajo posible de recuperar.

Valor de desecho: manteniendo el mismo criterio de cálculo que en la opción anterior, el valor de desecho económico sería de $19.125.000.

El valor actual neto de la opción de abandonar *Rent a car* es de $26.205.000.

De acuerdo con esta información, no es conveniente el cierre del negocio *Rent a car*, por cuanto disminuiría la rentabilidad esperada del negocio.

A1.5 Caso 5: internalización de procesos de mantenimiento externo

Como una forma de aumentar la productividad de los recursos internos, una empresa está estudiando la posibilidad de implementar un sistema de mantenimiento propio de sus equipos, que hoy encarga a una empresa externa.

Se calcula que el mantenimiento externo le cuesta anualmente a la empresa $24 millones, siendo un trabajo que se podría realizar con recursos propios y costos anuales de $14 millones en mano de obra y $4 millones en materiales. Sin embargo, debido a que actualmente existe mano de obra ociosa, imposible de reducir, se estima que las contrataciones efectivas tendrán un costo de sólo $6. millones.

Para sustituir el servicio externo se deberán comprar maquinarias por $50 millones, las que se deprecian en 10 años y tendrían un costo de manteniniento propio de $1 millón anuales. Una de ellas, cuyo precio de adquisición es de $20 millones, deberá ser reemplazada cada seis años, al cabo de los cuales se estima posible su venta en $6 millones. El resto de las máquinas se reemplazará cada diez años, pudiendo venderse en $2 millones.

La nueva unidad quedará a cargo del actual feje de la unidad de mantenimiento, que al no tener que programar la actividad de mantenimiento preventivo externo podrá dedicarse a la dirección de esta nueva unidad. Su sueldo anual es de $1,2 millones.

El proceso interno se realizará en un galpón en el interior de la planta, que no tiene ningún otro uso ni es posible vender. Sin embargo, como ocupa un 5% del total de

metros cuadrados de la empresa, correspondería asignarle un costo anual del 5% del total de gastos de contribuciones, aseo, vigilancia y alumbrado, todos generales de la planta, equivalentes a $3 millones. De igual forma, se le asignará la proporción de los gastos generales de administración, equivalentes a $2 millones.

La empresa utiliza como estándar para estimar la inversión en capital de trabajo el 20% de los costos totales desembolsables. Por lo tanto, exige que esta inversión se incluya en cualquier proyecto que implique un aumento o disminución de costo.

Si la tasa de impuesto a las utilidades es del 15% y la renabilidad exigida a los proyectos en la empresa es del 18%, determine qué opción le conviene más a la empresa. En la eventualidad de que el proveedor del servicio externo estuviera dispuesto a renegociar el precio, calcule el precio máximo que la empresa estaría dispuesta a pagar para no internalizar el servicio.

La evaluación de la rentabilidad de este proyecto se puede hacer indistintamente por el método incremental o mediante la comparación de la situación base respecto de la situación con proyecto.

Para sensibilizar el precio del servicio externo al nivel máximo que la empresa podría aceptar, la solución se desarrollará por el método incremental, ya que posibilite determinar este valor con mayor facilidad. A continuación se explica cómo se determina el valor de cada variable.

Ahorro de costo externo: corresponde a los $24 millones de costo del servicio externo que la empresa dejaría de pagar al internalizarlo.
Venta de activos: se consideraron los $6 millones en que se podrá vender uno de los equipos al final del sexto año y los $2 millones en que se podrá vender el resto al final de su vida útil estimada en diez años.
Mano de obra: se incorporaron sólo los $6 millones de mayor costo de la mano de obra, ya que los restantes $8 millones deberán ser incurridos con o sin la internalización del servicio.
Materiales: corresponden a los $4 millones anuales que debe gastar la empresa al hacer el mantenimiento internamente.
Mantenimiento: se incluye $1 millón, correspondiente al gato en mantenimiento de las nuevas maquinarias.
Depreciación: al comprarse activos que se deprecian en diez año en $50 millones, se incluye una depreciación de $5 millones. Al final del sexto año se vende una de las máquinas, pero se supone que se reemplaza por otra de igual valor, por lo que el monto de la depreciación anual no cambia.
Valor libro: la máquina que se reemplaza al final del sexto año tiene seis años de vida útil contable y, por lo tanto, cuatro años más por depreciar. Como su precio fue de $20 millones, la depreciación anual es de $2 millones y su valor libro (o lo que falta por depreciar) de $8 millones. La máquina que se reemplaza al final del décimo año se encuentra totalmente depreciada, por lo que su valor libro es cero.
Impuesto: se calcula como el 15% de la utilidad de cada año.

Inversión: en el momento cero se incluye el total de la inversión a realizar si se hace la internalización. Esto es, $50 millones. La sustitución de una de las máquinas al final del sexto años obliga a incluir una inversión de reemplazo por $20 millones, suponiendo que se sustituye por otra de igual valor. Al final de décimo año, la empresa deberá reemplazar el resto de las máquinas, por un monto total de $30 millones [10].

Capital de trabajo: el capital de trabajo equivale al 20% de los costos anuales desembolsables. Si éstos disminuyen, la empresa puede recuperar anticipadamente la proporción equivalente de los recursos invertidos en capital de trabajo. Al reducirse los costos de $24 millones a $11 millones, hay un ahorro de costos directos de $13 millones y, por lo tanto, es posible recuperar anticipadamente el 20% de este ahorro, es decir $2,6 millones. Como el capital de trabajo está en la empresa, el proyecto sólo permite anticipar la recuperación de este monto, por lo que debe anotarse con signo positivo en el momento cero y con signo negativo en el momento diez, para reflejar la menor recuperación futura. Esto es lo mismo que considerar que en la situación base de la empresa tendría un capital de trabajo de $4,8 millones (20% de $24 millones), que en la situación con proyecto sería de sólo $2,2 millones (20% de $11 millones). Al hacer el proyecto la empresa reduce (recupera anticipadamente) $ 2,6 millones, pero en diez años más recupera este mismo monto menos de lo presupuestado en la situación base.

Valor de desecho: se calcula por el método económico, que considera el valor actual del flujo de caja supuesto a perpetuidad. Como el flujo de un año normal es de $11,8 millones, se le restan los $5 millones de depreciación anual, cifra considerada como los recursos anuales que se deberá reinvertir en promedio para mantener la capacidad productiva del negocio. El valor resultante, $6,8 millones, se divide por la tasa de retorno exigida (18%) para obtener el valor actual de una perpetuidad, correspondiente a los $37.778.000 indicados en la tabla A1.17.

Al calcular la rentabilidad sobre el flujo de caja incremental se obtiene un valor actual neto de M$1.869.000.

Dado que el VAN es positivo, la opción de internalizar es más conveniente, a menos que se pueda renegociar una rebaja en la tarifa del proveedor externo. Para determinar la tarifa máxima que se puede pagar para que se mantenga el servicio externo, se debe sensibilizar el proyecto buscando el costo que haga al VAN incremental igual a cero.

Para sensibilizar se puede recurrir a las facilidades de una planilla electrónica como, por ejemplo, una de Excel, donde se selecciona el comando **Buscar objetivo** del menú **Herramientas**. En la pantalla desplegada se anota en **Definir la celda** aquella donde está señalado el VAN, en con el valor se anota "0", que es el VAN buscado, y en **para cambiar la celda** se indica la celda donde están posicionados los $24 millones. Presionando la opción **Aceptar**, la planilla electrónica mostrará un resultado de M$23.604, que corresponde al precio de indiferencia entre ambas alternativas. Cualquier precio superior a ese valor hará recomendable internalizar y cualquiera inferior hará más conveniente mantener la situación actual.

[10] Esta inversión debe incorporarse, ya que al calcular el valor de desecho por el método económico, la empresa debe estar en condiciones de producir el flujo de caja sobre el que se hará la evaluación.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro costo externo		24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
Venta activos							6.000				2.000
Mano de obra		-6.000	-6.000	-6.000	-6.000	-6.000	-6.000	-6.000	-6.000	-6.000	-6.000
Materiales		-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	-4.000
Mantenimiento		-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
Depreciación		-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000
Valor libro							-8.000				-0
Utilidad		8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	10.000
Impuesto		-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-900	-1.200	-1.200	-1.200	-1.500
Utilidad neta		6.800	6.800	6.800	6.800	6.800	5.100	6.800	6.800	6.800	8.500
Depreciación		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Valor libro							8.000				0
Inversión	-50.000						-20.000				-30.000
Capital de trabajo	2.600										-2.600
Valor de desecho											37.778
Flujo de caja	-47.400	11.800	11.800	11.800	11.800	11.800	-1.900	11.800	11.800	11.800	18.678

Tabla A1.17
Flujo de caja incremental de la internalización.

Problema integrativo

MonteCarlo S.A. es un prestigioso laboratorio farmacéutico que pretende entrar fuertemente en el negocio de productos de belleza, a través de una línea de cosmética capilar con el nombre de *Infinity*, y que en principio se hará presente en el mercado con el producto *Infinity Beta* que reduce la caída del cabello producto de la alopecia.

En la última sesión de directorio de MonteCarlo S.A., se aprueba evaluar la conveniencia de invertir en esta nueva área de negocio par lo que se dispondría de las utilidades proyectadas para el presente año y que se estima en MM$450.

El mercado está compuesto por tres empresas que elaborar un sustituto a *Infinity Beta*, todos con precios promedio similares de $13.850 la unidad, y cuyos volúmenes de ventas han sido:

Año	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Ventas	82.000	83.500	88.000	95.000	102.000	108.000	114.000	118.000	125.000

La estrategia de precios contempla un precio de penetración de un 10% menor al del promedio de la competencia. Con ello, sus expectativas de crecimiento son:

a. 12% del mercado en el primer año;
b. desde el segundo al séptimo año la participación, crece al doble que la tasa promedio del mercado; y
c. para los períodos siguientes mantenerse con la cuota de mercado alcanzada, al precio promedio del mercado.

La gerencia técnica de MonteCarlo S.A. ha señalado que la tecnología más adecuada para el proyecto corresponde a maquinaria procesadora de químico YUX-304, con una capacidad de proceso de 1 millón unidades anuales generadas en tres turnos diarios. Su valor unitario es de $85 millones cada una y su vida útil técnica es de tres años. Para la operación de este modelo de tecnología se requieren cuatro operarios por turno por cada máquina, con un sueldo mensual promedio de $225.000.

Para fabricar cada unidad del producto se requiere de 0,008 1itros de aceite Apricot, 0,002 litros de extracto de naranja, 0,01 litros, de glicerina y 5 gramos de colágeno. En la tabla siguiente se muestra el costo de cada uno de estos insumos:

Insumo	Precio M$	Unidad
Aceite Apricot	80	litros
Extracto de naranja	150	litros
Glicerina	300	litros
Colágeno	500	kilos

Adicionalmente, se necesita una máquina envasadora RISC-0-2000 cuyo valor es de $55 millones. Su vida útil técnica es de cinco años y tiene una velocidad de procesamiento de 500 envases por hora. Para esta máquina se requieren dos operarios por turno, cuyo sueldo mensual promedio es de $200.000. El costo por envase es de $1,5.

La infraestructura necesaria para operar esta nueva línea de productos considera la construcción de un galpón de 350 m^2 y 100 m^2 de oficinas, la inversión requerirá un desembolso de $45 millones, prorrateables durante los seis meses que demora su construcción. El terreno donde se instalarán estas obras corresponde a parte del que actualmente utiliza el laboratorio de MonteCarlo S.A., valorado en $30.000 el m^2. La instalación de las maquinarias demora tres meses y estará a cargo de la empresa proveedora de ellas, a quienes se les cancelará el 50% del valor total al comenzar la instalación y el resto con la puesta en marcha.

La dirección de esta nueva área de negocio estará compuesta por el personal que se indica a continuación:

Cargo	Remuneración mensual
Gerente de producto	$2.800.000
Jefe comercial	1.500.000
Ejecutivos de Venta (8)	500.000
Secretarias (2)	200.000

Dada la estrategia de desarrollo del producto que se propone seguir, será necesario contar con la asesoría permanente de una agencia publicitaria, encargada de la promoción *Infinity Beta*, contrato que tendrá un costo estimado en el 3% de las ventas en los primeros tres años, y en los periodos siguientes se establecerá en un 1% de las ventas.

La administración general le asignará $1,5 millones mensuales de costos generales a esta área de negocios. Asimismo los gastos generales que se estiman y que incluyen el costo operacional de la maquinaria, que está dado básicamente por consumo eléctrico, alcanzarían los $2,5 millones mensuales.

Todos los activos tienen un valor de salvamento del 35% de su valor de adquisición, independiente del momento en que se vendan. Su vida útil contable es de ocho años. El estudio financiero señaló que, dado el riesgo de esta industria y analizando las

empresas participantes actualmente en el mercado de la cosmetología capilar, la tasa de descuento es del 18%. La tasa de impuestos a las utilidades es 15% y el capital de trabajo se calcula como el equivalente a tres meses de los egresos anuales.

ANEXO

2

EasyPlanEx[1]

Como ha podido apreciarse en los capítulos anteriores, generalmente se evalúan proyectos de inversión mediante una planilla electrónica complementada por alguno de los software para hacer el análisis de riesgo. Sin embargo, su uso conlleva limitaciones y costos ocultos cuando se busca formular y analizar apropiadamente las decisiones de inversión, pues es difícil:

a. analizar todas las opciones posibles para encontrar la mejor formulación del proyecto;
b. medir el riesgo del proyecto, cuando las variables tienen incertidumbre;
c. asegurar que las ecuaciones y condiciones ingresadas en todas las celdas de la planilla estén correctas;
d. poder reutilizar modelos desarrollados con anterioridad;
e. asegurar que la documentación que se entregue esté completa y sea consistente con el modelo desarrollado y con los supuestos y datos empleados;
f. permitir conocer en cualquier momento la historia de los cambios realizados, así como su responsable, en el proceso de formulación, evaluación y análisis de riesgo e incertidumbre.

[1] Los editores y el autor agradecen al profesor Martin Boragk Klapp por su contribución para hacer este capítulo. El profesor Boragk es ingeniero civil Industrial de la Universidad de Chile y M.B.A. de la Universidad de Minnesota. Fue Investigador del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, Gerente de Operaciones de Aetna Chile Seguros Generales y de ING Seguros Generales. Actualmente es Gerente General de BoraSystems (www.borasystems.com) autores de los software EasyPlanEx, para evaluación de proyectos, y MultiPlanEx, para planificación financiera.

A2.1 Una solución a la formulación y evaluación óptima de proyectos

Para resolver la problemática recién expuesta, BoraSystems desarrolló una solución integral: EasyPlanEx. A continuación se verá cómo cada uno de los puntos es abordado y resuelto por este software para PC.

En un proyecto de inversión siempre existen múltiples opciones para formularlo. Por ejemplo, si en la construcción de una torre de departamentos pueden haber cuatro opciones de localización, cuatro de calidad y 10 números de pisos (construir de 16 a 25 pisos), entonces habría 160 opciones para definir la configuración del proyecto. Evaluar mediante planillas este número de alternativas, para encontrar la mejor, es un trabajo difícil si se considera que, además, deberán sensibilizarse los resultados para ver el impacto de cambio en las diferentes variables de cada uno de los 160 escenarios.

Esto explica que, en la práctica, incluso en corporaciones que venden miles de millones de dólares al año, es una o pocas personas expertas en el negocio quienes definen muchas de las variables del proyecto que se quiere evaluar. Hacerlo de esta forma, implica trabajar en una situación que correspondería a la óptima sólo por coincidencia, ya que no garantiza haber formulado el escenario que garantiza la combinatoria de variables que habría generado la mayor rentabilidad. Esto se explica por la gran cantidad de variables que se interrelacionan en un proyecto y que tienen, cada una, distintas opciones que hacen posible identificar una cantidad de combinaciones que ni siquiera una planilla electrónica tradicional puede solucionar sin entrar en procesos de gran complejidad. Al no tenerse la seguridad de haber formulado y evaluado el mejor escenario, tampoco se la tiene respecto de la decisión que se recomiende o tome.

EasyPlanEx permite evaluar, automáticamente, todo el abanico de posibilidades dado por todas las combinaciones posibles de las variables de decisión. Al analizar 160 posibilidades, en vez de tres o cuatro, es prácticamente seguro que se encontrará la que mejor formule al proyecto, posibilitando alcanzar un VAN superior al que se habría encontrado evaluando pocos escenarios.

Hoy en día el riesgo de un proyecto, expresado como la probabilidad de que su retorno sea inferior al mínimo deseado por los inversionistas, no es medido en la gran mayoría de las empresas. Esto tiene dos importantes consecuencias. La primera es que, cuando hay varias opciones de inversión, estas se comparan sobre la base de su rentabilidad pero no de su riesgo, pudiendo preferirse proyectos más rentables pero con un riesgo mucho mayor. La segunda es que, al no conocerse el riesgo, no se tomarán anticipadamente las medidas que podrían reducirlo. Sólo más adelante, cuando los resultados esperados tal vez no se estén dando, se pensará en lo que se podría haber hecho para evitar la situación experimentada pero, probablemente, ya será demasiado tarde.

Para manejar el riesgo, se propone medirlo de manera simple, estimando, sobre la base de experiencias pasadas u otras fuentes, cuál será la función de distribución de probabilidades para las variables no controlables (por ejemplo, precios de materiales, costo de mano de obra especializada, nivel de demanda en cada etapa de la construcción de una torre de departamentos, etc.). Con esta información, EasyPlanEx generará la distribución de probabilidades para el VAN u otro indicador que se desee utilizar y calculará el riesgo del proyecto como la probabilidad de no alcanzar un VAN de al menos cero.

Por ejemplo, la velocidad de venta en cada etapa de la construcción (habilitación del piloto, construcción, terminación y venta posterior) se podrá definir mediante una distribución de Poisson, cuyo parámetro lambda será la velocidad de venta expresada en número promedio de departamentos vendidos por mes.

Como dichas distribuciones pueden tener sesgos, el software sensibilizará los parámetros de las distribuciones en forma simple, tal como se verá más adelante.

Al usar una planilla electrónica se presenta la dificultad de poder asegurar que todas las celdas estén correctamente definidas y que no se haya introducido casualmente un error al mover, insertar o eliminar celdas o líneas. El tiempo requerido para revisar un modelo con la finalidad de asegurar que esté correcto es un importante costo oculto que, si bien puede ser relevante, más lo puede ser el costo de un error no detectado, que puede llevar a una decisión errónea.

Para evitar estas situaciones, en EasyPlanEx el modelamiento se realiza en un lenguaje común y no codificado. Por ejemplo, el cálculo del monto de la venta de un producto se hará mediante una ecuación del tipo:

```
VENTA = VOLUMEN * PRECIO
```

que bastará con escribir (y revisar fácilmente), en vez de una ecuación del tipo:

```
B29 = B5 * B28
```

que deberá ser copiada a otras celdas y que para entenderla, necesariamente hay que ver cuáles son los conceptos que están en las filas 5 y 28.

Adicionalmente, el software maneja un diccionario de variables explícito, para evitar ambigüedades, y los valores de las variables independientes (como precio, volumen, etc.) son proyectadas mediante reglas predefinidas, ahorrando el tiempo necesario para escribir las ecuaciones correspondientes y evitando los errores que se pueden cometer.

Otro importante costo oculto es que una planilla desarrollada con anterioridad no puede ser reutilizada para evaluar un proyecto similar, mediante una adaptación simple. Esto se debe a que una planilla es relativamente clara para su autor pero muy difícil para otra persona, además de la inexistencia frecuente de la documentación de

respaldo, lo que representa un muy mal uso de los recursos, sobre todo si se piensa que, en una empresa, nunca va a haber una gran cantidad de tipos de proyecto diferentes.

Con EasyPlanEx un evaluador que requiera modificar los datos y el modelo desarrollado por otra persona, tendrá a la vista la lista completa tanto de las constantes como de los datos del proyecto y podrá realizar en forma muy simple los cambios que sean necesarios.

Al usar una planilla electrónica, la documentación de respaldo generalmente está contenida en un documento anexo, preparado en un procesador de textos o en hojas de cálculo distintas, que describen el proyecto, los supuestos considerados, los resultados obtenidos y las recomendaciones. Hay veces en que la documentación no es consistente con el o los escenarios que le han servido de base, donde instancias superiores muchas veces solicitan evaluar otros escenarios bajo nuevos supuestos.

EasyPlanEx permite generar, en forma automática, un informe con una documentación completa y consistente del proyecto, que incluye tanto los elementos cuantitativos como los cualitativos. Este informe estará, por definición, absolutamente actualizado en sus aspectos cuantitativos. Por ejemplo, si la velocidad de venta en la etapa de construcción del edificio se cambia de 2,5 a 2,8 departamentos por mes, su modificación automáticamente se hará en el texto de la documentación. Los documentos creados permiten revisar fácilmente la coherencia de la formulación, son de comprensión simple y permiten formar una biblioteca de proyectos reutilizables.

A2.2 Introducción a EasyPlanEx

En EasyPlanEx, los conceptos que caracterizan la formulación y evaluación de un proyecto están definidos explícitamente y se relacionan de una manera estructurada, lo que hace posible funcionalidades como la verificación de integridad, la generación de documentación automática, la conversión de períodos en un informe (convertir un informe mensual en trimestral), la conversión de moneda (mostrar un informe en diferentes monedas) y la creación de gráficos con un clic, entre muchos otros.

Los principales elementos de dato que maneja EasyPlanEx son los siguientes: **Variables, Flujos, Tablas, Modelos, Informes, Datos para Sensibilizar, Datos para Riesgo, e Importación** (desde planilla). Las relaciones entre estos elementos se muestran en la figura A2.1, con algunos ejemplos para cada uno, de manera que el aprendizaje del software se facilite teniendo esta figura a la vista.

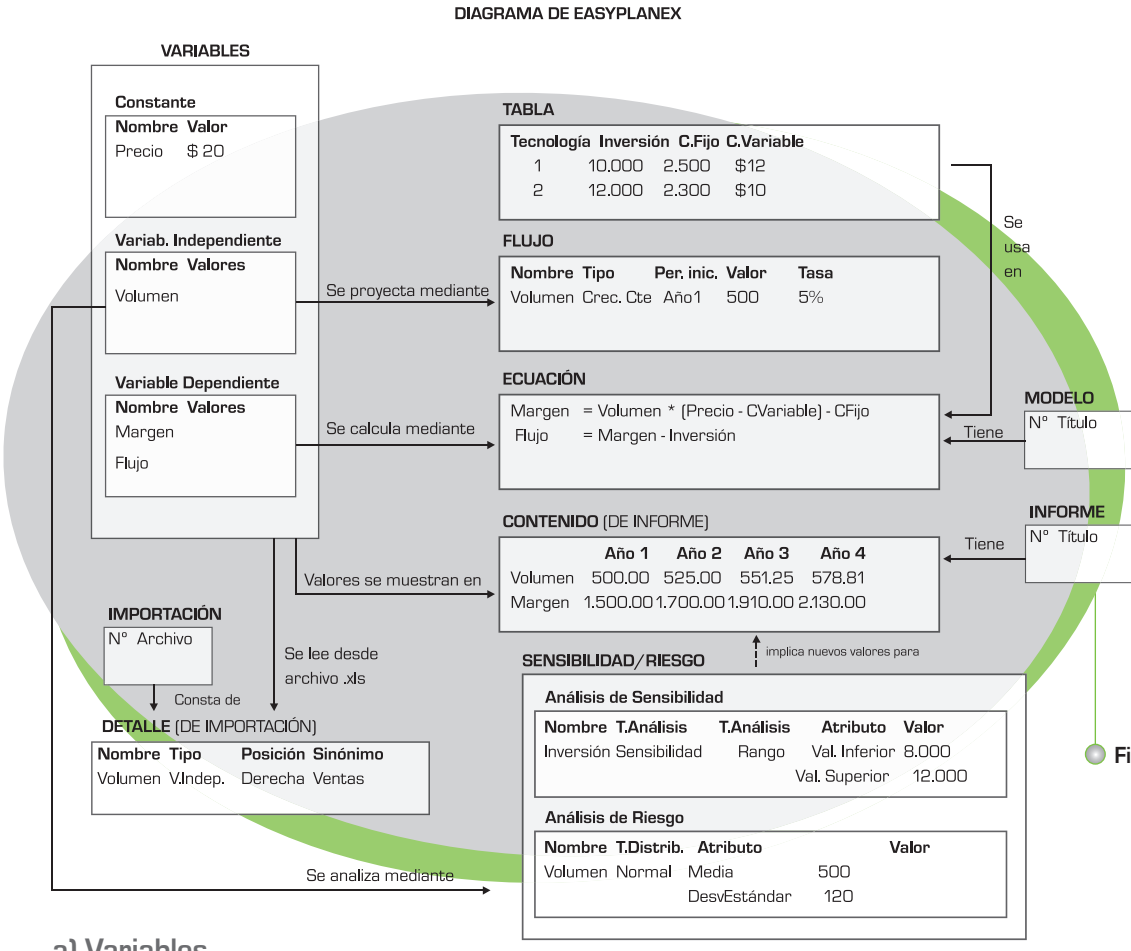


Figura A2.1

a) Variables

En esta sección se pueden definir tres tipos de variables: constantes, independientes y dependientes.

Una *constante* es aquella que tiene asociado un valor numérico. Por ejemplo, se podría definir la *constante* **Precio** con un valor de $12.

Una *variable independiente* es aquella que tiene asociada una lista de valores, uno por cada periodo del proyecto. Por ejemplo, se podría definir la variable independiente **Volumen** con valores de 100, 120, 140, 160, 180 y 200 unidades anuales, para un proyecto con una vida útil de 6 años.

Una *variable dependiente* es aquella que tiene asociada una lista de valores, que se calcularán mediante una ecuación. Por ejemplo, se podría definir la variable **Ingresos** y calcularla mediante una ecuación, como:

INGRESOS = PRECIO * VOLUMEN

EasyPlanEx calcula automáticamente **Precio * Volumen** para cada período, asignando a la variable Ingresos los valores 1.200, 1.440, 1.680, 1.920, 2.160 y 2.400.

Las variables se despliegan alfabéticamente en la sección **Variables** del software y se pueden crear en ésta o en otra sección con los siguientes atributos:

- Nombre
- Descripción (texto libre)
- Unidad (Kg, Ton, Mt^3, etc.)
- Moneda ($, CH$, US$, etc.)
- Tipo de la variable (sumable o no sumable en una columna de totales)
- Formato para desplegar los valores

b) Flujos

Los valores de una variable independiente se proyectan mediante alguna de las siete reglas predefinidas para tal efecto en esta sección. El usuario no requiere recordar cuáles son las reglas ni cómo se utilizan. Sólo deberá seleccionar una de ellas y llenar los campos que EasyPlanEx le presente.

Los diferentes tipos de flujo son:

- *Único*: Un valor en un período dado.
- *Uniforme*: Un mismo valor en más de un período.
- *Repetitivo*: Un mismo valor en más de un período, con un intervalo entre valores superiores a un período.
- *Crecimiento constante*: Un valor que se incrementa a una cierta tasa porcentual en cada período.
- *Incremento constante*: Un valor que se incrementa en un monto fijo en cada período (gradiente).
- *Crédito*: Un monto de crédito recibido u otorgado en un período dado y que se amortiza con alguna de las cinco opciones disponibles, incluyendo la posibilidad de definir períodos de gracia para la amortización y/o el pago de intereses. EasyPlanEx calculará automáticamente el interés devengado, el pago a realizar por intereses y amortizaciones, y el saldo de la deuda en cada período. El usuario sólo deberá nombrar las variables correspondientes.
- *Inversión*: Monto de inversión que se realiza en un período dado y que se deprecia con alguno de los tres métodos disponibles. Incluye la posibilidad de definir el valor residual. EasyPlanEx calculará automáticamente la depreciación y el valor libro en cada período y calculará el costo de venta del activo al final de su vida efectiva. El usuario sólo deberá nombrar las variables correspondientes.

Por ejemplo, para definir que los valores de la variable independiente **Volumen** parten en 500 en el primer período y se incrementan en 5% mensual durante 10 períodos, se seleccionará en la sección **Flujos** el tipo de flujo **Crecimiento Constante**. EasyPlanEx solicitará ingresar el monto inicial (500), período inicial (1), tasa (5%) y número de períodos (10).

c) Tablas

Esta sección se utiliza para registrar los parámetros asociados con los diferentes valores de las variables de decisión de un proyecto. Por ejemplo, si hay varias opciones tecnológicas para una parte de un proceso, una tabla puede contener en cada fila el monto de la inversión, el costo fijo y el costo variable de producción correspondientes a cada tecnología.

La sección **Tablas** tiene una primera columna (Índice), que se utiliza para identificar cada una de sus filas mediante un número entero, una segunda para describir la fila y tres columnas con valores numéricos, cuyos encabezados (nombres) los define el usuario.

d) Informes

Los *informes* muestran los valores ya proyectados mediante flujos o calculados mediante ecuaciones y se pueden construir en forma muy rápida, usando alguno de los varios tipos predefinidos: título, comentario, subrayado, líneas de separación, períodos y variable independiente, dependiente y constante.

Las líneas se especifican de una sola vez y no es necesario copiar celdas. Tampoco se deberá recordar cuáles son los tipos posibles. Sólo se deberá seleccionar uno de ellos y llenar los campos correspondientes. Si se solicita que exista una columna para totales, EasyPlanEx la construirá automáticamente. Los informes se pueden exportar como planillas electrónicas, pulsando un botón.

e) Modelos

En esta sección se definen los conjuntos de instrucciones, que se resuelven de manera secuencial, de arriba hacia abajo.

Existen 11 tipos de instrucciones que el usuario no requiere recordar ni saber cuál es la sintaxis. Sólo deberá seleccionar una de ellas y llenar los campos respectivos. Tampoco se necesita recordar los nombres de las variables ya que, en una caja desplegable (combobox), se seleccionará la variable deseada.

Los diferentes tipos de instrucción son: **Ecuación, Función, Instrucciones condicionales Si, Sino y Fin, Valor en Tabla (dado un índice o un valor), Índice en Tabla, Mayor o menor de dos operandos, Comparación y Comentario**.

Una *ecuación* calcula el valor de una variable dependiente, en función de otras variables o valores. Por ejemplo, para calcular la venta como el producto del volumen de ventas por el precio, se define por una sola vez:

```
VENTA = VOLUMEN * PRECIO
```

La *Función* es una ecuación en que al primer operando se le aplica una función seleccionada dentro de una lista de trece ya predefinidas, como: valor presente, tasa interna de retorno, valor entero, raíz cuadrada y signo, entre otras. Por ejemplo, la siguiente función calcula la venta física como el valor entero (sin decimales) de la venta proyectada:

```
VENTA_FÍSICA = Valor Entero de VENTA_PROYECTADA
```

Las *Instrucciones condicionales* **Si**, **Sino** y **Fin** permiten condicionar la ejecución de un grupo de ecuaciones al cumplimiento de una expresión lógica.

La instrucción **Si** compara dos operandos. Si la condición es cierta, se ejecutan todas las instrucciones a continuación de **Si** hasta la siguiente instrucción **Sino**. Si la comparación es falsa, entonces se ejecutan todas las instrucciones comprendidas desde la instrucción **Sino** hasta la siguiente instrucción **Fin**. Es posible incluir hasta 30 niveles de instrucciones condicionales.

Por ejemplo, las siguientes instrucciones calculan el impuesto a pagar, si hay utilidades:

```
SI UTILIDAD > 0 ENTONCES
        IMPUESTO = UTILIDAD * TASA_IMPUESTO
SINO
        IMPUESTO = 0
FIN
```

El *Valor en Tabla* es una instrucción mediante la cual se asigna a una variable el valor encontrado en una columna específica de una tabla para la fila determinada ya sea por un índice o por un valor. En el primer caso, EasyPlanEx busca la fila que tenga dicho índice y asigna el valor en la columna especificada. En el segundo, EasyPlanEx compara el valor del operando con los valores de la tercera columna de la tabla y determina a qué tramo corresponde el valor. Entonces asigna el valor encontrado en dicha fila para la columna especificada y lo asigna a la variable de la función. Por ejemplo, si el costo fijo de producción no fuese realmente fijo sino que dependiera del volumen de producción, se podría tener la siguiente tabla:

Tramo producción	Volumen (desde)	Costo fijo $
1	0	500
2	10.000	700
3	20.000	850

Mediante la siguiente instrucción se asignará a la variable **Costo_Fijo** el valor que corresponda según sea el volumen de producción:

```
COSTO_FIJO = CostoFijo en tabla N°1 correspondiente a Volumen
```

Entonces, si **Volumen** fuera igual a 16.000, al resolver el modelo, EasyPlanEx asignará a **Costo_Fijo** el valor 700.

El **Índice en Tabla** es una instrucción que asigna a una variable dependiente el índice de la fila de la tabla que corresponda al valor del operando definido; siguiendo el ejemplo anterior, la instrucción siguiente asignará el valor 2 a la variable **Tramo**:

```
TRAMO = Índice en tabla N°1 de valor en VOLUMEN
```

La *Comparación* es una ecuación en que el mayor o menor de dos operandos es asignado a la variable dependiente. Por ejemplo, para calcular el inventario de modo que no sea inferior a un valor mínimo, se utiliza la instrucción:

```
INVENTARIO = Menor valor de INVENT_MINIMO o INVENTARIO
```

El *Comentario* es una instrucción que permite incluir un texto en cualquier parte de un modelo, con el fin de aclarar cualquier aspecto de éste.

f) Datos para sensibilizar

Para realizar el análisis de sensibilidad del valor inicial y/o de la tasa de crecimiento de un flujo de hasta 12 variables independientes, es necesario definir una lista o un rango de valores en la sección **Sens/Riesgo**.

g) Datos para riesgo

Para caracterizar el valor inicial y/o la tasa de crecimiento de un flujo de una variable independiente se elige uno de los siete tipos de funciones de distribución de probabilidades disponibles en la sección **Sens/Riesgo** (uniforme, triangular, normal, lognormal, discreta, escalonada y poligonal). Es posible realizar en forma simultánea la sensibilidad y el análisis de riesgo para conjuntos de hasta 30 flujos.

La evaluación de un proyecto se puede enfocar de dos maneras, según sea su complejidad, o un camino intermedio que mezcle aspectos de uno y otro.

1) Enfoque tradicional

Recomendable en proyectos de baja complejidad, se utiliza al trabajar con un software de planilla y consiste en tener como punto focal el informe que se desea obtener. Por ejemplo, la distribución de probabilidades del VAN explicada en el capítulo 9. A medida que se construye el informe se van definiendo las variables, flujos de valores, ecuaciones u otros que sean necesarios.

Específicamente, este enfoque se traduce en la siguiente metodología:

- Construir el informe en la sección **Contenido**, pero en forma más rápida, mediante líneas predefinidas.

    - Si la línea es para una constante, se define la constante y sus atributos (nombre, valor, unidad, moneda, descripción, entre otros).
    - Si la línea es para una variable independiente, se define la variable y sus atributos y en la sección **Flujos** se define cómo proyectar sus valores.
    - Si la línea es para una variable dependiente, se define la variable y sus atributos, y se pasa a la sección **Ecuaciones** para definir la ecuación mediante la cual se calcularán sus valores.

- Para hacer el análisis de sensibilidad, de riesgo o la combinación de ambos, se definen en la sección **Sens/Riesgo** las alternativas para el análisis de sensibilidad o las distribuciones de probabilidad de cada flujo de variables independientes. Después se elige el tipo de proceso deseado en la sección **Resolver**, y se pulsa **Resolver**.

2) Enfoque estructurado

Se usa en proyectos de mediana a alta complejidad mediante la siguiente metodología:

- Definir las diferentes variables que necesita el proyecto, en la sección **Variables**.
- Proyectar los valores de las variables independientes mediante flujos que se definen en la sección **Flujos**.
- En caso necesario, definir en la sección **Tablas** aquéllas requeridas para caracterizar los parámetros relacionados con las variables de decisión.
- Definir las ecuaciones para calcular las variables dependientes, en la sección **Ecuaciones**.
- Definir el contenido de el o los informes en la sección **Informes**. Debido a los pasos anteriores, bastará seleccionar variables ya definidas e incluir otras líneas predefinidas, como línea para períodos, subrayado, comentario, etc.
- Para hacer el análisis de sensibilidad, análisis de riesgo o la combinación de ambos, se definen en la sección **Sens/Riesgo** las alternativas para análisis de sensibilidad o las distribuciones de probabilidades para cada flujo de variables

independientes. Después se elige el tipo de proceso deseado en la sección **Resolver** y se pulsa **Resolver**.

A2.3 Desarrollo de un caso

En la evaluación de la adquisición de una máquina de tecnología tradicional se conoce que su precio es $85.000; que su capacidad de producción es de 1.000 unidades mensuales; que se venderá a $20 cada unidad; que tiene una vida útil real y contable de 36 meses; que la inversión se depreciará linealmente, con un valor de desecho de 30% (que se considera como valor residual en el cálculo de la depreciación); que su costo variable esquivale a un 58% del precio de venta y que el costo fijo mensual asciende a $3.500. El volumen de ventas del primer mes se estima en 500 unidades, con un crecimiento de 3% mensual durante 12 meses y de 2% durante los siguientes 24 meses. El impuesto sobre las utilidades es de 20% y las pérdidas podrán ser utilizadas por la empresa, por lo que el ahorro de impuestos se considerará como flujo positivo. La tasa de descuento es de 12% anual (0,95% mensual) e incluye un 5% de prima por riesgo.

Al mismo tiempo, se desea evaluar otras dos opciones tecnológicas: una que tiene un precio de $100.000 y una capacidad de producción también de 1.000 unidades mensuales y que presenta la ventaja de un menor costo variable de producción: 53,5% del precio de venta. La segunda, más avanzada, tiene un precio de $135.000, su costo variable de producción es de 50% del precio y su capacidad de producción es de 1.200 unidades mensuales.

Para poder tomar una decisión, se generará la siguiente información:

- El VAN para la opción de tecnología tradicional.
- La variación del VAN si el volumen de venta del primer mes estuviera entre 400 y 700 unidades.
- El volumen de venta mediante el cual se logra el punto de equilibrio financiero (VAN = 0).
- La alternativa tecnológica óptima.
- Un informe con los valores de las variables relevantes, mes a mes, de cada opción tecnológica, y un informe de flujo de caja semestral para la mejor opción, con el objeto de presentarlo a un banco para obtener financiamiento.
- La alternativa que puede asegurar con menor riesgo un VAN de 0, si el volumen de venta inicial pudiera estar con igual probabilidad entre 400 y 700 y si la tasa de crecimiento de las ventas pudiera variar entre 1% y 5% mensual los primeros 12 meses, según una distribución triangular de probabilidades, y entre 0% y 4% los siguientes 24 meses. Se supondrá que la tasa de crecimiento de cada mes es independiente del mes anterior y que el único factor de riesgo en este proyecto es el volumen de venta y su crecimiento. Además, se deberá obtener un gráfico

para cada opción tecnológica que muestre la distribución de los valores de VAN, haciendo el análisis de riesgo con 1.000 iteraciones.

- Un informe con toda la documentación del proyecto, incluyendo su descripción y conclusiones.

a) Desarrollo del caso base

Aunque es posible (y recomendable) formular y evaluar de inmediato el caso para las tres opciones tecnológicas, por razones didácticas se resolverá primero el caso base para la tecnología tradicional y después se harán los cambios para analizar las tres tecnologías y optimizar el proyecto.

En primer lugar, es necesario completar la información solicitada en las secciones **Proyecto, Parámetros, Informes, Modelos y Contenido**.

Siguiendo este mismo orden, se ingresan los datos que describen el proyecto de manera general, se modifican, si fuese necesario, los parámetros que por defecto trae EasyPlanEx, se definen los atributos generales del informe principal y las características generales del modelo con el cual se calcularán las variables dependientes.

• Proyecto

En esta sección se definen los atributos generales del proyecto. Al abrir EasyPlanEx se llega a la sección **Introducción**, que tiene información general respecto a su uso. Al hacer clic en la sección **Proyecto** el software muestra una lista de los proyectos ya desarrollados (hay cuatro ejemplos).

Para definir un proyecto nuevo hay que seguir los siguientes pasos:

1. Haga clic en la sección **Proyecto** y pulse el botón **Nuevo proyecto**;
2. Ingrese el nombre del proyecto;
3. Ingrese una sigla de hasta 17 letras y/o números, en que la primera debe ser mayúscula y la última una letra;
4. Ingrese una breve descripción del proyecto;
5. Si su licencia de EasyPlanEx es académica (EDU) o es la versión para evaluación (FREE), en el campo **Usuario** ingrese un nombre que lo identifique;
6. En el campo **Nota Sesión**, ingrese una nota para describir lo que se hará en esta sesión de trabajo;
7. Ingrese el nombre de la carpeta donde dejará el archivo con el proyecto. Al pulsar **Aceptar** el proyecto quedará guardado. Si utiliza otra carpeta, deberá estar creada previamente. Es posible elegir una carpeta existente mediante el botón **Buscar proyecto** para seleccionar carpetas. La carpeta quedará registrada al pulsar **Guardar** en la ventana emergente;

8. Pulse **Aceptar** para crear el proyecto.
   La figura A2.2 muestra la sección **Proyecto** después de realizar los pasos anteriores. Para corregir algún campo, se presiona **Modificar**, se realiza el cambio y se presiona **Aceptar**.

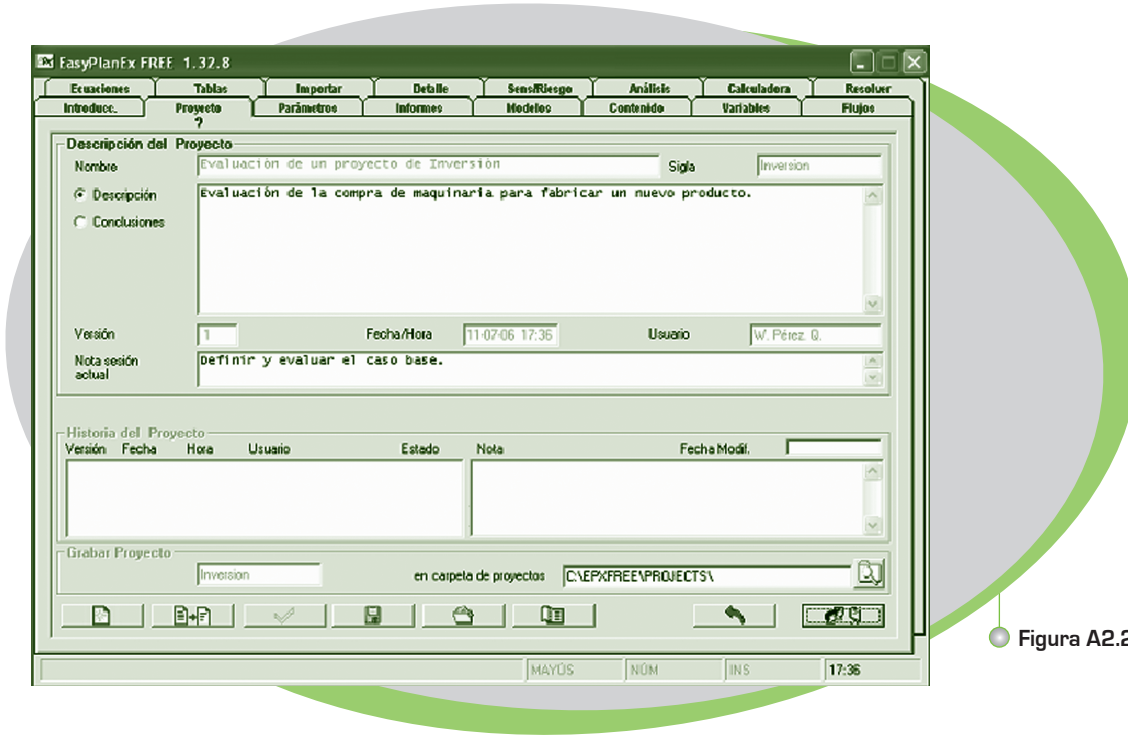


Figura A2.2

- **Parámetros**

Para definir el tipo de período, horizonte del proyecto, tasa de descuento, tasa para análisis de riesgo y número de decimales, se pasa a la sección **Parámetros**. El software ofrece otros para formatear los informes y las pantallas. Sus valores por defecto son razonables para este caso. Para modificar los cinco parámetros mencionados, haga lo siguiente:

1. Pulse el botón **Modificar**;
2. Al hacer Alt + Clic sobre **Formato Numérico** se podrán ver todas las opciones disponibles para el formato a usar por defecto en valores numéricos. Cierre este ventana y elija "2 decimales";
3. Seleccione el período **Mes** en el campo **Período**;
4. Ingrese 36 en **Horizonte** (lo que dará 37 períodos, desde 0 a 36);

5. Deje 0 en **Período Base**;
6. Ingrese 0,95 en **Tasa Descuento** (tasa mensual equivalente a 12% anual);
7. Ingrese 0,56 en Tasa **Libre de Riesgo** (tasa de descuento mensual libre de riesgo, equivalente a 7% anual);
8. Deje seleccionado el checkbox **Proceso Automático**. Así, cuando se construya un informe en la sección **Contenido**, los resultados se irán actualizando automáticamente (de lo contrario, para ver los resultados actualizados deberá presionar el botón **Resolver** en dicha sección);
9. Pulse **Aceptar**.

La figura A2.3 muestra la sección **Parámetros** después de realizar los pasos anteriores. Para corregir algún parámetro, presione **Modificar**, realice el cambio y presione **Aceptar**.

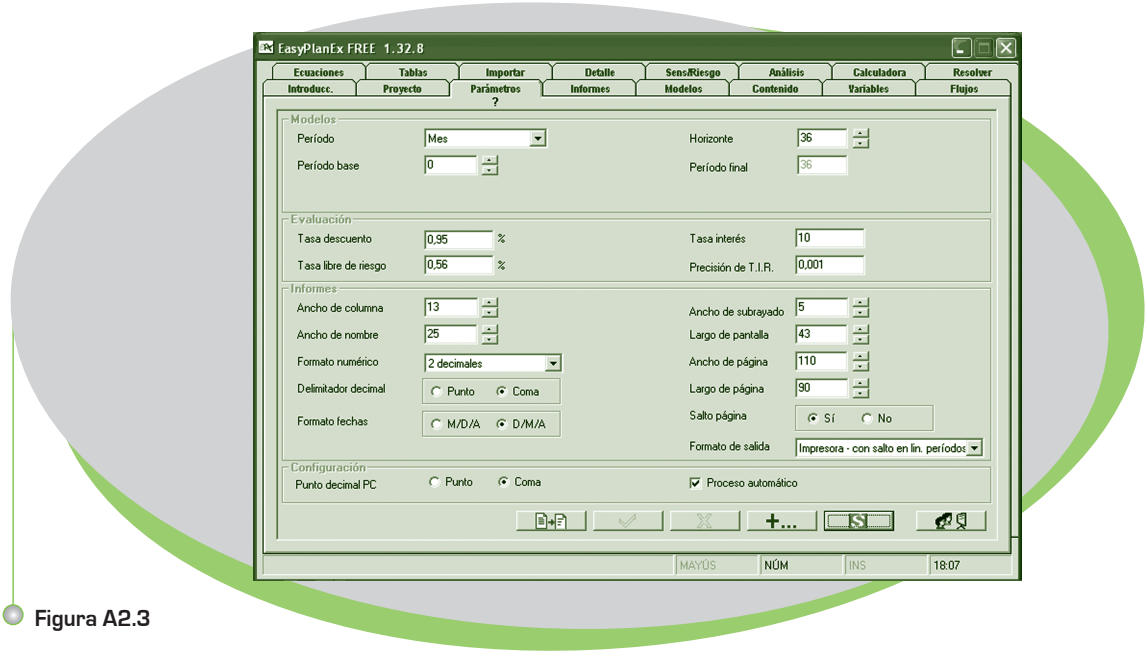


Figura A2.3

• Informes

Un informe se crea en dos etapas: una primera, para definir sus características generales: título, período inicial, número de períodos, etc. (que es lo que se hará ahora en la sección **Informes**), y otra para definir su contenido, en la sección **Contenido**. Para definir las características generales del informe, siga los siguientes pasos:

1. Pulse el botón **Nuevo** en la sección Informes;
2. Ingrese el título del informe;
3. Deje los valores por defecto para definir características del informe: **Totalizar Períodos, Periodo Inicial**, **N° Períodos, Ancho Nombres** y **Ancho Columnas**. Asimismo, deje los valores por defecto para definir **Período Inicial** y **N° Períodos** (que se utilizarán en la sección **Contenido**);
4. Ingrese una breve descripción del contenido del informe;
5. Elija usar punto o coma como delimitador de la posición decimal de los valores que mostrará el informe y pulse **Aceptar** para guardar el informe.
   La figura A2.4 muestra la sección Informes después de realizar los pasos anteriores. Para corregir algún dato del informe, presione **Modificar**, realice el cambio y presione **Aceptar**.

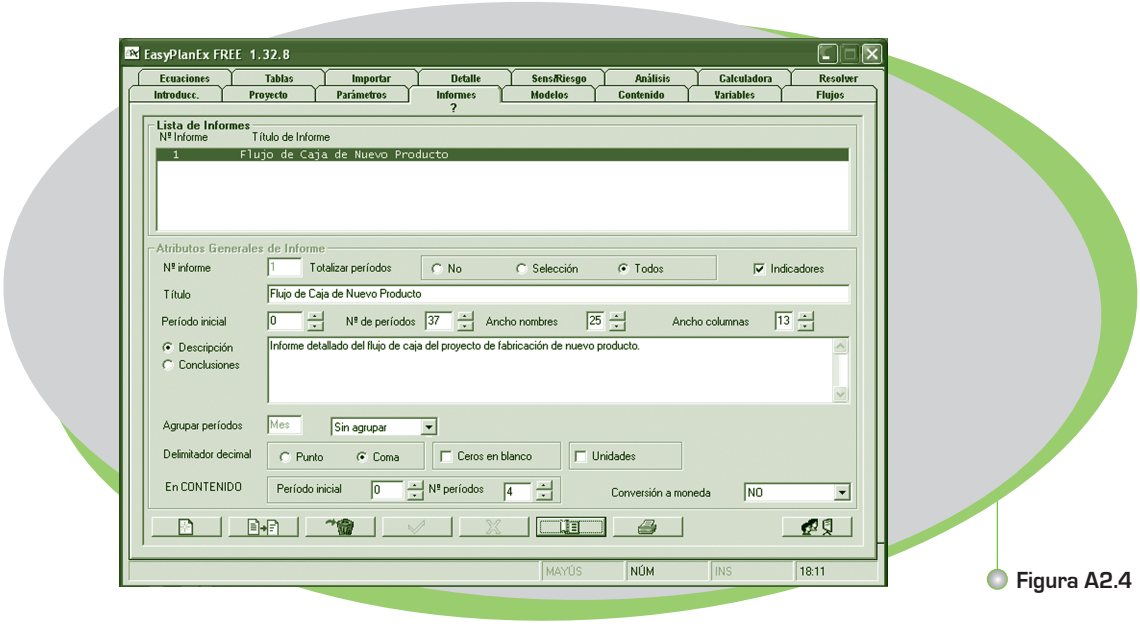


Figura A2.4

• Modelos

Para crear un modelo primero se definen sus características generales. Más adelante se definirán sus ecuaciones, en la sección **Ecuaciones**. Para realizar lo primero, siga los siguientes pasos:

1. Pulse **Nuevo** en la sección **Modelos**;
2. Ingrese el título del modelo, por ejemplo,"Modelo para Calcular Flujo de Caja", y su objetivo, por ejemplo,"Cálculo del flujo de caja con horizonte de 36 meses para tecnología tradicional";

3. Seleccione un informe que será asociado al modelo (el informe recién definido). Este informe se desplegará automáticamente cuando el modelo sea resuelto;
4. Ingrese en **Descripción** cualquier antecedente que sea importante dejar documentado y pulse **Aceptar** para guardar el modelo.
   La figura A2.5 muestra la sección **Modelos** después de realizar los pasos anteriores. Para corregir algún aspecto de la definición del modelo, presione **Modificar**, realice el cambio y presione **Aceptar**.

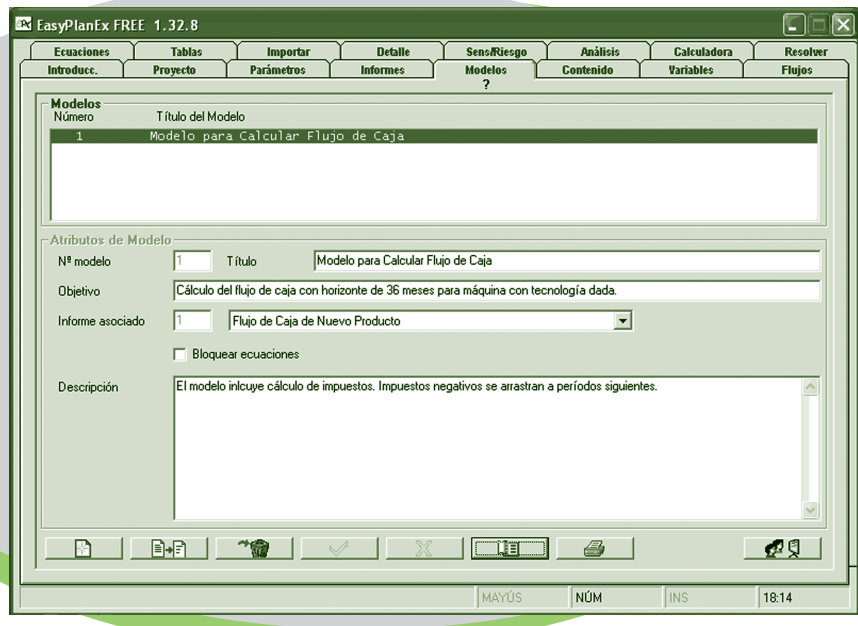


Figura A2.5

- **Contenido**

En esta sección se define el contenido que tendrá el informe, el cual será especificado línea a línea mediante líneas predefinidas (y no celda a celda, que es lo que ocurre al usar un software de planilla, ahorrando trabajo).

Las líneas predefinidas disponibles son las siguientes:

- Línea para poner los períodos correspondientes a cada columna.
- Línea para variable independiente, cuyos valores se proyectarán mediante un flujo predefinido.
- Línea para una variable de tipo constante.
- Línea para variable dependiente, cuyos valores se calcularán mediante una ecuación.

- Otras líneas para usos varios: subrayados simple o doble, línea simple o doble, título o comentario.

Para crear una línea que contenga los períodos del informe, siga los siguientes pasos:

1. Haga clic en la sección **Contenido**. Aparecerá una planilla en blanco, que tiene el título ya definido en su primera línea;
2. Haga clic en la línea siguiente a la del título y pulse **Nueva**. La nueva línea será agregada a continuación de la línea sobre la que se hizo clic (pues la opción por defecto es **Agregar**);
3. Seleccione **Período** en **Tipo de Línea**. Aparecerá un marco para definir este tipo de línea. Tiene una serie de atributos, todos modificables. Por el momento, no se modificará ninguno. Recuerde que haciendo Alt+Clic usted puede obtener una explicación de cada atributo;
4. Pulse **Aceptar**, lo que incorporará la línea al informe.

La figura A2.6 muestra la sección **Contenido**, realizado lo anterior.

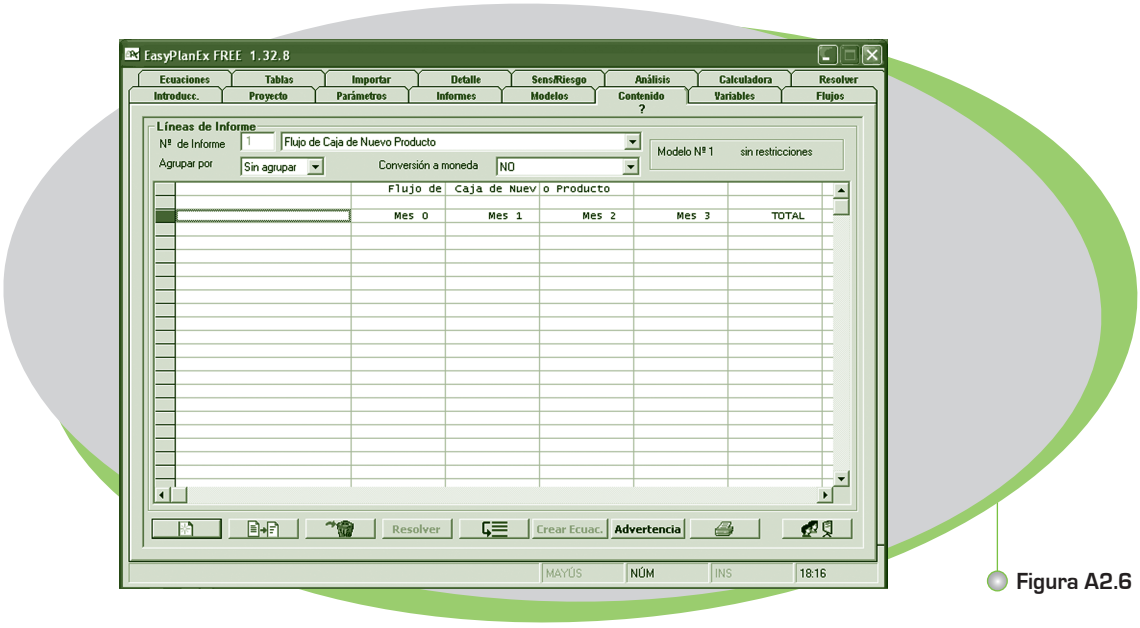


Figura A2.6

Para definir una línea que contenga la inversión en maquinaria, siga los siguientes pasos:

1. Pulse el botón **Nueva** para crear una línea a continuación de la recién creada;
2. Seleccione el tipo de línea **Variable independiente**;
3. Como la variable para inversión aún no ha sido creada, deberá crearla pulsando el botón **Nueva Variable**. Aparecerá una ventana donde usted deberá hacer lo siguiente:

- Ingrese el nombre de la variable en el campo **Nombre** (Inversión1).
- Seleccione **Sumable** en el campo **Valor**.
- Ingrese $ en el campo Unidad.
- En **Descripción del Elemento** ingrese "Valor de la maquinaria, que se deprecia en 36 meses, con valor residual".
- Pulse **Aceptar** para guardar la variable **Inversión1**;

4. Pulse el botón **Aceptar** para incorporar la nueva línea en la planilla;
5. Pulse el botón **Crear Flujo** para definir el tipo de flujo para **Inversión1**;
6. Pase a la sección **Flujos**, donde el botón **Nueva** ya ha sido presionado. Para definir la inversión, haga lo siguiente:

- Elija el tipo de flujo **Inversión**.
- Ingrese 0 en **Período**.
- Ingrese el monto de la inversión (85000) en el campo **Monto Invers**.
- Deje 1 como número de inversiones en **N° Invers**.
- Ingrese 36 en el campo **Plazo Depreciación** y en **Vida efectiva**.
- Deje el método de depreciación por defecto: **depreciación lineal**.
- Pulse el botón **Nueva Variable** contiguo a la caja desplegable **Deprec.en** para crear la variable **Depreciación1**, donde EasyPlanEx guardará los valores de depreciación para cada período. Ponga $ en **Unidad** y en **Descripción** ingrese "**Depreciación mensual de la inversión en tecnología tradicional**". Pulse **Aceptar** para guardar la variable.
- Al costado derecho de **Depreciación1** haga clic en **–> Informe** para que esta variable se incorpore al informe.
- Pulse el botón **Nueva Variable** contiguo a la caja desplegable **Costo Venta Activo** para crear la variable **Costoventainv1**.
- Ponga $ en **Unidad** y en **Descripción ingrese** "Costo de venta del activo al final de su vida efectiva."
- Pulse **Aceptar** para guardar la variable y haga clic en **–> Informe**.
- Ingrese 30 en %**Valor residual**;

7. Pulse **Aceptar**. El flujo será incorporado en la lista de flujos del dato Inversión y automáticamente aparecerá un gráfico para **Inversión**, para poder verificar visualmente el monto y período de la inversión;
8. Cierre el gráfico. EasyPlanEx volverá automáticamente a la sección **Contenido**, donde las líneas para **Inversión, Depreciación1** y **Costoventainv1** habrán sido incorporadas. El monto de 85.000 deberá aparecer en la columna correspondiente al período inicial (mes 0).

La figura A2.7 muestra la sección **Contenido** resultante. Para corregir algún aspecto de una línea, haga clic en ella, presione **Modificar**, realice el cambio y presione **Aceptar**. Para cambiar un flujo de una variable independiente, haga clic sobre la línea y después vaya a la sección **Flujos**.

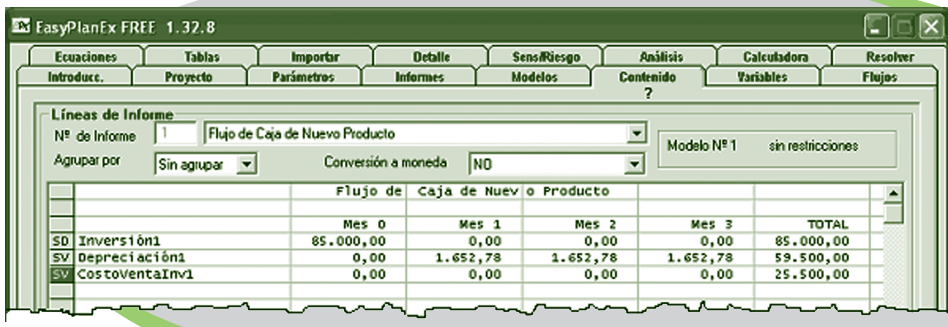


Figura A2.7

Para definir una línea para la variable independiente **Volumen** siga los siguientes pasos:

1. Haga clic sobre la línea **Costoventainv** y pulse el botón **Nueva** para crear una línea;
2. Seleccione el tipo de línea **Variable Independiente**;
3. Pulse el botón **Nueva Variable** para crear la variable, ingresando estos campos:

- "Volumen" en el campo **Nombre**.
- Seleccione **Sumable** en el campo **Valor** e ingrese "Un" **en Unidad**.
- En **Descripción** ingrese "Volumen de ventas en unidades mensuales".
- Pulse **Aceptar** para guardar la variable **Volumen**;

4. Pulse el botón **Aceptar** para incorporar la línea en la planilla;
5. Pulse el botón **Crear Flujo** para pasar a definir los valores de esta variable, en la sección **Flujos**. En esta sección el botón **Nuevo** ya ha sido presionado. Ahora haga lo siguiente:

- Elija el tipo de flujo **Crecimiento Constante**.
- Ingrese el valor inicial de 500.
- Deje el período inicial mostrado por defecto (período 1).
- Ingrese 12 en el campo **Número de Valores** (número de períodos).
- Ingrese 3 (%) en el campo **Tasa** y deje el intervalo entre períodos en 1;

6. Pulse **Aceptar**. El flujo será incorporado en la lista de flujos de **Volumen**. Cierre el gráfico que aparecerá y volverá automáticamente a **Contenido**;
7. Como es necesario crear un segundo flujo para **Volumen**, haga clic sobre la sección **Flujos**;
8. Pulse **Nuevo** para ingresar el segundo flujo para **Volumen**, para los períodos 13 a 36. EasyPlanEx supondrá que el primer valor de este flujo se basará en el último valor del flujo anterior y que el primer período será el siguiente al último del flujo anterior. Ahora haga lo siguiente:

- Elija el tipo de flujo **Crecimiento Constante**.
- Ingrese 24 en el campo **Número de Valores** (número de períodos).
- Ingrese 2 (%) en el campo tasa y deje el intervalo entre períodos en 1;

9. Pulse **Aceptar**. El segundo flujo será incorporado en la lista de flujos del dato **Volumen**;
10. Haga clic sobre la sección **Contenido**. Aparecerá un gráfico para verificar los valores de **Volumen**. Presione el botón **Valores** en la ventana del gráfico, para comprobar los valores. Los primeros son: 500.00, 515.00, 530.45, etc, y el último es 1.113,23.

La figura A2.8 muestra la sección **Contenido** una vez realizado esto.

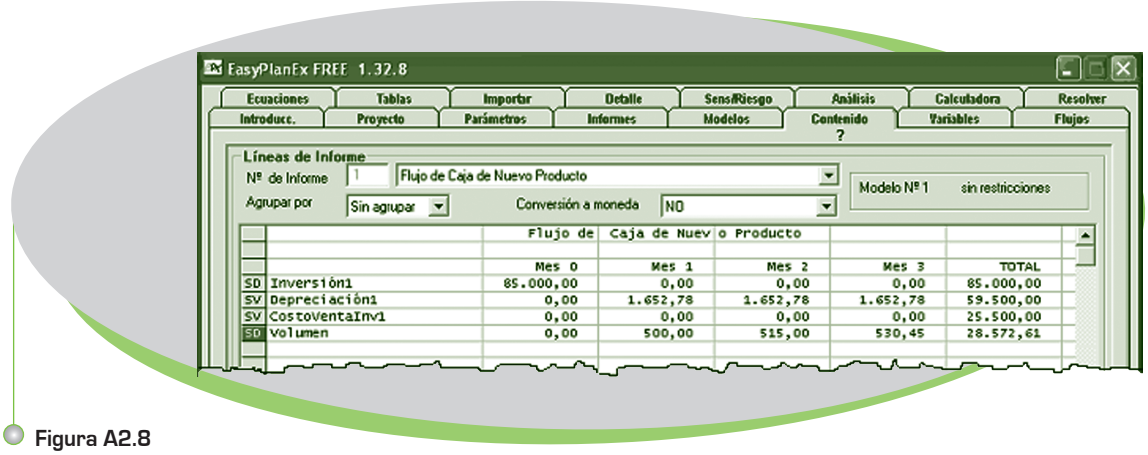


Figura A2.8

Para definir una línea para el dato **CostoFijo** el procedimiento es el mismo que el utilizado para **Inversión** y **Volumen**:

1. Pulse el botón **Nueva** para crear una nueva línea;
2. Seleccione el tipo de línea **Variable Independiente**;
3. Como la variable aún no ha sido creada, se creará pulsando el botón **Nueva Variable**. Aparecerá una ventana donde deberá:

- Ingresar el nombre de la variable **CostoFijo**, en el campo **Nombre**.
- Seleccione **Sumable** en el campo **Valor**.
- Ingrese $ en el campo **Unidad**.
- Ingrese una breve explicación en **Descripción**.
- Pulse **Aceptar** para guardar la variable **CostoFijo**;

4. Pulse el botón **Aceptar**, para incorporar la línea en la planilla;
5. Pulse el botón **Crear Flujo**, para pasar a definir los valores de esta variable en la sección **Flujos**. En esta sección, el botón **Nueva** ya ha sido presionado. Para definir los valores de **CostoFijo**, haga lo siguiente:

- Elija el tipo de flujo **Uniforme**.

- Ingrese el valor 3500 en **Valor Inicial**.
- Deje el período inicial mostrado por defecto (período 1).
- Ingrese 36 en **Número de Valores** y pulse **Aceptar**. El flujo será incorporado en la lista de flujos.
- Cierre el gráfico que aparecerá para volver a la sección **Contenido**.

La figura A2.9 muestra el resultado de la sección **Contenido**.

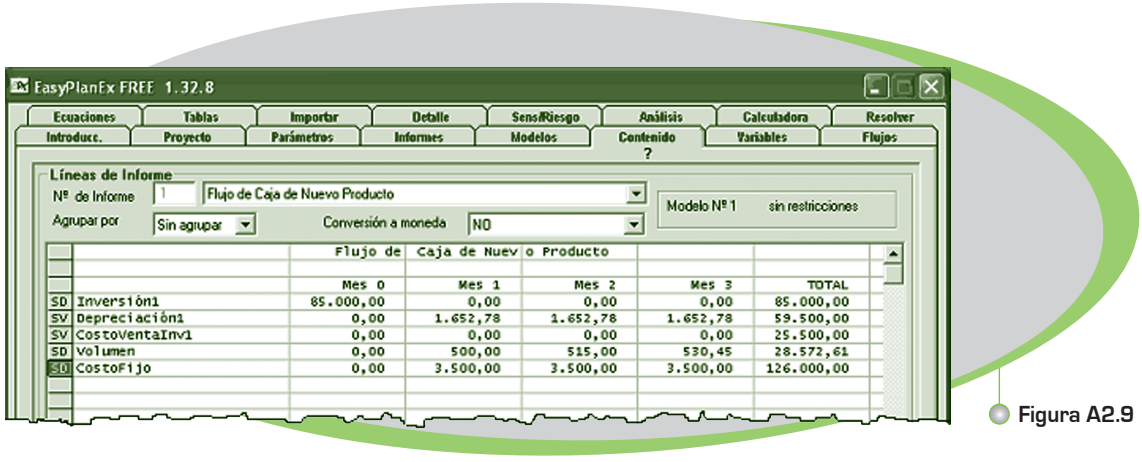


Figura A2.9

Para definir una línea para la constante que contiene el porcentaje de costo variable de producción siga los siguientes pasos:

1. Pulse **Nueva** para agregar una línea después de la última creada;
2. Seleccione el tipo de línea **Constante**;
3. Como la constante aún no ha sido creada, pulse botón **Nueva Variable**. Aparecerá una ventana, donde deberá ingresar los siguientes campos para definirla:
   - En el campo **Nombre** ingrese el nombre de la constante: **%Cvar**.
   - Seleccione **No Sumable** en el campo **Valor**.
   - Seleccione tipo de constante porcentual, marcando el checkbox "%", e ingrese el valor de 58 (%);
4. En **Descripción** ingrese: "Costo variable de producción como porcentaje de la venta" y pulse **Aceptar** para guardar la constante;
5. Pulse **Aceptar** para aceptar la línea.

   Para crear la constante **Precio**, repita los pasos 1 al 5, pero no pulse el checkbox "%". Seleccione **No Sumable**, ingrese 20 en **Valor**, $ en **Unidad** y "Precio unitario" en **Descripción**.

La figura A2.10 muestra el resultado de la sección **Contenido**.

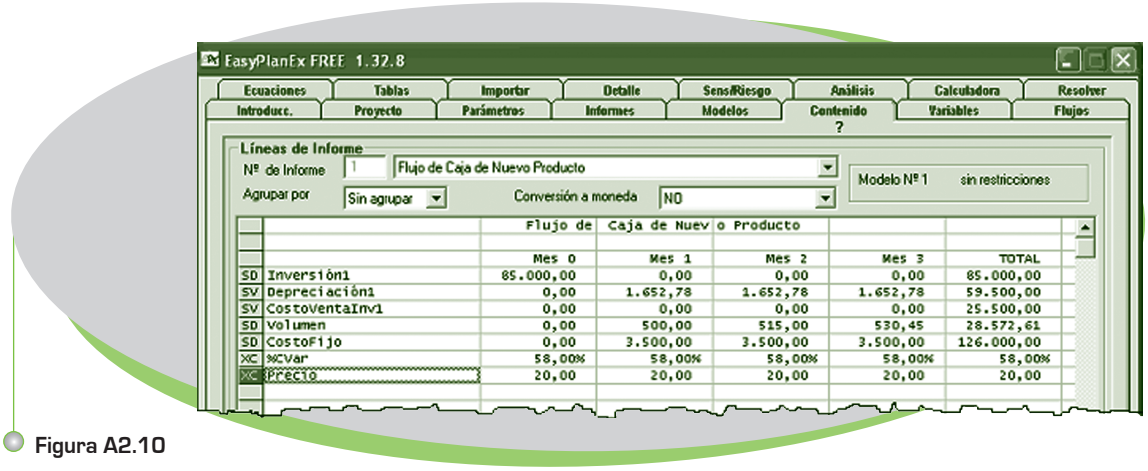


Figura A2.10

Como el nivel de producción no debe sobrepasar la capacidad de la máquina, es necesario definir una variable dependiente (*Capacidad*) y asignarle un valor de 1.000. Para hacer esto siga los siguientes pasos:

1. Vaya a la sección **Ecuaciones**;
2. Presione el botón **Nueva** y seleccione el tipo de instrucción **Ecuación**;
3. Presione el botón **Nueva Variable** al lado de la caja desplegable del lado izquierdo para crear la variable. En la ventana emergente haga lo siguiente:

- Ingrese **Capacidad** en el campo **Nombre**.
- Seleccione **No Sumable** en el campo **Valor**.
- Ingrese "Un" en el campo **Unidad**.
- En **Descripción** ingrese "Capacidad máxima de producción".
- Pulse **Aceptar** para guardar la variable;

4. Para definir el operando de la ecuación, escoja **Valor** en **Tipo de Variable**, ingrese 1.000 y pulse **Aceptar**;
5. Pulse **–> Modelo** para incorporar la instrucción en el modelo.

Si el volumen de venta excede a la capacidad de producción, la venta estará limitada a lo que se pueda producir, si no fuese posible acumular inventarios. Por lo tanto, será necesario escribir las siguientes instrucciones:

```
SI VOLUMEN <= CAPACIDAD ENTONCES
        VENTA = VOLUMEN * PRECIO
SINO
        VENTA = CAPACIDAD * PRECIO
FIN
```

Para definir la instrucción **Si** haga lo siguiente:

1. Presione el botón **Nueva** y seleccione el tipo de instrucción **Si**;
2. Elija **Var. Independiente** en **Tipo de Variable** y seleccione la variable **Volumen** en **Var. Independiente**;
3. Pulse **Aceptar** para aceptar el operando y pasar al segundo;
4. Elija la condición "<=";
5. Elija **Variable Dependiente** en **Tipo de Variable** y seleccione **Capacidad**;
6. Presione **Aceptar** y la instrucción será incorporada al modelo.

Escriba ahora la ecuación **Venta = Volumen * Precio**. Para ello haga lo siguiente:

1. Presione el botón **Nueva** para crear una nueva ecuación;
2. Presione el botón **Nueva Variable** al lado de la caja desplegable del lado izquierdo para crear la variable dependiente **Venta**. En la ventana emergente haga lo siguiente:

- Ingrese el nombre de la variable, **Venta**, en el campo **Nombre**.
- Seleccione **Sumable** en el campo **Valor**.
- Ingrese $ en el campo **Unidad**.
- En **Descripción** ingrese "Venta mensual en $".
- Pulse **Aceptar** para guardar la variable;

3. Elija **Var. Independiente** en **Tipo de Variable** y seleccione **Volumen** en la caja desplegable **Var. Independiente**;
4. Presione **Aceptar** para aceptar el operando. EasyPlanEx comenzará a desplegar la ecuación: Venta = Volumen..;
5. Ingrese el segundo operando (**Precio**). Para ello elija el tipo de operador (*), el tipo de variable (**Constante**) y seleccione **Precio** en la caja desplegable **Constante**;
6. Presione **Aceptar** para guardar el operando y presione **–> Modelo** para incluir la ecuación en el modelo.

Ahora cree una instrucción **Sino**. Para ello pulse **Nueva**, seleccione **Sino** y pulse **Aceptar**.

A continuación cree la ecuación **Venta = Capacidad * Precio**, siguiendo los seis pasos anteriores, pero utilizando **Capacidad** en vez de **Volumen**. Tenga presente que la variable **Venta** ya está definida, por lo que sólo hay que seleccionarla, y que **Capacidad** es una variable dependiente. Para terminar, agregue una instrucción **Fin** pulsando **Nueva/Fin/Aceptar**. Por defecto, al definir una nueva instrucción, ésta quedará ubicada a continuación de la última instrucción creada o seleccionada

La figura A2.11 muestra las instrucciones definidas hasta ahora.

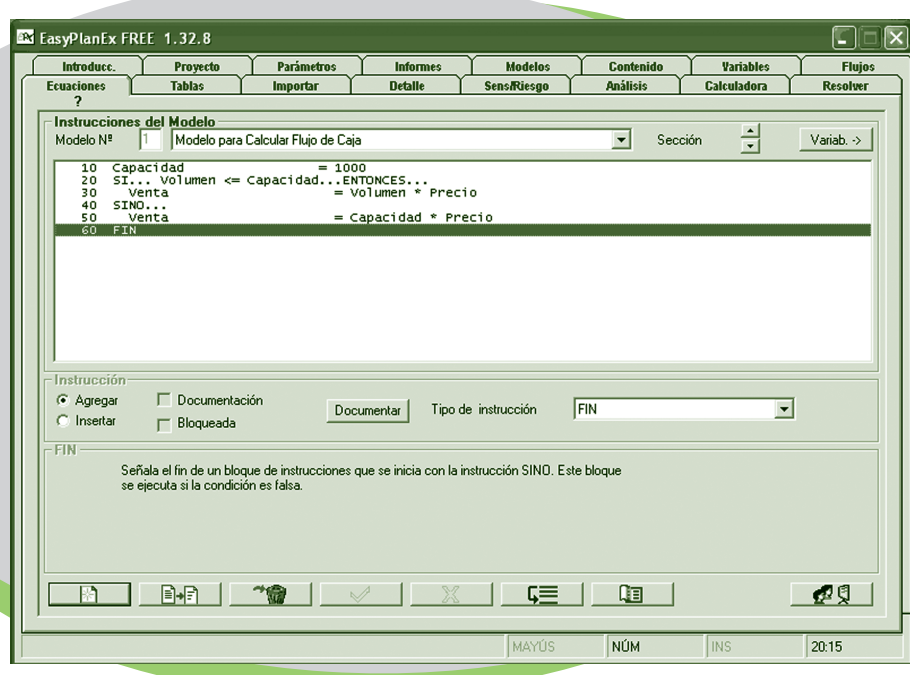


Figura A2.11

A continuación, se debe incluir la variable **Venta** en la sección **Contenido** de informe. Para ello, siga los siguientes pasos:

1. Haga clic sobre la línea de **Precio** y pulse el botón **Nueva**;
2. Seleccione el tipo de línea **Variable Dependiente**;
3. Seleccione la variable **Venta** en la lista de variables y pulse **Aceptar**.

Los valores de **Venta** en los primeros tres meses son: 10.000, 10.300 y 10.609. El total para todo el proyecto es: 564.244,71.

La figura A2.12 muestra el resultado de la sección **Contenido**.



Figura A2.12

Para definir una línea para la variable dependiente **%Costovar**, a la cual se asignará el valor de la constante **%Cvar**, y para definir una línea para la variable **Costovariable**, que contendrá el costo variable de producción para cada período, siga los siguientes pasos:

1. Haga clic sobre la línea de **Venta** y pulse **Nueva** para crear una nueva línea en contenido;
2. Seleccione el tipo de línea **Variable Dependiente**;
3. Pulse el botón **Nueva Variable** para crear la variable. En la ventana emergente haga lo siguiente:

- Ingrese el nombre de la variable, **%Costovar**, en el campo **Nombre**.
- Seleccione la opción "%" para definir esta variable como porcentual.
- Seleccione **No Sumable** en el campo **Valor**.
- En **Descripción** ingrese "Porcentaje de costo variable de producción".
- Pulse **Aceptar** para guardar la variable;

4. Pulse el botón **Aceptar** para incorporar la línea en la planilla;
5. Pulse el botón **Crear Ecuac**. para pasar a definir la ecuación, en la sección **Ecuaciones** con el fin de calcular el valor de esta variable para cada período. En esta sección el botón **Nueva** ya ha sido presionado. Para definir la ecuación **%Costovar = %Cvar** haga lo siguiente:

- Seleccione el tipo de instrucción **Ecuación**.
- Para definir el operando, seleccione **Constante** en **Tipo Variable** y seleccione **%Cvar** en la caja desplegable **Constante**.
- Pulse **Aceptar**, para aceptar el operando;

6. Pulse **–> Modelo** para incluir esta ecuación en el modelo y volverá a la sección **Contenido**.

Se ha definido una variable dependiente **%Costovar**, a la cual se asigna **%Cvar**, porque más adelante, para optimizar el proyecto, se asignará a **%Costovar** el costo variable desde una tabla de valores, según sea la tecnología que se esté evaluando.

Para definir una línea para la variable dependiente **CostoVariable**, siga los siguientes pasos:

1. Pulse **Nueva** para crear una nueva línea en **Contenido**;
2. Seleccione el tipo de línea **Variable Dependiente**;
3. Pulse el botón **Nueva Variable** para crear la variable y haga lo siguiente:

- En el campo **Nombre**, ingrese "Costovariable".
- Seleccione **Sumable** en el campo **Valor**.
- Ingrese $ en el campo **Unidad**.
- En **Descripción** ingrese "Costo variable mensual de producción" y pulse **Aceptar** para guardar la variable;

4. Pulse el botón **Aceptar**, para incorporar la línea en la planilla;
5. Pulse el botón **Crear Ecuac**. para pasar a definir la ecuación en la sección **Ecuaciones**, con el fin de calcular el valor de esta variable para cada período. En esta sección el botón **Nueva** ya ha sido presionado.

Siga el siguiente procedimiento para definir la ecuación:

CostoVariable = Venta * %Costovar

- Seleccione el tipo de instrucción **Ecuación**.
- Seleccione **Costo Variable** como variable a calcular (al lado izquierdo).
- Para definir el primer operando, seleccione **Var. Dependiente** en **Tipo Variable** y **Venta** en la caja desplegable **Var. Dependiente**.
- Pulse **Aceptar**, para aceptar el operando.
- Ingrese el segundo operando (**%Costovar**). Para ello, elija el tipo de operador (*), el Tipo de Variable (**Var. Dependiente**) y seleccione **%Costovar** en la caja desplegable **Var. Dependiente**.
- Pulse **Aceptar** para aceptar el operando y **–> Modelo** para incluir esta ecuación en el modelo. EasyPlanEx volverá a la sección **Contenido**.

La figura A2.13 muestra el resultado que se observará en **Contenido**.

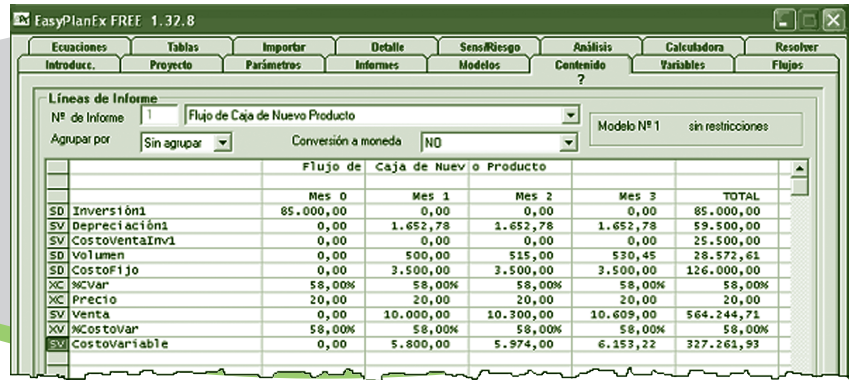


Figura A2.13

Si fuese necesario corregir la ecuación con la cual se calcula una variable, haga clic sobre dicha línea y vaya a la sección **Ecuaciones**, donde EasyPlanEx ubicará automáticamente la ecuación para modificarla.

Para crear la línea para **Utilidad** (antes de impuestos) se sigue el mismo procedimiento para la línea **CostoVariable**, sólo que ahora la ecuación es:

UTILIDAD = VENTA - COSTOFIJO - COSTOVARIABLE – DEPRECIACIÓN1

Después de definir el último operando, se pulsa el botón **–> Modelo** para incluir la ecuación en el modelo. En forma análoga, se crea la línea para **Impuesto**, que se calcula mediante la siguiente ecuación:

```
IMPUESTO = UTILIDAD * TASA
```

Para definir esta ecuación se debe crear una constante porcentual **Tasa** con un valor de 20 (%). Para calcular la utilidad neta se debe crear una línea para la siguiente ecuación:

```
UTILIDADNETA = UTILIDAD  - IMPUESTO
```

Los operandos se pueden definir más rápido si se utiliza el botón **Definir Operando** al lado derecho del marco **Ecuación**. Para definir la línea para flujo de caja, siga el mismo procedimiento ya conocido. En este caso la ecuación es la siguiente:

```
FLUJOCAJA = UTILIDADNETA + DEPRECIACIÓN1 – INVERSIÓN1 + COSTOVENTAINV1
```

Esta ecuación supone que el valor de desecho de la maquinaria es igual al costo de venta en **Costoventainv1**. Por ello, en la venta no habrá ganancia ni pérdida.

Después de incorporar esta ecuación al modelo, revise que las ecuaciones estén correctamente definidas. Para ello, las puede listar mediante el botón **Ver Documentación** en la sección **Ecuaciones**:

```
 10  Capacidad      = 1000
 20  SI... Volumen      < = Capacidad...ENTONCES...
 30        Venta           = Volumen * Precio
 40  SINO...
 50        Venta           = Capacidad * Precio
 60  FIN
 70  %CostoVar      = %Cvar
 80  CostoVariable  = Venta * %CostoVar
 90  Utilidad       = Venta - CostoFijo - CostoVariable - Depreciación1
100  Impuestos      = Utilidad *  Tasa
110  UtilidadNeta   = Utilidad - Impuestos
120  FlujoCaja      = UtilidadNeta+ Depreciación1- Inversion1+ CostoVentaInv1
```

Aquí se observa la transparencia y claridad de las ecuaciones del modelo, lo que reduce la posibilidad de cometer errores. Si se descubre que hay algún error, se puede corregir pulsando Alt+Clic sobre el botón **Modificar**, en la sección **Ecuaciones**. Por ejemplo, si en la ecuación para calcular **Flujo Caja** se hubiese restado **Costventa-inv1** en vez de sumarla, la corrección se hace siguiendo los siguientes pasos:

1. Seleccione la ecuación a modificar y pulse **Modificar**;
2. Pulse **–> Ecuación** para editar la ecuación;

3. Ubique el operando a modificar (**Costoventainv1**) mediante las flechas. El operando seleccionado se destacará en color rojo;
4. Presione **Modificar** y haga el cambio que sea necesario. Al finalizar, pulse **Aceptar** y después el botón **–> Modelo**.

Para eliminar un operando, después de pulsar **–> Ecuación** selecciónelo y pulse **Eliminar** y **–> Modelo**. Para crear un operando, después de pulsar **–> Ecuación** pulse **Nuevo**, seleccione mediante las flechas la posición donde insertarlo, defina el operando y pulse **Aceptar** y **–> Modelo**.

Es posible agregar otros tipos de línea en un informe, como ser:

- Línea simple, que abarca el informe en todo su ancho.
- Línea doble, a lo largo de todo ancho.
- Línea en blanco
- Subrayado simple de valores, título o comentario.
- Subrayado doble de valores, título o comentario.
- Título, para incorporar un título a una sección del informe.

Por ejemplo, para subrayar el título haga lo siguiente en la sección **Contenido**:

1. Haga clic en la línea siguiente a la del título, y pulse el botón **Nueva** para insertar la nueva línea;
2. Seleccione la opción **Insertar**;
3. Seleccione el tipo de línea **Subrayado simple** y pulse **Aceptar**.

Para insertar cualquier otro tipo de línea se sigue el mismo procedimiento. Por ejemplo, se podría subrayar también la línea de período. Si se está utilizando la versión FREE, no conviene agregar más líneas para no superar la capacidad de esta versión para evaluación de EasyPlanEx (20 líneas).

La figura A2.14 muestra la sección **Contenido**, realizado lo anterior.

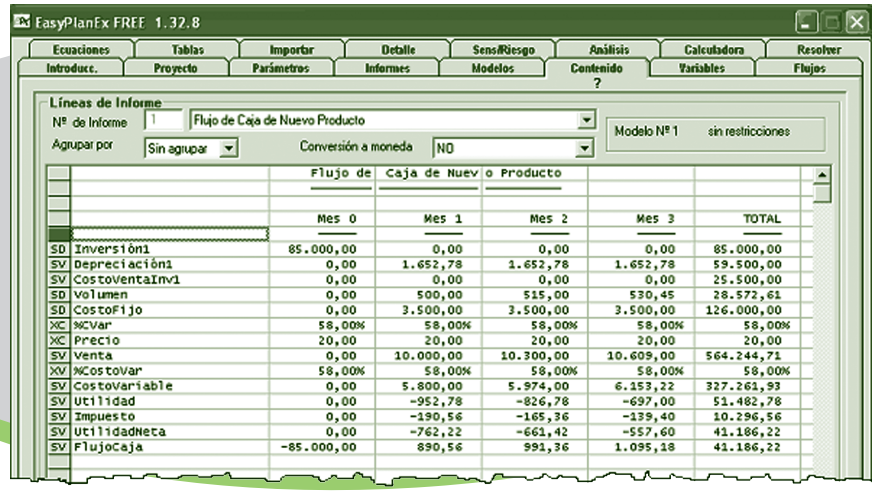


Figura A2.14

Para calcular el VAN de este ejemplo, vaya a la sección **Resolver** y siga los siguientes pasos:

1. Seleccione tipo de proceso **Estándar**;
2. Elija **Valor Presente** como función objetivo a calcular y seleccione **FlujoCaja**. Haga lo mismo para calcular **T.I.R. de FlujoCaja** y presione el botón **Resolver**. En la sección **Contenido** aparecerá un VAN de $14.821,83 y una **Tir** de 21,42%.

Si no obtuvo este resultado, vaya a la sección **Proyecto** y pulse el botón **Ver Documentación** y a continuación los botones **Todos** y **Aceptar** para generar automáticamente la documentación del proyecto. Mediante las flechas avance o retroceda, revisando principalmente los valores de las constantes, las definiciones de los flujos y las ecuaciones del modelo, hasta encontrar la causa del error. Vaya a la sección que corresponda para hacer la corrección y verifique los resultados.

Para listar el informe, presione el botón **Listar** en la sección **Contenido**. El número de períodos será el definido en la sección Informes. También puede listar el informe en la sección **Resolver**, al presionar el botón **Listar**. En este caso, los períodos que serán incluidos son los definidos en la parte superior de esta sección.

Para obtener un informe agrupado, por ejemplo, por períodos semestrales, seleccione este período en **Agrupar por**, ya sea en la parte superior izquierda de **Contenido** o en la parte superior derecha de **Resolver**. En el primer caso el contenido del informe agrupado se desplegará automáticamente. En el segundo, será necesario presionar el botón **Listar**.

Para exportar a una planilla electrónica el informe obtenido, presione el botón **Definir** en la sección **Resolver**, defina el nombre de la carpeta y del archivo a ser generado y pulse **Aceptar**. Después presione el botón **Exportar** y la planilla se desplegará automáticamente. No es necesario guardar la planilla, pues EasyPlanEx lo hará automáticamente.

b) Sensibilización del volumen de venta

Para realizar un análisis de sensibilidad en forma automática ingrese las alternativas a evaluar para cada variable independiente en la sección **Sens/Riesgo**. Los resultados de hasta 100.000 combinaciones se obtendrán en la sección **Resolver**.

Siguiendo con el ejemplo, para sensibilizar el monto inicial de **Volumen** considerando valores posibles entre 400 y 700, con un incremento de 20, haga lo siguiente:

1. Vaya a la sección **Sens/riesgo** y seleccione la variable **Volumen**;
2. Pulse el botón **Nueva**;
3. Seleccione **Sensibilidad** en el campo **Tipo de Análisis**;
4. Seleccione **Rango de Valores** en el campo **Tipo Sensibilidad**;
5. Ingrese 400 en **Valor Inferior**, 700 en **Valor Superior** y 20 en **Intervalo**;
6. Pulse **Aceptar** y vaya a la sección **Resolver**;
7. Seleccione como tipo de proceso **Análisis** de **Sens/Riesgo**;
8. Seleccione **Usar** en **Análisis de Sensibilidad** e **Ignorar** en **Análisis de Riesgo**;

9. Seleccione **Valor Presente** en el marco **Cálculos** y haga dos veces clic para que el asterisco quede al lado de esta opción, indicando la función objetivo que será considerada en los gráficos que se obtendrán en la sensibilidad.

Al pulsar **Resolver** se desplegará el informe para el primer escenario, en la ventana "Análisis Multifactorial sin Riesgo". En esta ventana se puede obtener el informe para cualquier otro escenario, eligiendo un valor diferente en el campo **Volumen**. En el menú **Archivo** podrá imprimir el resultado o guardarlo en un archivo. En el menú **Edición** podrá seleccionar (cortar) una parte del informe.

También se puede obtener un gráfico de VAN para cada valor de **Volumen**. Para ello, haga clic en el botón "**G**", ubicado en el marco **Volumen**. El gráfico A2.1 muestra dicho resultado.

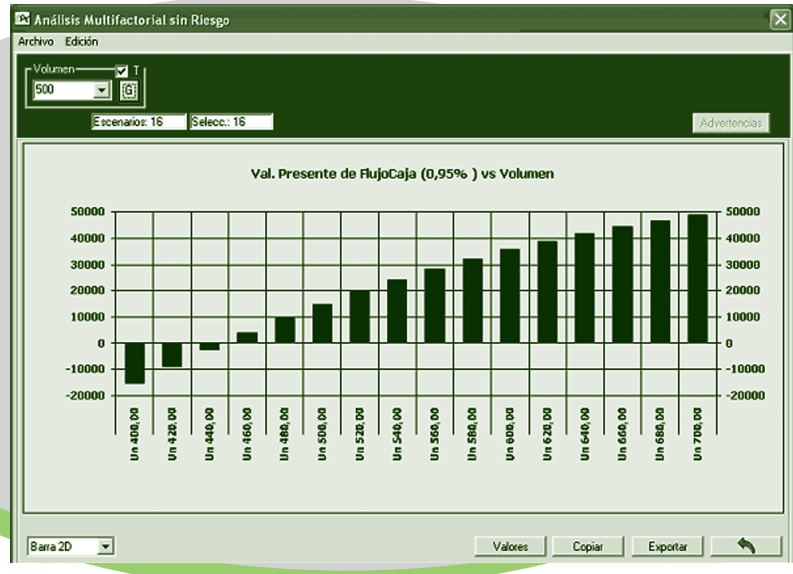


Gráfico A2.1

Para encontrar el valor de venta inicial que hace al VAN cero, haga lo siguiente:

1. En la sección **Resolver**, seleccione tipo de proceso **Búsqueda de Objetivo**;
2. Seleccione **Valor Presente** como cálculo a realizar;
3. Ingrese el valor 0 en **Objetivo** y seleccione **Volumen** en **Dato**;
4. Presione el botón **Resolver** y el informe con el resultado se desplegará automática y consistentemente con lo observado en el gráfico A2.1.

c) Optimización de la formulación del proyecto.

EasyPlanEx puede encontrar la mejor opción para hasta 12 variables simultáneas de un proyecto para encontrar el mejor escenario. Para ello hay que crear tablas con los valores que caracterizan a cada opción que exista para una variable de decisión dada. En este ejemplo, la variable de decisión será **Codtecnol**, con valores de 1 a 3,

que identificará la opción tecnológica a evaluar. Para crear esta tabla, deberá seguir los siguientes pasos:

1. Pulse **Nueva** en la sección **Tablas**;
2. Elija tabla de 4 columnas (índice, descripción de fila, columna A y columna B);
3. Ingrese en **Título** el título de la tabla; por ejemplo, "Parámetros que definen cada tecnología de maquinaria";
4. Ingrese en **Descripción** información adicional, por ejemplo: "Esta tabla contiene los parámetros (capacidad de producción y porcentaje de costo variable de producción) de cada alternativa tecnológica disponible para la maquinaria a adquirir con el fin de fabricar el nuevo producto";
5. Modifique, si fuese necesario, el nombre de la columnas **Índice**, **Columna A** y **Columna B**. En este caso, conviene nombrar las columnas como **Índice**, **Capacidad** y **Costovar**;
6. Ingrese la información para cada opción tecnológica, haciendo lo siguiente:

- Pulse el botón **Nueva** para crear una nueva fila en la tabla.
- Ingrese 1 en **Índice**, Tecnología tradicional en **Descripción**, 1000 en **Capacidad** y 58 en **Costovar**.
- Presione **Aceptar** (en el marco **Valores de una Fila**) para guardar la fila y **Nueva** para crear la siguiente.
- En la segunda fila ingrese, respectivamente, 2, Tecnología moderna, 1000 y 53,5 y pulse **Aceptar** para guardar la fila y **Nueva** para crear la siguiente.
- Repita para la tercera con los datos 3, Tecnología avanzada, 1200 y 50 y pulse **Aceptar** para aceptar la tercera fila;

7. Pulse el botón **Aceptar**, en la parte inferior, para guardar la tabla.

La figura A2.15 muestra el resultado de la sección **Tablas**.

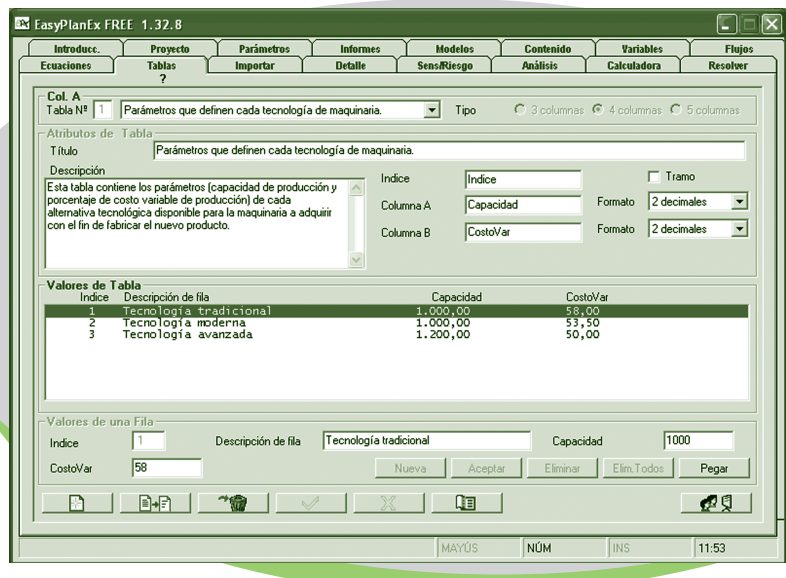


Figura A2.15

En segundo lugar, hay que modificar la ecuación **%Costovar =%Cvar**, de modo que, dado un valor de **Codtecnol**, la variable **%Costovar** reciba el valor correspondiente al porcentaje de costo variable para esa opción tecnológica. Para esto, vaya a la sección **Ecuaciones**, elimínela y defina una nueva instrucción en la misma ubicación, elija la opción **Insertar**, seleccione el tipo de instrucción **Valor en Tabla Dado un Índice** y haga lo siguiente:

1. Seleccione **%Costovar** en **Variable Dependiente**;
2. Seleccione Tabla N° 1;
3. Seleccione **Costovar** en **Valor de**;
4. Elija **Var Independiente** en **Tipo de Variable** y cree **Codtecnol** para la caja desplegable **Var Independiente**. Con este fin, pulse el boton **Nueva Variable**, ingrese **Codtecnol** en **Nombre**, seleccione **No sumable**, ingrese "un" en **Unidad** y "código para identificar el tipo de tecnología" en **Descripción**.
5. Presione **Aceptar** y la siguiente instrucción quedará incorporada al modelo, después de la instrucción **FIN**:

```
%COSTOVAR  = COSTOVAR EN TABLA Nº 1 PARA ÍNDICE CODTECNOL
```

Debido a que **%Costovar** está definida como una variable de tipo porcentual, el valor asignado desde la tabla debe ser dividido por 100. Por ello, agregue (opción **Agregar**) la siguiente ecuación, usando tipo de operando **Valor** para el valor 100:

```
%COSTOVAR = %COSTOVAR  / 100
```

En tercer lugar, hay que tener presente que cada tecnología conlleva un nivel de inversión diferente. Por ello, será necesario condicionar en el modelo la realización de estas inversiones a la variable de decisión **Codtecnol**. Por lo tanto, no podremos utilizar directamente las variables **Inversión1**, **Depreciación1** y **Costoventainv1**, sino que será necesario definir variables **Inversión**, **Depreciación** y **Costoventainv** en la sección **Variables** y asignarles los valores de las variables correspondientes según sea la opción tecnológica considerada. Por otra parte, la capacidad de producción dependerá ahora de la tecnología utilizada.

Para concretar lo anterior haga lo siguiente:

1. En la sección **Variables** cree las variables dependientes **Inversión, Depreciación** y **Costoventainv**. (Elija "Sumable", anote la unidad "$" e ingrese una descripción para cada variable);
2. En la sección **Variables**, cree las variables independientes **Inversión2** e **Inversion3** y las dependientes **Depreciación2, Depreciación3**, **Costoventainv2** y **Costoventainv3**;
3. En la sección **Flujos** seleccione **Inversión2** con monto 100.000 y **Plazo Depreciación** y **Vida Efectiva** igual a 36 meses. En **Deprec En** seleccione **Depreciación2** y

en **Costo Venta Activo** seleccione **Costoventainv2** e ingrese 30 en **%Valor Residual**;

4. En la sección **Flujos**, defina **Inversión3** con monto 135.000 y **Plazo Depreciación** y **Vida Efectiva** igual a 36 meses. En **Deprec En** seleccione **Depreciación3** y en **Costo Venta Activo** seleccione **Costoventainv3** e ingrese 30 en **%Valor Residual**;
5. En la sección **Flujos** defina para **Codtecnol** un flujo uniforme con valor 1 desde el mes 0 al 36 (37 valores);
6. En el inicio del modelo (sección **Ecuaciones**) escriba las siguientes ecuaciones condicionadas para asignar los valores que correspondan, según sea la tecnología. Para la primera línea use la opción **Insertar**, y después siga usando la opción **Agregar**:

```
SI CODTECNOL = 1 ENTONCES
   INVERSIÓN          = INVERSIÓN1
   DEPRECIACIÓN    = DEPRECIACIÓN1
   COSTOVENTAINV =  COSTOVENTAINV1
SINO
FIN
SI CODTECNOL = 2 ENTONCES
   INVERSIÓN          = INVERSIÓN2
   DEPRECIACIÓN    = DEPRECIACIÓN2
   COSTOVENTAINV =  COSTOVENTAINV2
SINO
FIN
SI CODTECNOL = 3 ENTONCES
   INVERSIÓN          = INVERSIÓN3
   DEPRECIACIÓN    = DEPRECIACION3
    COSTOVENTAINV=  COSTOVENTAINV3
SINO
FIN
```

Si alguna instrucción no quedara ubicada en la posición correcta, presione **Alt+Clic** sobre el botón **Mover** para ver el procedimiento a seguir.

Elimine la ecuación **Capacidad** = 1000 y reemplácela, utilizando la función **Valor en Tabla Dado un Índice**, por:

```
CAPACIDAD = CAPACIDAD EN TABLA Nº 1 PARA ÍNDICE CODTECNOL
```

En las ecuaciones escritas originalmente para calcular **Utilidad** y **Flujocaja** será necesario reemplazar **Inversión1**, **Depreciación1** y **Costoventainv1** por **Inversión**, **Depreciación** y **Costoventainv**. Para ello, seleccione la instrucción, pulse **Modificar** y **–> Ecuación** y haga los cambios. El modelo final se puede listar en forma completa en la sección **Ecuaciones**, pulsando el botón **Listar Documentación**. El informe que se obtiene es el siguiente:

```
 10  SI... CodTecnol = 1...ENTONCES...
 20          Inversión                   = Inversion1
 30          Depreciación                = Depreciación1
 40          CostoVentaInv               = CostoVentaInv1
 50  SINO...
 60  FIN
 70  SI... CodTecnol = 2...ENTONCES...
 80          Inversión                   = Inversión2
 90          Depreciación                = Depreciación2
100          CostoVentaInv               = CostoVentaInv2
110  SINO...
120          FIN
130  SI... CodTecnol = 3...ENTONCES...
140          Inversión                   = Inversion3
150          Depreciación                = Depreciacion3
160          CostoVentaInv               = CostoVentaInv3
170  SINO...
180  FIN
190  Capacidad  = Capacidad en tabla Nº 1 para índice CodTecnol
200  SI... Volumen <= Capacidad...ENTONCES...
210          Venta                       = Volumen * Precio
220  SINO...
230          Venta                       = Capacidad * Precio
240  FIN
250  %CostoVar  = CostoVar en tabla Nº 1 para índice CodTecnol
260  %CostoVar  = %CostoVar / 100
270  CostoVariable= Venta * %CostoVar
280  Utilidad       = Venta - CostoFijo - CostoVariable - Depreciación
290  Impuestos   = Utilidad * Tasa
300  UtilidadNeta= Utilidad - Impuestos
310  FlujoCaja     = UtilidadNeta+ Depreciación - Inversión+ CostoVentaInv
```

También será necesario cambiar, en la sección **Contenido**, las variables **Inversión1**, **Depreciación1** y **Costoventainv1** por **Inversión**, **Depreciación** y **Costoventainv** (mediante el botón **Modificar**). Además, se puede eliminar la línea para **%Cvar** y agregar **Cod Tecnol** al comienzo del informe. La figura A2.16 muestra el informe después de todos los cambios:

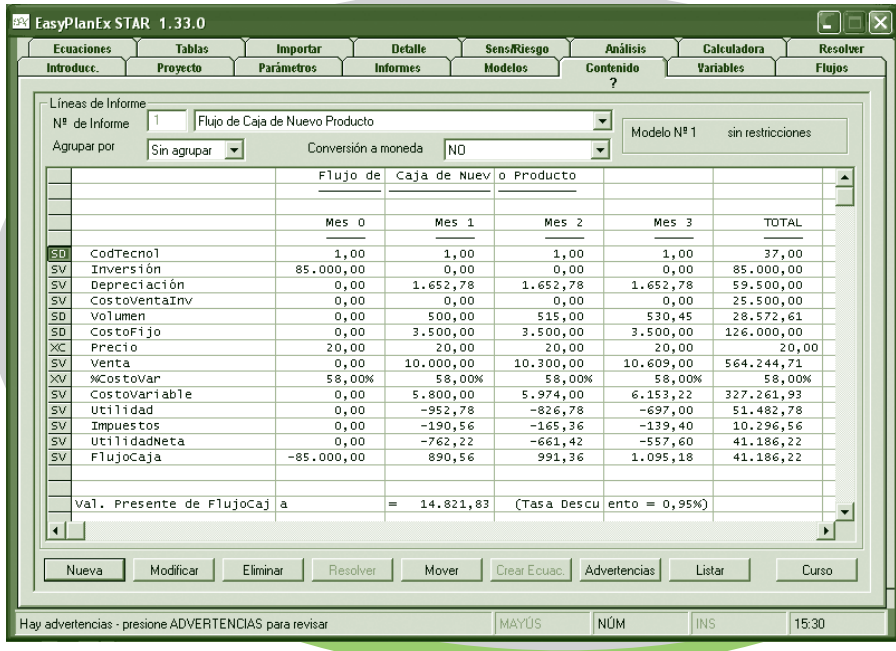


Figura A2.16

Si algún total no fuese correcto, puede deberse a que no se optó apropiadamente entre **Sumable** o **No Sumable** para cada variable.

Para que EasyPlanEx determine la mejor opción tecnológica entre las tres disponibles, siga los siguientes pasos:

1. En la sección **Sens/riesgo** defina análisis de sensibilidad para **Codtecnol**, considerando **Valor Inferior**=1, **Valor Superior**= 3 e **Intervalo** =1;
2. En la sección **Resolver**, seleccione tipo de proceso **Análisis de Sens/Riesgo** y **Usar** en **Análisis de Sensibilidad**;
3. Pulse **Resolver**. Aparecerá una ventana con el resultado para la primera alternativa, que es **Codtecnol** = 1 y **Volumen** = 400. Si se hace clic sobre cualquier otra combinación de valores de venta y tecnología, se desplegará el resultado correspondiente;
4. En la caja desplegable **Volumen** haga clic en **500** y clic en "T" para fijar dicho valor. La "T" (todos los valores) se convertirá en "1" (un valor), y vice-versa;
5. Presione el botón **Maximizar** y se desplegará una lista de todas las alternativas, ordenadas desde la mejor (con mayor VAN), para **Volumen** igual a 500 (valor inicial). La mejor opción es l a tecnología moderna, con un VAN de $ 21.581,45. La figura A2.17 muestra este resultado.

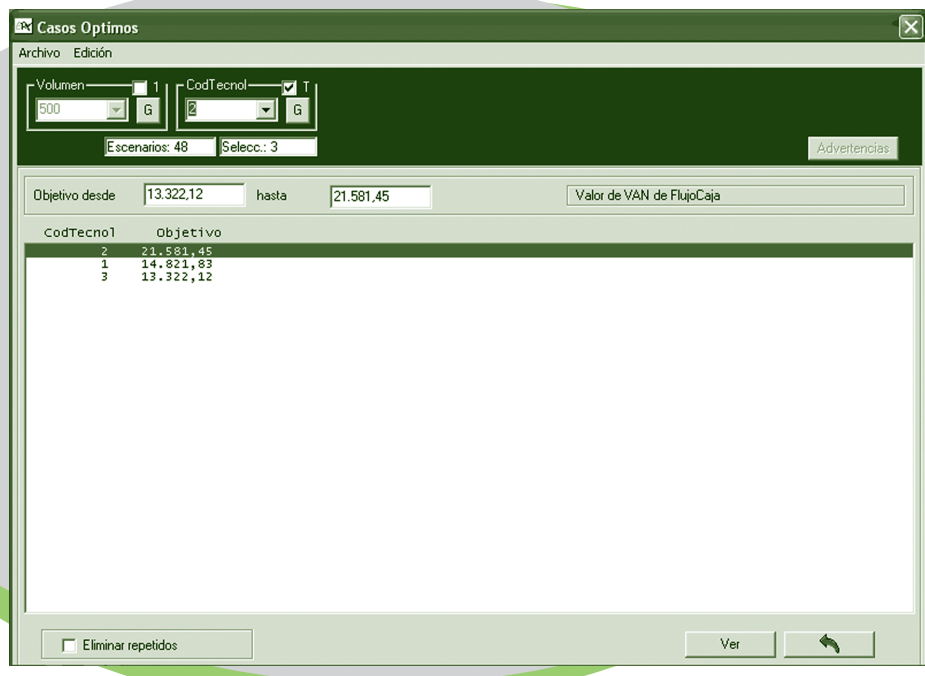


Figura A2.17

Sin embargo, si en vez de fijar el volumen en 500 este se fijará en 700, la mejor alternativa sería la tecnología avanzada, con un VAN de $74.303,62. Con esta información no es fácil definir la alternativa óptima, pues se trata de un problema probabilístico. Y no sólo está la variabilidad del valor inicial del volumen, sino la de la tasa de crecimiento. Por ello, se deberá incorporar el análisis de riesgo.

d) Análisis de riesgo

Para realizar el análisis de riesgo para el valor inicial de la variable **Volumen**, se supondrá que este valor se encuentra con igual probabilidad en el rango 500 a 700. Para definir esta función de distribución de probabilidades (uniforme) haga lo siguiente:

1. Haga clic sobre el nombre de la sección **Sens/Riesgo**;
2. Seleccione la variable independiente **Volumen** (automáticamente se seleccionará el primer flujo). Pulse **Nueva** para ingresar la información para el análisis de riesgo;
3. Seleccione el tipo de análisis: **Riesgo**;
4. Seleccione la opción **Valor Inicial**;
5. Seleccione el tipo de distribución de probabilidades: **Uniforme**;

6. Ingrese 400 en **Valor Inferior** y 700 en **Valor Superior**;
7. Pulse **Aceptar**.

Para definir la información para el análisis de riesgo de la tasa de crecimiento del primer y segundo tramo de **Volumen**, se siguen los siguientes pasos:

1. Pulse **Nueva** y seleccione el tipo de análisis: **Riesgo**;
2. Seleccione la opción **Tasa**;
3. Seleccione el tipo de distribución de probabilidades: **Triangular**;
4. Ingrese **Límite Inferior**, **Moda** (valor más probable) y **Límite Superior** para la distribución triangular: 1, 3, 5;
5. Pulse **Aceptar**. En la información de resumen, bajo la lista de flujos, aparecerá marcado **Riesgo para Tasa** (en checkbox);
6. Seleccione el segundo flujo en la lista de flujos de **Volumen** y pulse **Nueva** para ingresar la información para análisis de riesgo en el segundo tramo de Volumen;
7. Seleccione el tipo de análisis: **Riesgo**;
8. La opción **Tasa** ya estará seleccionada (es la única posible);
9. Seleccione el tipo de distribución de probabilidades **Triangular**;
10. Ingrese **Límite Inferior**, **Moda** y **Límite Superior** para la distribución triangular: 0, 2, 4, y presione **Aceptar**.

Para modificar el número de iteraciones a realizar, vaya a la sección **Parámetros** y pulse **Modificar** y **Más Parámetros**. A continuación seleccione 1.000 en **Número Iteraciones** y pulse **Aceptar**. Para realizar el análisis de riesgo siga los siguientes pasos:

1. Vaya a la ficha **Sensibilidad** en la sección **Análisis** y seleccione **No** para **Volumen** (haciendo clic sobre **Sí**, para que aparezca **No**). Así, se hará análisis de sensibilidad sólo para el tipo de tecnología (**Codtecnol**);
2. Vaya a la sección **Resolver** para ejecutar el análisis de riesgo;
3. Seleccione el tipo de proceso **Análisis de Sens/Riesgo**;
4. Seleccione **Usar** en el campo **Análisis de Sensibilidad** y **Usar** en el campo **Análisis de Riesgo**. De esta manera EasyPlanEx hará el análisis de riesgo automáticamente para todas las alternativas de sensibilización (tres, en este caso);
5. Elija calcular VAN y seleccione **FlujoCaja** como función objetivo;
6. Ingrese valor mínimo, máximo y número de intervalos para graficar la distribución de probabilidades resultante para VAN. Le sugerimos los siguientes valores: -10.000, 70.000, 40, respectivamente;
7. Ingrese 0 en el campo de **Calcular Probabilidad de Resultado <= VAR**, para poder determinar cuál es la probabilidad de no alcanzar el objetivo de VAN igual a cero o superior, la cual será la medida del riesgo del proyecto;
8. Pulse **Resolver**.

El modelo será resuelto 1.000 veces y se desplegará una tabla de distribución de las probabilidades de VAN para la primera alternativa, que debería mostrar una probabilidad

de VAR del orden de 11,1%, al final de aquella. Si se utiliza un número diferente de iteraciones, el resultado no variará significativamente.

Para ver los resultados para las otras alternativas, haga clic en la caja desplegable **Codtecnol** y haga clic en **Graficar** para obtener un gráfico de la probabilidad acumulada de la función objetivo. El gráfico A2.2 muestra el resultado correspondiente a la alternativa de tecnología moderna N° (índice 2), que presenta un riesgo de 7,1%.

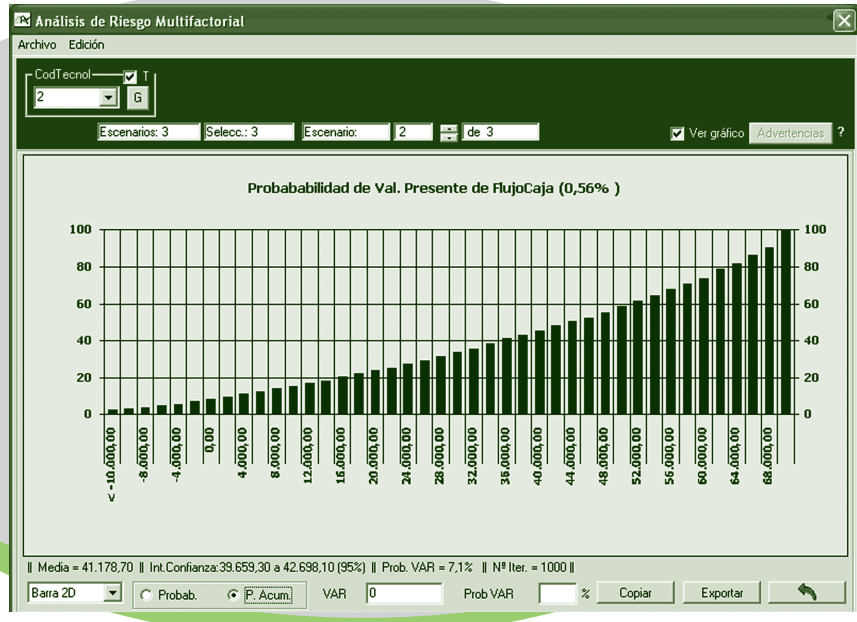


Gráfico A2.2

En cada proceso de análisis de riesgo EasyPlanEx utiliza una misma serie de números aleatorios con el fin de aplicar el método de MonteCarlo, para permitir la comparación de las alternativas. Para utilizar una serie distinta basta con modificar el valor en **Semilla para N° azar** en la sección **Parámetros**. Es necesario pulsar el botón **Más Parámetros** para desplegar la ventana apropiada.

Los resultados obtenidos para las 3 alternativas, ordenadas por probabilidad de VAR, son:

Tecnología	Probabilidad de VAR	VAN esperado
1	11,1%	$31.724,94
2	7,1%	$41.178,70
3	13,9%	$43.343,72

Al analizar estos valores se concluye que se puede descartar a priori la primera alternativa, pues tiene un VAN esperado inferior al de la segunda, con un mayor riesgo. El inversionista deberá, entonces, tomar su decisión entre la segunda y la tercera alternativa, considerando su mayor o menor nivel de aversión al riesgo.

e) Optimización de riesgo y retorno

El caso desarrollado es simple, con una sola variable de decisión. Un caso algo más complejo podría tener muchas variables de decisión, con un número de alternativas de 300 o más. Cuando se tiene esta cantidad, ya no es tan fácil deducir cuáles son las alternativas que compiten, pues muchas podrían ser descartadas.

EasyPlanEx puede hacer este análisis automáticamente y obtener y dibujar la "frontera eficiente", que es el conjunto de alternativas que compiten entre sí en riesgo y retorno. Entonces, el inversionista sabrá cuáles son las alternativas válidas, de entre todas las posibles, y elegirá la que prefiera según su personal nivel de aversión al riesgo.

Para realizar la optimización de riesgo y retorno, siga los mismos pasos explicados para el análisis de riesgo, pero antes de presionar el botón **Resolver** seleccione la casilla de verificación **Riesgo/Retorno Óptimo**. Se desplegará una ventana en que los proyectos estarán ordenados en tramos de mayor a menor rentabilidad, tal como muestra la figura A2.18.

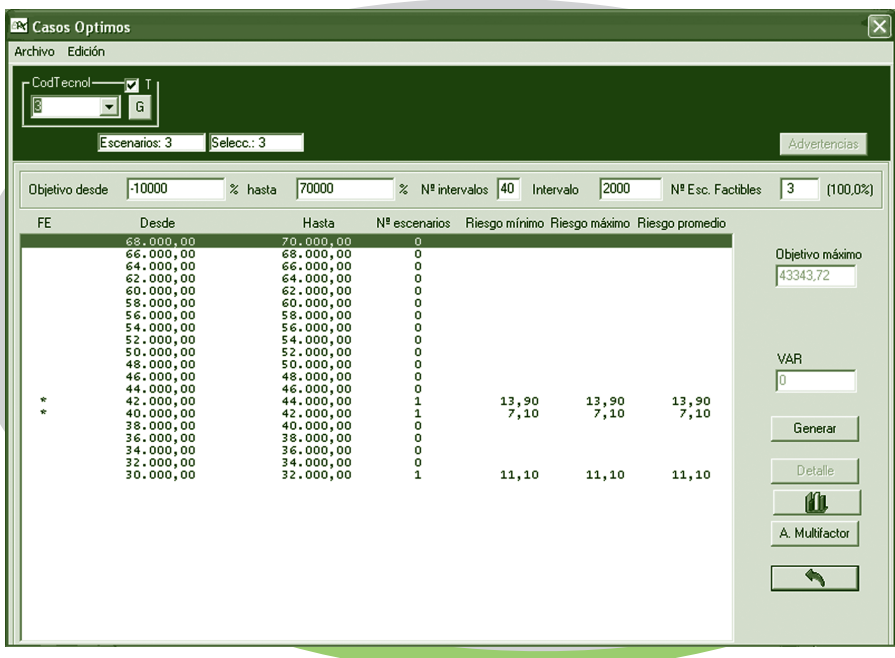


Figura A2.18

Si presiona **Graficar**, los proyectos serán graficados de acuerdo con su riesgo (en el eje X) y retorno (en el eje Y). El gráfico resultante se muestra en el gráfico A2.3.

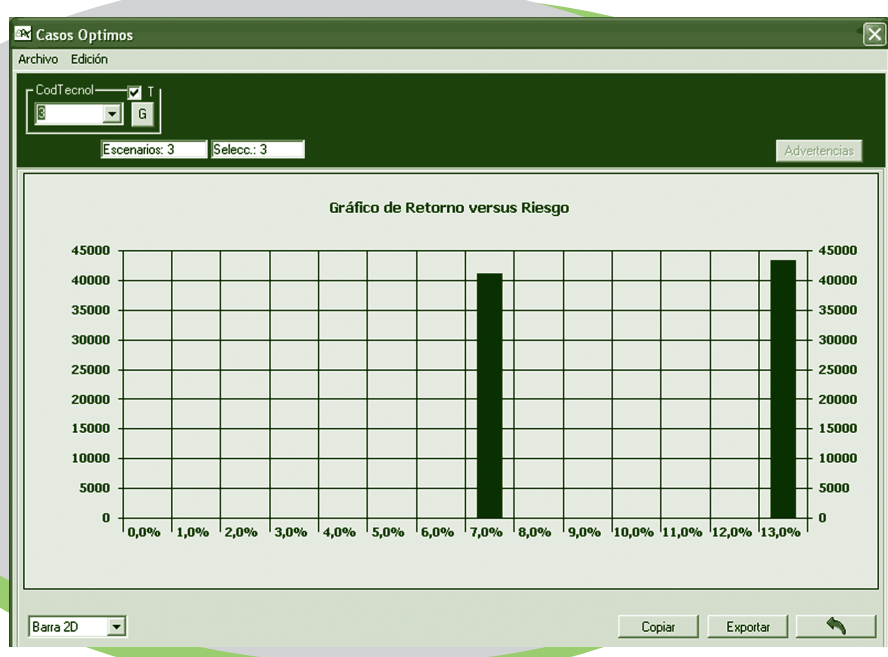


Gráfico A2.3

Aquí se muestra que la tecnología moderna tiene un riesgo de 7,1% comparado con el 13,9% de la avanzada, pero esta última tiene un mayor valor esperado del VAN ($44.343,72 en comparación con $41.178,70). Tal vez en ambas alternativas el nivel de riesgo no sea aceptable por el inversionista, en cuyo caso se podrían evaluar estrategias para mitigar el riesgo.

f) Importación de valores desde planilla

Hoy en día se maneja mucha información en planillas electrónicas. Por ello, EasyPlanEx permite importar datos desde ellas. Por ejemplo, si en el caso analizado se deseara importar un pronóstico de volumen en la variable independiente **Pronóstico** para los próximos meses, siga los siguientes pasos:

1. Presione el botón **Nueva** en la sección **Importar**, para crear una nueva definición de importación;
2. Ingrese un título para identificar la importación: "Importar Volumen";

3. Ingrese una descripción: “Importar pronóstico para mes 1 a 36”;
4. Ingrese el nombre del archivo de planilla y de la carpeta donde se encuentra, por ejemplo, “PlanillaVolumen” y “C:\EPXFREE\Projects\ (también se puede usar el botón **Seleccionar carpeta** para seleccionar un archivo en el PC) y presione **Aceptar**.

Mediante Excel cree una planilla con dicho nombre en la carpeta indicada, que diga **Volumen** en la primera columna de la tercera fila, con valores a la derecha que, por ejemplo, partan en 600 y se incrementen en cinco unidades por período, para llegar a 775 en el mes 36. Cierre el software de planilla al terminar. Presione el botón **Ver Planilla** en la sección **Detalle** para verificar que la planilla haya quedado bien creada.

A continuación se debe crear la variable independiente **Pronóstico** en la sección **Variables** y especificar, en la sección **Detalle** que se leerán 36 valores.

1. Presione el botón **Nueva** en la sección **Detalle**;
2. Elija **Variable Independiente** en **Tipo de Línea**;
3. Seleccione **Pronóstico**;
4. Escriba **Volumen** en sinónimo, suponiendo que ese sea el nombre que identificará a los valores dentro de la planilla;
5. Ingrese 36 en **N° de Valores**;
6. Ingrese 1 en Período Inicial y presione **Aceptar**.

La figura A2.19 muestra el contenido de la sección **Detalle**.

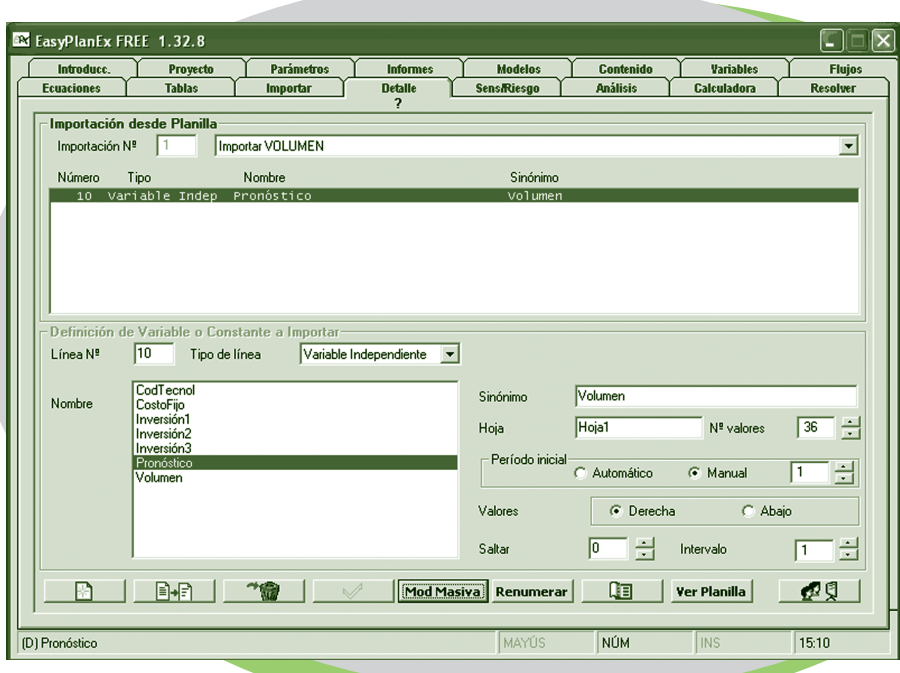


Figura A2.19

Si presiona el botón **Importar** en la sección **Importar**, se importarán los valores desde la planilla señalada. Para verificar los valores leídos, en la sección **Variables** se puede obtener un gráfico para **Pronóstico**. En esta sección también se indica, con la hora del proceso, si una variable ha sido importada.

g) Documentación automática

La documentación automática de un proyecto se obtiene del siguiente modo:

1. En la sección **Proyecto** pulse el botón **Ver Documento del Proyecto**;
2. En la ventana emergente pulse **Todos** y **Aceptar**;
3. Recorra los capítulos presionando las flechas en la parte inferior.

Al pulsar Imprimir en el menú **Archivo** y seleccionar **Imprimir** se obtendrá un informe impreso que permitirá verificar que el proyecto esté bien formulado y que los datos y supuestos utilizados correspondan a la realidad.

Índice temático

A

Administración central, 421-422, 427
Ahorro,
  costo actual, 409;
  de costo externo, 430;
  flete, 409;
  inversión máquina y galpón nuevo, 405
Ajustado, 317
Ajuste(s),
  por gastos no desembolsables, 218, 230-231, 232;
  a la tasa de descuento, 318
Amortización, 161, 162,
  de activos intangibles, 163
Análisis,
  de datos, 70;
  incremental, 128, 228;
  multidimensional, 290;
  unidimensional, 290
Anualidad, 252
Apalancamiento,
  operacional, 315;
  operativo, 315;
  financiero, 315

B

Balance,
  de equipos, 98;
  de insumos médicos, 105;
  total de insumos, 106
Barrera(s) a la entrada, 65
Base y con proyecto, 154
Beneficio-costo, 255
Beneficios del proyecto, 34
Beta,
  de los activos, 318;
  proxi, 319
Bienes,
  complementarios, 44;
    precios de los, 43,
  de lujo, 47;
  independientes, 45;
  inferiores, 47;
  necesarios, 47,
  normales, 47;
  sustitutos, 47;
    precio de los, 43
Boulding, (véase Módelo de Boulding)

C

Calidad,
  del producto, 62;
  del servicio, 62;

de los insumos, 59
Cálculo de(l) impuesto(s), 230-231, 233
Calendario,
de inversiones, 33, 216, 219;
de reposición, 101;
de ingresos por venta de activos, 101
Call, 269
Cambiando la(s) celda(s), 193
Cantidad,
de consumidores, 43;
de equilibrio, 261
Capacidad, 458
ociosa, 29;
instalada, 108;
de diseño, 108;
del sistema, 108;
real, 108
Capital de trabajo, 221, 414, 415-417, 424, 429, 431
Categoría de función, 204
Celda,
objetivo, 86, 193;
Celdas variables, 85
Cíclica, 66
Coeficiente,
beta, 287, 314;
de correlación, 72;
Comercial, 100
Compra y venta, 418, 420, 424, 427
Competidores,
directos, 60;
indirectos, 60
Complemento promocional, 61
Concepto ampliado del precio, 58
Constante, 441
Contable, 100
Continua, 66
Costo, 99
anual equivalente, 254, 337;
de capital, 33, 313;
de la calidad, 390;
de la no calidad, 390;
de operación, 422;
de oportunidad, 33, 99 314;
directo de mantenimiento, 166;
fijo medio, 51, 53;
fijo de mantenimiento, 166;
fijo total, 53;
indirecto de fabricación, 158;
indirecto de mantenimiento, 166;
de mantenimiento, 413, 416-417;
inicial de mantenimiento, 166;
marginal, 52-53;
medio total, 51, 53;
no contable, 34;
promedio ponderado, 320;
relevante, 161;
total del periodo, 51;
variable de mantenimiento, 166;
variable medio, 51, 53
Costos,
de operación, 426;
de no calidad, 391;
diferenciales, 34, 158;
directos, 179;
fijos, 413, 415, 417;
fijos totales, 50;
históricos, 158;
sepultados, 161;
variables, 413, 415, 417;
variables totales, 51;
y beneficios no afectos a impuestos, 218
Crecimiento constante, 442
Crédito, 442
Criterio,
contable, 144;
técnico, 144;
comercial, 144;
económico, 144
Curva,
de aprendizaje, 171;
de demanda por inversión, 359;
de la experiencia, 172;
de sustitución, 89

D

Decisiones bajo certidumbre, 277
Decisor, 23
Déficit acumulado máximo, 146
Delphi, (véase Método de Delphi)
Demanda,
de flujo, 66, 92;
de stock, 92;
del mercado, 42,48;
insatisfecha, 66;
satisfecha, 66;
total, 66
Dependientes, 19
Depreciación, 123, 161-

162, 261, 405, 409, 413, 416-417, 430,
acumulada, 123;
computadoras, 424, 427;
edificio taller mecánico, 426;
edificio rent a car y taller mecánico, 422;
galpón nuevo, 400;
galpón actual, 400, 403;
máquina ATK-201*a*, 423, 425;
máquina ATK-201*b*, 423, 426;
máquinas ART-604, 426;
máquinas ART-603/604, 423;
máquina antigua, 400;
máquina nueva, 400;
moviliario administración central, 423, 425;
moviliario compra y venta, 424, 426
Desahucio, 403-404
Deseconomías, 51-52,
de escala, 51-52, 153
Destino, 66
Desviación estándar, 278
Diferenciales, 156
Disponibilidad de insumos, 59
Distribución,
de Gauss, 72;
normal, 72
Diversificable, 314
Dominancia, 284

E

Economía,
de la empresa, 41;
Economías, 51
de escala, 51-53, 153;
de ámbito, 391
Económico, 100
Ecuación, 443
Efecto,
entrópico, 20;
sinérgico, 20;
tributario, 122
Elástica, 44,
Elasticidad, 43
precio de la demanda, 43, 46, 50;
precio de la oferta, 48;
cruzada de la demanda, 46;
arco, 46
arco cruzada de la demanda, 44, 46;
arco ingreso de la demanda, 47;
ingreso de la demanda, 44, 46-48;
punto cruzada de la demanda, 46;
ingreso-punto de la demanda, 47;
punto, 46
El contable, 146
El costo de instalación y puesta en marcha, 102
El grado de flexibilización del uso de los equipos, 102
El nivel de especialización y calificación del personal, 102
Energía, 399, 404
Equilibrio,
de mercado, 42;
punto de, (véase
Equivalencia de certeza, 285
Error,
estándar, 72;
medio absoluto, 86;
típico, 72;
de referencia circular, 336
Estacional, 66
Estadísticas de la regresión, 72
Estándar, 73
Estático, 31
Etapas de proyectos, (véase Proyectos, etapas)
Expectativas, 43
Extrapolación de la tendencia histórica, 83,

F

Factibilidad, (véase Preinversión)
Factores combinados, 112
Faustmann, (véase Modelo de Faustmann)
Final, 66
Finalidad,
de la inversión, 20;
del estudio, 22
Fisher (véase Modelo de Fisher)
Flujo, 66,
de caja, 32,
Función, 444,
polinómica, 68
Fusión,
horizontal, 392;
vertical, 392

G

Gastos,
asignados, 403-404;
de vigilancia, 399, 403;
generales asignados, 399;
no desembolsables, 230-231, 233;
Gustos y preferencias, 43

H

Hertz, (véase Modelo de sensibilización)
Horizonte de evaluación, 219

I

Idea, etapa de, (véase Proyectos, etapas)
Imprescindencia de la sustitución de un activo con o sin cambio en el nivel de operación, 381
Impuesto(s), 401, 403, 409, 413, 416-417, 424, 427, 430,
Incertidumbre, 278
Incremento constante, 442
Independientes, 19, 20
Índice de valor actual neto, 364
Inelástica, 44
Infinity, 304, 432,
beta, 432, 434
Información,
de tipo primario, 31;
secundaria, 31
Informes, 443
Ingreso de los consumidores, 43
Ingresos, 413, 415, 417
Ingresos y egresos,
afectos a impuestos, 215, 230-231, 233;
no afectos a impuesto, 230-231, 233
Instrucciones condicionales, 444
Insumos directos varios, 401, 404
Intervalo de confianza, 72
Inversión, 409, 416-417, 431, 442,
en capital de trabajo, 19, 145;
en computadoras, 424, 427;
galpón nuevo, 401;
máquina, 401;
máquina AKT-201*b*, 424, 429;
Investigación de mercados, 88-89
IVAN (véase Índice de valor actual neto)

L

La identificación de todos los proveedores pertinentes, 102
La necesidad de equipos auxiliares, 102
La tasa interna de retorno, 255-256
La tasa de crecimiento de sus costos –mantenimiento y operación– y su vida útil, 102
Las características y dimensiones de los equipos, 102
Las capacidades de diseño, 102
Las garantías y el servicio técnico de posventa, 102
Leasing, 21, 99, 128, 221, 225-226,
financiero, 225;
operativo, 225
Ley de rendimientos,
marginales finalmente decrecientes, 52;
no proporcionales, 52
(véase también Rendimientos)
Libre de riesgo, 286

M

Manual de proyectos de desarrollo económico, 17
Mano de obra, 399, 403, 430,
directa, 157
Mantenimiento, 404, 430,
correctivo, 164;
de oportunidad, 164-165;
de inspección, 164-165;
galpón nuevo, 400;
de prevención, 165;
preventivo, 164
Marca, 61
Material directo, 157
Materiales, 430
Maximun number of trials reached, 304
Mayor,

costo fijo, 409;
costo variable, 409
Media ponderada de los betas, 317
Masa crítica técnica, 385
Menor valor de desecho, 409
Método,
contable, 145;
del déficit acumulado máximo, 149;
del periodo de desfase, 147;
delphi, 88
Mercado,
competidor, 57;
directo, 60;
indirecto, 60;
consumidor, 57;
distribuidor, 57;
proveedor, 57
Memoria anual, 63
Mínimos cuadrados, 72
Modelo,
CAMP (véase Modelo para la valoración….);
de Boulding, 343, 345;
de Faustmann, 343-344, 346;
de Fisher, 343-344, 346;
de sensibilización de Hertz, 291;
de simulación de MonteCarlo, (véase MonteCarlo);
para la valorización de los activos de capital, 314;
de solver, 78;
unidimensional, 294
Modelos,
causales, 67;
de series de tiempo, 67, 83;
Momento, 216,
cero, 216
Momentos, 216
MonteCarlo, 297
Mutuamente excluyentes, 19, 20

N

Necesidad, 66
Nivel de aspiración, 284
No diversificable, 314
No sistematico, 314

O

Oferta del mercado, 42, 48
Opción,
real, 36;
de compra, 270;
de venta, 270;
de sustitución de activos sin cambios en el nivel de operación, ni por lo tanto, en el nivel de ingresos, 380
Opciones, 23,
Oportunidad, 66
Operación, etapa, (véase Proyectos, etapas)
Outsourcing, 18, 20, 28, 122, 145, 153, 180, 188, 196, 216, 218, 234, 270, 289, 373-379, 390, 397, 403-405

P

Pago, 204
Pegar función, 73
Periodo,
de desfase, 146;
de recuperación, 255;
de recuperación de la inversión, 36,
Perfectamente elástica, 44
Perfectamente inelástica, 44
Permanencia, 66
Plaza, 63
Precio, 62,
de equilibrio, 49, 190;
de los bienes complementarios, 43;
de los bienes sustitutos, 43
Predicción,
tecnológica, 88-89
Preinversión, etapa, vease también Proyecto, etapas),
factibilidad, 31;
Perfil, 31
Prefactibilidad, 31
Prestada, 35
PRI, (véase Periodo de recuperación de la inversión)
Probabilidades,
subjetivas, 278
Producto real, 60
Promedio,
móvil ponderado de n periodos, 84;
móvil simple de n periodos, 84;
coeficiente de pondera ción de los promedios moviles, 84
Promedios móviles, 83-84,
Promoción, 62

Pronóstico causal, 68
Proyecto(s),
complementario, 19;
de desinversión, 234;
de sustitución, 159;
etapas,
de idea, 28;
inversión, 32;
operación, 32;
de preinversión, 30;
evaluación del proyecto, 32;
formulación, 32;
preparación, 32;

R

Racionamiento,
de capital, 358;
de recursos, (véase Racionamiento de capital)
Recuperación capital de trabajo, 401, 403, 404
Regresión, 70, 116,
lineal, 68
Rendimientos,
crecientes, 52;
decrecientes, 53;
negativos (no proporcionales), 53
Relación beneficio-costo, (véase Beneficio-costo)
Rentabilidad,
del inversionista, 22;
del proyecto, 22;
inmediata, 36, 269, 232
Rent a car, 418-419, 421-422, 424, 426-427, 429
Relevantes, 18
Repetitivo, 442
Restricciones, 86
RI, (véase Rentabilidad inmediata)
Riesgo, 278,
de(l) mercado, 286;
no sistemático, 286;
sistemático, 286

S

Segmentación de mercados, 66
Seguro(s),
máquinas, 400, 404;
galpón nuevo, 400, 404
Seguros y mantenimiento del galpón actual, 399, 403
Sensibilización, 19
Servicio externo, 403-404
Sistemático, 314
Situación,
base, 128, 228;
base optimada, 381;
con proyecto, 128, 228;
Stock, 66
Sustitución de un activo(s),
con cambios en los niveles de producción, ventas o ingresos, 381;

T

Tabla,
de amortización de deuda, 316;
de pago, 316
Taller, 421,
mecánico, 418, 420-422, 427
Tamaño de un proyecto, 107
Tamaño y envase, 61
Tasa,
interna de retorno, 36;
Técnica(s),
cuantitativas de predicción, 67;
cualitativa(s) de predicción, 87;
Temporalidad, 66
Tendencia, 72

U

UNO, (véase utilidad neta de operación)
Único, 442
Uniforme, 442
Unitaria, 44
Utilidad,
antes de impuesto, 217;
neta, 217;
neta de operación, 259;

V

Valor,
actual neto, 26, 36, 255;
actual neto ajustado, 316;
de desecho, 19, 35, 417, 424, 429, 431;
contable, 206;
comercial, 207;
galpón actual, 401, 403;
galpón nuevo, 401, 405;

por el método económico, 208;
de la celda objetivo, 193;
en tabla, 444;
esperado, 284;
libro, 123, 400, 413, 416-417, 430;
libro de los activos, 163;
libro de venta de activo y venta computadoras, 424, 427;
libro máquinas, 403, 405;
libro terreno, 409
VAN, (véase Valor actual neto)
Variable(s),
aleatorias, 83;
controlables, 23;
dependientes, 68, 83, 441;
independiente, 68, 72, 441;
no controlables, 23
Varianza, 288
Venta(s), 422, 426,
de activo(s), 159, 413, 415, 417, 422, 426, 430;
de terreno, 409;
máquina, 403;
máquina antigua, 399, 404;
máquina nueva, 399, 404
Viabilidad,
ambiental, 27;
de gestión, 25;
económica, 25;
legal, 24;
política, 25;
técnica, 24

W

Woopies, 29