

PREPARACION Y EVALUACION DE PROYECTOS

SEGUNDA EDICION



NASSIR SAPAG CHAIN
REINALDO SAPAG CHAIN

PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra,
por cualquier medio, sin autorización escrita del editor.

DERECHOS RESERVADOS © 1989, respecto a la segunda edición en español por
McGRAW-HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A. de C.V.

Atlacomulco 499-501, Fracc. Ind. San Andrés Atoto
53500 Naucalpan de Juárez, Edo. de México

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial, Reg. Núm. 1890

ISBN 968-422-045-6

(ISBN 958-600-008-7 primera edición McGraw-Hill Latinoamericana, S.A.)

3456789012 L.I.91 9023456781

Impreso en México

Printed in Mexico

Esta obra se terminó de
imprimir en noviembre de 1991
en Litográfica Ingramex
Centeno No. 162-1
Col. Granjas Esmeralda
Delegación Ixtapalapa
09810 México, D.F.

Se tiraron 3200 ejemplares

A nuestras esposas, Cristina y Silvia, y a nuestros hijos, Alvaro, Andrea, Carolina, Claudio, José y Verónica, quienes aceptaron sacrificar tantas horas que les pertenecían, y que les fueron sustraídas en la absorbente tarea de preparación de este proyecto.

A nuestro padre, Chucrí, un inmigrante llegado desde muy lejos, que dedicó hasta el último minuto de su vida a la realización de proyectos. De él aprendimos que el empuje, la dedicación y la imaginación son tanto o más necesarios que el conocimiento teórico para el éxito de los proyectos.

A nuestra madre, Amelia, símbolo de abnegación y apoyo incondicional, sin cuya ayuda ningún proyecto hubiera sido posible de concretar.

A nuestro hermano Manir, que no alcanzó a ver realizados sus proyectos y sus sueños. El diseño de la portada de este texto constituye un mudo testigo de un proyecto que, hecho con amor, no pudo concluir.

Prefacio

A LA PRIMERA EDICION

Hace cuatro años nos impusimos la meta de escribir un texto de estudio que conceptuase la fascinante temática de la preparación y evaluación de proyectos.

Ya en aquella época, en las cátedras que dictábamos en las aulas de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Chile, nos percatamos de la importancia de volcar nuestras experiencias prácticas y teóricas en un estudio novedoso y útil que incorporase los métodos y técnicas más avanzados para solucionar los problemas del desarrollo a través de los proyectos.

Posteriormente, en 1980, en la ciudad de Lima, Perú, cuando uno de nosotros estuvo en ESAN (Escuela de Administración de Negocios para Graduados) y el otro viajaba de Santiago a Lima, comenzamos a dar forma al contenido del texto y a definir su enfoque teórico. Fue también en Lima donde comenzamos a redactar los primeros capítulos.

De vuelta en Santiago, el texto se fue desarrollando, mientras compartíamos el tiempo en la docencia, la investigación, las consultorías y la ejecución y administración de proyectos.

Hoy día nuestra meta está cumplida. No pretendemos haber agotado el tema, puesto que ello significaría demasiada jactancia; tampoco creemos que el desarrollo científico y tecnológico se puede detener, lo que constituiría una insensatez.

Toda persona tiene proyectos en su vida. Las empresas, el gobierno, la Iglesia, también los tienen. Cuando nace el deseo de realizar un proyecto, siempre se dispone de las ideas básicas, aunque la persona no conozca los métodos ni las técnicas de evaluación. Pero cuando se profundiza en el tema, aparecen las sutilezas

que configuran un reto, inclusive para aquéllos que han dedicado una parte importante de su vida al estudio de los proyectos.

Nosotros queremos asegurarle al lector que con este texto aprenderá mucho sobre el funcionamiento de los proyectos y de los procedimientos, métodos y técnicas que se pueden utilizar en su preparación y evaluación.

Al mismo tiempo, podemos asegurarle que no quedará capacitado para dominarlos totalmente, aunque podrá apreciar las dificultades y el compromiso que representan los problemas vinculados a los proyectos que le corresponderá preparar y evaluar.

Hemos dividido el libro en siete partes. Cada una de ellas está a su vez dividida en capítulos. Esta estructuración se ha hecho con el objetivo de facilitar la comprensión de los principios básicos que considera la preparación y evaluación de proyectos.

Intencionalmente no hemos hecho una esquematización de las ideas fundamentales ni de los conceptos básicos incluidos en el texto. Recomendamos al estudiante de los cursos de proyectos leer el libro en forma continuada, ya que de esta manera no perderá la ilación lógica que hemos querido darle a la argumentación.

La totalidad de los capítulos cuentan con un resumen al final de ellos y un cuestionario que el estudiante deberá estar en condiciones de responder una vez estudiado el capítulo correspondiente.

La preparación y evaluación de proyectos no puede aprenderse por simple lectura y observación: hay que trabajarla. Al final de los capítulos pertinentes hemos planteado casos y problemas que deberán resolverse; estos casos y problemas se han diseñado para que el lector refuerce la comprensión de los conceptos importantes que se le han transmitido en la lectura de cada capítulo.

A lo largo del texto el lector se irá dando cuenta paulatinamente de que la preparación y evaluación de proyectos implica la existencia de opciones. Ellas estarán presentes en cada uno de los estudios del proyecto. Asimismo, se percatará de la importancia que revisten los diversos parámetros que deberá utilizar en el análisis evaluador.

Todo proyecto implica necesariamente adoptar decisiones en torno a diversas opciones que se pueden presentar, existiendo una infinidad de formas distintas de aproximarse a la realidad. Considerar las variables condicionantes en cada una de ellas será fundamental en el análisis de las diversas alternativas que pueden estudiarse. Las diversas opciones presentan de una manera u otra variantes que el preparador y evaluador deberá considerar permanentemente, las cuales se encuentran expresadas en los diversos enfoques analíticos que se realizan a lo largo del texto. El lector deberá tener siempre presente que la evaluación de proyectos conlleva necesariamente la idea de la comparación de alternativas. La selección de esas alternativas y el proceso de evaluación y sensibilización de ellas son elementos fundamentales que siempre se deberán considerar.

Aunque existen capítulos referidos específicamente a una parte del estudio de evaluación, se deberá tener siempre presente la intrincada interrelación existente entre cada una de las fases de estudio del proyecto. Las alternativas que se estudien necesariamente estarán también supeditadas al marco de referencia económico, político, social y cultural en el que corresponderá desarrollar la actividad del proyecto.

El texto que sigue no pretende ser un manual de consulta capaz de resolver casuísticamente la evaluación de una determinada iniciativa. Hemos querido entregar conceptos, métodos y técnicas tendientes a fomentar la búsqueda de soluciones inteligentes para la idea de un proyecto.

El texto no incluye en ninguno de sus capítulos la definición de subproyectos. El lector deberá considerar que todo proyecto puede llevar implícita la realización de estudios de evaluación parcializados que desde un punto de vista general están incorporados en el proyecto y que podrían denominarse subproyectos. Lo anterior debe significar, de acuerdo con el planteamiento que hemos efectuado, que estos subproyectos deben evaluarse mediante los mismos conceptos, procedimientos, métodos y técnicas señalados en el texto.

Finalmente, el lector debe considerar que la evaluación de proyectos es distinta de su ejecución y administración. En este estudio no se establecen procedimientos para la ejecución y administración ulterior del proyecto en marcha. Lo que sí se señala es que el preparador y evaluador deberá simular la forma de administración, con el objeto de cuantificar su costo incorporado en los flujos. Siempre se deberá tener presente que en la mayoría de los casos actúan agentes distintos desde el inicio de la idea del proyecto hasta que éste rinde los frutos en función de los cuales se concibió. La persona o grupos interdisciplinarios que lo evalúen no serán los mismos que posteriormente lo ejecutarán. Del mismo modo, los que lo administrarán una vez que esté funcionando no serán las mismas personas que fueron responsables de su ejecución. Dado que las condicionantes del marco de referencia son de por sí evolutivas y no estáticas, deberá considerarse la necesaria reevaluación de los proyectos en las instancias de su ejecución, como asimismo en su ulterior administración.

Un texto de esta naturaleza no se construye sin contraer una deuda de gratitud intelectual significativa con quienes contribuyeron con valiosas opiniones y sugerencias al proceso de elaboración de la obra. Muchos son los académicos y profesionales que nos han entregado su generoso aporte y cuya mención sería muy larga de efectuar. Por sus esmeradas y oportunas críticas y contribuciones queremos agradecer especialmente a Enrique D'Etigny L., de la Academia de Humanismo Cristiano; a Luis Piazzon G., de la Escuela Superior de Administración para Graduados (ESAN); a Víctor García O. y Narciso Contreras L., del Departamento de Administración de la Universidad de Chile; al abogado César Díaz-Muñoz C.; a Raúl Novoa G., de la Universidad Católica de Chile; a Santiago Rojas G., de la Universidad Simón Bolívar de Caracas; a los ayudantes de investigación que con tanta paciencia nos ayudaron a construir los textos; a los seminaristas de título que con dedicación solidaria ayudaron a preparar los casos y problemas; al personal de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Chile, que apoyó sin reservas la implementación del libro, y a nuestros queridos estudiantes y alumnos que, con sus consultas, dudas e inquietudes, hicieron posible dar coherencia didáctica a este texto. A todos ellos, ¡muchas gracias!

NASSIR SAPAG
REINALDO SAPAG

Prefacio

A LA SEGUNDA EDICION

En 1983, alcanzamos la meta que nos habíamos propuesto. La Universidad de Chile publicó la primera edición del texto, que rápidamente debió reimprimirse en dos oportunidades. En el prefacio de esa primera edición se indicaba que no pretendíamos haber agotado el tema, ya que ello habría significado creer con arrogancia que el desarrollo científico y tecnológico podría detenerse, lo que obviamente sería una insensatez.

Hoy día, al releer lo escrito entonces y tener que plantear el prefacio para esta segunda edición, estimamos ineludible reiterar que nos queda mucho por estudiar, investigar y proponer.

En esta nueva edición se ha revisado la totalidad de los capítulos. Hemos procurado enriquecer el contenido, incorporando nuevas metodologías y modelos de análisis. Adicionalmente, se ha tratado de perfeccionar el aspecto didáctico, agregando ejemplos numéricos aclaratorios de esas metodologías y modelos y ampliando la cantidad de ejercicios y problemas al final de cada capítulo. También se ha reformulado la estructura del texto, con el objeto de fusionar materias relacionadas y de darle un carácter más coherente y didáctico.

En este esfuerzo hemos recogido las acertadas opiniones de muchísimos profesores de la especialidad, pertenecientes a las más importantes universidades latinoamericanas y españolas. Los alcances de este prefacio nos impiden el reconocimiento individual a todos ellos. No obstante, no podemos dejar de expresar nuestra mayor gratitud al Profesor Libardo A. Daza M., de la Pontificia Universidad Javeriana de Colombia, quien tuvo a su cargo la minuciosa labor de efectuar la

revisión técnica de nuestro libro, en la que aportó valiosas indicaciones para mejorar el texto.

A la Editorial McGraw-Hill Latinoamericana S.A. debemos nuestro más sentido agradecimiento y elogio por su constante y eficaz apoyo y respaldo técnico para la materialización de esta obra, tanto en Chile como en Colombia.

También fue importante el apoyo recibido de las autoridades de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Chile y de su Departamento de Administración, así como de sus académicos que, permanentemente, estuvieron abiertos a discutir y apoyar con ideas y opiniones un mejor resultado para esta edición. De igual forma fue en extremo importante la pesada tarea de mecanografiar nuestros manuscritos que, tan eficientemente, realizó la señora Marlene Flóres. A todos ellos nuestros mayores agradecimientos.

LOS AUTORES

Contenido

PARTE I: INTRODUCCION.....	1
Capítulo 1	
El estudio de proyectos de inversión	3
1.1 Las necesidades y los proyectos	3
1.2 Proyectos buenos y proyectos malos	5
1.3 La toma de decisiones asociadas a un proyecto	7
1.4 La evaluación de proyectos	8
1.5 Evaluación social de proyectos	9
1.6 Resumen	10
Preguntas y problemas	11
Bibliografía	11
Capítulo 2	
Planes de desarrollo, programas y proyectos	12
2.1 Teoría de la planificación	13
2.2 El papel del gobierno en la planificación del desarrollo	15
2.3 Sistema de planificación del desarrollo centralizado	16
2.4 Sistemas de planificación del desarrollo no centralizado	17
2.5 La planificación del desarrollo	18
2.6 Resumen	22
Preguntas y problemas	23
Bibliografía	24
Capítulo 3	
El proceso de preparación y evaluación de proyectos	25
3.1 Alcances del estudio de proyectos	25
3.2 El estudio del proyecto como proceso	27
3.3 El estudio técnico del proyecto	30
3.4 El estudio del mercado	31

3.5	El estudio administrativo y legal	33
3.6	El estudio financiero	34
3.7	Resumen	35
	Preguntas y problemas	36
	Bibliografía	36

PARTE II: EL MERCADO 39

Capítulo 4

	Estructura económica del mercado	41
4.1	La estructura del mercado	42
4.2	La función de demanda	43
4.3	La oferta	48
4.4	Resumen	51
	Preguntas y problemas	52
	Bibliografía	53

Capítulo 5

	El estudio de mercado	54
5.1	El mercado del proyecto	54
5.2	Objetivos del estudio de mercado	58
5.3	Etapas del estudio de mercado	59
5.4	El consumidor	61
5.5	Estrategia comercial	62
5.6	Análisis del medio	68
5.7	La demanda	70
5.8	Resumen	71
	Preguntas y problemas	71
	Bibliografía	74

Capítulo 6

	Técnicas de proyección del mercado	75
6.1	El ámbito de la proyección	76
6.2	Métodos de proyección.	76
6.3	Métodos subjetivos	77
6.4	Modelos causales	79
6.5	Modelos de series de tiempo	84
6.6	Resumen	90
	Preguntas y problemas	91
	Bibliografía	93

PARTE III: EL ESTUDIO TECNICO 95

Capítulo 7

	Ingeniería del proyecto	97
7.1	Alcances del estudio de ingeniería.	97
7.2	Proceso de producción	98

7.3	Efectos económicos de la ingeniería	99
7.4	Masa crítica técnica	100
7.5	Elección entre alternativas tecnológicas	103
7.6	El modelo de Lange para determinar la capacidad productiva óptima.	108
7.7	Factores cualitativos	111
7.8	Resumen	111
	Preguntas y problemas	112
	Bibliografía	115

Capítulo 8

Valorización económica de las variables técnicas	116	
8.1 Inversiones en obra física	116	
8.2 Inversiones en equipamiento	118	
8.3 Balance de personal	122	
8.4 Costos de los materiales	123	
8.5 Otros costos de fábrica	124	
8.6 Resumen	125	
	Preguntas y problemas	126
	Bibliografía	127

Capítulo 9

Decisiones de tamaño	128	
9.1 El análisis del tamaño de un proyecto	128	
9.2 Variables determinantes del tamaño	129	
9.3 La optimización del tamaño	131	
9.4 El modelo de la máxima utilidad	134	
9.5 Economía del tamaño	135	
9.6 El tamaño de un proyecto con demanda creciente	136	
9.7 Resumen	138	
	Preguntas y problemas	139
	Bibliografía	141

Capítulo 10

Decisiones de localización	142	
10.1 El estudio de la localización.	142	
10.2 Factores de localización	144	
10.3 Métodos de evaluación por factores no cuantificables.	147	
10.4 Análisis dimensional.	147	
10.5 Métodos por suma de costos	149	
10.6 El método de Brown y Gibson	150	
10.7 La localización de un negocio de venta minorista.	154	
10.8 Resumen	155	
	Preguntas y problemas	156
	Bibliografía	164

PARTE IV: LA ORGANIZACION 165

Capítulo 11

Incidencia en los costos de los aspectos organizacionales	167
11.1 El estudio de la organización del proyecto	168

11.2	Efecto de las variables organizacionales en la preparación del proyecto . . .	169
11.3	Factores organizacionales	170
11.4	Inversiones en organización	172
11.5	Costos de la operación administrativa	173
11.6	Resumen	175
	Preguntas y problemas	176
	Bibliografía	177
Capítulo 12		
	Incidencia en los costos de los sistemas y procedimientos administrativos	178
12.1	Algunas consideraciones generales.	179
12.2	La importancia de los sistemas y procedimientos administrativos en la preparación y evaluación de proyectos	180
12.3	Análisis de procedimientos y sistemas administrativos.	181
12.4	Otros alcances que deberán tenerse en cuenta.	181
12.5	Resumen	182
	Preguntas y problemas	183
	Bibliografía	183
Capítulo 13		
	Estudios legales.	185
13.1	La importancia del marco legal.	185
13.2	El ordenamiento jurídico de la organización social.	188
13.3	Formas de organización legal de las empresas	189
13.4	Otras consideraciones de carácter legal que deben tomarse en cuenta.	190
13.5	Resumen	192
	Preguntas y problemas	193
	Bibliografía	194
PARTE V: EL ESTUDIO FINANCIERO		195
Capítulo 14		
	Las inversiones del proyecto	197
14.1	Inversiones previas a la puesta en marcha	197
14.2	Inversión en capital de trabajo	199
14.3	Método del capital de trabajo bruto	201
14.4	Método del capital de trabajo neto	208
14.5	Método del período de recuperación	209
14.6	Método del déficit acumulado máximo	210
14.7	Efecto de estacionalidades en la inversión en capital de trabajo.	211
14.8	Inversiones durante la operación.	219
14.9	Resumen	219
	Preguntas y problemas	220
	Bibliografía	224
Capítulo 15		
	Flujo de caja proyectado.	225
15.1	Elementos del flujo de caja	225
15.2	Los costos del proyecto	226
15.3	Los ingresos del proyecto	230
15.4	Construcción del flujo de caja del proyecto puro	233

15.5	Flujo de caja del proyecto financiado	235
15.6	Resumen	237
	Preguntas y problemas	238
	Bibliografía	242

Capítulo 16

Financiamiento y tasa de descuento	243	
16.1 El contexto y las fuentes de financiamiento	244	
16.2 Mercado de capitales	245	
16.3 Alternativas de financiamiento	246	
16.4 El costo de la deuda	248	
16.5 El costo del capital propio o patrimonial	249	
16.6 Costo ponderado del capital	250	
16.7 Tasa de descuento del inversionista	251	
16.8 El modelo de los precios de los activos de capital para determinar el costo del patrimonio	253	
16.9 Peligros del uso de la tasa de descuento ponderada	254	
16.10 Consideraciones para determinar un financiamiento óptimo	255	
16.11 Resumen	256	
	Preguntas y problemas	257
	Bibliografía	260

PARTE VI: LA EVALUACION 261

Capítulo 17

Técnicas de evaluación	263	
17.1 Técnicas de evaluación basadas en flujos descontados	264	
17.2 Fundamentos matemáticos para la evaluación	266	
17.3 El criterio del valor actual neto	272	
17.4 El criterio de la tasa interna de retorno	272	
17.5 Tasas internas de retorno múltiples	273	
17.6 Tasa interna de retorno <i>versus</i> valor actual neto	275	
17.7 Otros criterios de decisión	278	
17.8 Efectos de la inflación en la evaluación del proyecto	284	
17.9 Racionamiento de capital	289	
17.10 Resumen	290	
	Preguntas y problemas	291
	Bibliografía	294

Capítulo 18

Análisis de riesgo	295	
18.1 El riesgo en los proyectos	295	
18.2 La medición del riesgo	297	
18.3 Métodos para tratar el riesgo	298	
18.4 Dependencia e independencia de los flujos de caja en el tiempo	299	
18.5 El método del ajuste a la tasa de descuento	302	
18.6 El método de la equivalencia certidumbre	304	
18.7 Uso del árbol de decisión	306	
18.8 Modelo de simulación de Monte Carlo	309	
18.9 Resumen	314	
	Preguntas y problemas	315
	Bibliografía	319

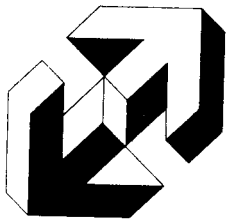
Capítulo 19	
Análisis de sensibilidad	320
19.1 Consideraciones preliminares	320
19.2 El modelo unidimensional de la sensibilización del VAN	321
19.3 El modelo multidimensional de la sensibilización del VAN	324
19.4 El modelo de sensibilidad de la TIR	327
19.5 El modelo de sensibilidad de la utilidad	330
19.6 Usos y abusos de la sensibilidad	333
19.7 Resumen	334
Preguntas y problemas	334
Bibliografía	337

PARTE VII: ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS 339

Capítulo 20	
Flujos relevantes	341
20.1 Información de costos para la toma de decisiones	341
20.2 Costos diferenciales	342
20.3 Costos futuros	344
20.4 Costos pertinentes de sustitución (instalaciones)	346
20.5 Sustitución con aumento de capacidad	347
20.6 Elementos relevantes de costos.	348
20.7 Costos sepultados	348
20.8 Costos pertinentes de producción	349
20.9 Flujos relevantes: decisiones de remplazo de equipos	350
20.10 Resumen	353
Preguntas y problemas	354
Bibliografía	358

Capítulo 21	
Evaluación de proyectos en marcha	359
21.1 El control de proyectos en marcha	359
21.2 La detección del problema	361
21.3 Análisis de la situación interna	362
21.4 Análisis de la situación alternativa	362
21.5 Determinación de los costos relevantes para cada alternativa	363
21.6 Proyección de los costos relevantes durante la vida útil operacional de la actual inversión	364
21.7 Determinación de los flujos de caja pertinentes para cada alternativa	364
21.8 Determinación del punto de indiferencia entre las alternativas	367
21.9 Análisis para los diferentes períodos	368
21.10 Decisión de abandono	369
21.11 Resumen	372
Preguntas y problemas	373
Bibliografía	378

Tablas	380
Simbología	384
Índice	385



PARTE I

INTRODUCCION

CAPITULO 1

EL ESTUDIO DE PROYECTOS DE INVERSION

La preparación y evaluación de proyectos busca recopilar, crear y analizar en forma sistemática un conjunto de antecedentes económicos que permitan juzgar cualitativa y cuantitativamente las ventajas y desventajas de asignar recursos a una determinada iniciativa. Los alcances de la ciencia económica y el de las distintas técnicas que se han ido desarrollando para la adecuada medición de esas ventajas y desventajas, constituyen los elementos básicos de análisis a lo largo de todo este texto.

El presente capítulo introductorio pretende situar los proyectos dentro de una concepción humanista de la economía y la sociedad. La economía, como ciencia social, obliga a conceptualizarlos en un marco donde prima el ser humano, con todas sus virtudes y defectos. Los proyectos nacen, se evalúan y posteriormente se realizan sólo en la medida en que ellos respondan a una necesidad humana.

1.1 Las necesidades y los proyectos

Cuando recién ingresábamos a las aulas de la Facultad de Economía, un destacado profesor de aquel entonces planteaba en su curso de Teoría Económica que el fundamento de la ciencia económica radica en el hecho inequívoco de que el ser humano sólo por existir requiere resolver un problema básico: satisfacer sus necesidades. Pero estas necesidades –nos decía– son múltiples y distintas para cada individuo, el cual, de acuerdo con sus propios requerimientos, tiene la posibilidad de jerarquizarlas. Esta jerarquización varía de acuerdo con las personas, el tiempo, las circunstancias, el avance tecnológico, etcétera. Por otra parte, agregaba, el

hombre dispone de recursos y de medios destinados a lograr la satisfacción de sus necesidades, los cuales son escasos y de uso múltiple y optativo.

En este contexto se plantea el "problema económico", cuya solución puede ser variada, distinta, conceptual o metodológicamente. Puede tener opciones, tanto de fondo como de forma, y dependerá, en fin, de una multiplicidad compleja de circunstancias que harán viable o no viable la solución a alguno de los miles de "problemas económicos" que puedan plantearse.

Un proyecto no es ni más ni menos que la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver, entre tantas, una necesidad humana. Cualquiera sea la idea que se pretende implementar, cualquiera la inversión, cualquiera la metodología o la tecnología por aplicar, ella conlleva necesariamente la búsqueda de proposiciones coherentes destinadas a resolver las necesidades de la persona humana en todos sus alcances: alimentación, salud, educación, vivienda, religión, defensa, política, cultura, recreación, etcétera.

Si se desea evaluar un proyecto destinado, ampliar las instalaciones de una industria, o bien a reemplazar tecnología, cubrir un vacío en el mercado, sustituir importaciones, lanzar un nuevo producto, proveer servicios, crear polos de desarrollo, aprovechar los recursos naturales, sustituir producción artesanal por fabril, satisfacer demandas insatisfechas, razones de estado y seguridad nacional, etcétera, tal proyecto debe evaluarse por el hecho de que se desea conocer su conveniencia, de tal forma que se asegure que habrá de resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable. En otras palabras, se pretende dar la mejor solución al "problema económico" que se ha planteado, y así conseguir que se disponga de los antecedentes y la información necesarios que permitan asignar en forma racional los recursos escasos a la alternativa de solución más eficiente y viable frente a una necesidad humana percibida.

Esto significa que la evaluación deberá determinar si la utilización de los recursos limitados se hace en forma eficiente en las mejores alternativas. También deberá investigar la posibilidad de una mayor efectividad en la reasignación de las inversiones aun aquéllas que, ofreciendo rendimientos positivos, puedan verse incrementados en otra alternativa consecuente con los objetivos del inversionista, ya sea particular, institucional, regional o nacional.

Todos los días utilizamos una multiplicidad de bienes y servicios para vivir. Necesitamos alimentarnos, y para ello disponemos de un sinnúmero de productos alimenticios que se ofrecen en el mercado. Lo mismo sucede con la vivienda, el vestuario, y así sucesivamente. Si vamos de vacaciones en automóvil, recorreremos caminos, cruzamos puentes y túneles. Si nos alojamos en un hotel, disponemos de electricidad, quizás de televisión en colores y de diversas comodidades que se pueda desear. Sin embargo, nunca nos detenemos a meditar cuántas ideas y cuántos proyectos se fueron realizando para que nosotros disfrutemos de ellos y podamos vivir mejor.

Con mayor o menor precisión un inversionista, sea el Estado o un empresario privado, evaluó las ventajas o desventajas que le significaba utilizar recursos escasos para ofrecer bienes y servicios que satisficieran las necesidades de la persona humana. Alguien, en el tiempo, tomó la decisión de emprender una determinada

tarea que en definitiva significó la existencia de un nuevo producto, un alimento industrializado, una nueva población de vivienda, un túnel caminero, una autopista, el hotel en que nos alojamos, una central hidroeléctrica, un canal de televisión, un puente, la red de alcantarillado, etcétera.

Resulta lógico pensar que de alguna manera u otra alguien pensó y decidió que efectuar esas inversiones resultaría conveniente a los intereses, ya fuesen particulares o del Estado. También resulta lógico pensar que esas inversiones solamente tendrían posibilidad de éxito en la medida en que la comunidad las aceptase como favorables para la satisfacción de sus necesidades. Dicho de otra manera, no es posible generar un proyecto si éste no es capaz de resolver una necesidad humana y si, además, no es aceptado por la comunidad a la cual va dirigido.

1.2 Proyectos buenos y proyectos malos

Múltiples factores influyen en el éxito o fracaso de un proyecto. En general, podemos señalar que si el bien o servicio producido es rechazado por la comunidad, esto quiere decir que la asignación de recursos adoleció de defectos de diagnóstico o de análisis, lo que lo hizo inadecuado para las expectativas de satisfacción de las necesidades del conglomerado humano.

Las causas del fracaso o del éxito pueden ser múltiples y de diversa naturaleza. Un cambio tecnológico importante puede transformar un proyecto rentable en un proyecto fracasado. Mientras más acentuado sea el cambio que se produzca, en mayor forma va a afectar al proyecto. Por ejemplo, si se desea generar una empresa para prestar servicios computacionales o de sistematización no sería competitivo ni práctico un computador de la década del 70. La tecnología ha avanzado de tal manera que cualquier necesidad que se tuviera en esta área no podría satisfacerse por una empresa de tecnología deficiente, o ya obsoleta.

Los cambios en el contexto político también pueden generar profundas transformaciones cualitativas y cuantitativas en los proyectos en marcha. La concepción de un proyecto azucarero con capitales norteamericanos en Cuba, en la época de Batista, dejó de tener cualquier viabilidad con Castro. De menor nitidez, pero no menos importantes, pueden ser los cambios de gobierno o las variaciones de política económica en un país determinado. Asimismo, cualquier cambio en la concepción del poder político en otras naciones puede afectar en forma directa a algunos proyectos o tener repercusión indirecta en otros. Obviamente que estos cambios pueden crear en algunos casos dificultades graves en la ejecución de los proyectos.

Asimismo, no debe escapar a nuestra consideración la posibilidad de que en determinadas circunstancias los cambios políticos pudieran tener ventajas en la generación de los proyectos o en la implementación de algunos de ellos.

En otro orden de consideraciones, el marco financiero de un proyecto y la estructura del mercado de capitales pueden ser claves para el fracaso o el éxito de un proyecto. Así, por ejemplo, dos empresarios en competencia, decidieron en Chile ampliar sus instalaciones en 1979. Uno de ellos obtuvo endeudamiento por 10.000 dólares americanos por un período de 3 años, a un costo de aproximada-

mente 20% al año. El otro obtuvo un crédito reajutable¹ en pesos chilenos equivalentes a US\$10 000, a una tasa de interés anual del 16.5%. El gobierno chileno decidió en 1979 mantener constante el valor del dólar norteamericano, a razón de \$39 chilenos por cada dólar. Esta paridad se mantuvo constante durante todo el período del préstamo. La inflación en el año 1979 fue de 38.9%, en 1980 alcanzó a 31.2% y en 1981 llegó a ser de un 9.5%.

De esta forma, el resultado final para los tres años de endeudamiento de cada uno de los dos empresarios fue el siguiente:

Empresario 1:		Año 1979	Año 1980	Año 1981
(Dólares)	K	10 000	12 000	14 400
	i	2 000	2 400	2 880
TOTAL		<u>12 000</u>	<u>14 400</u>	<u>17 280</u>

Al final del año 1981 la deuda del empresario 1 alcanzó a US\$17 280, una vez capitalizados los intereses, lo que equivalía a \$673 920 pesos chilenos.

Empresario 2:		Año 1979	Año 1980	Año 1981
(Pesos reajustables)	K	390 000	631 090	964 610
	Reajuste	151 710	196 900	91 640
	i	89 380	136 620	174 280
TOTAL		<u>631 090</u>	<u>964 610</u>	<u>1 230 530</u>

Al final del año 1981 la deuda del empresario 2 alcanzó a \$1 230 530, lo que significó un costo 83% superior al del empresario 1.

De las cifras precedentes se desprende que para el empresario 1 el costo financiero involucrado en su proyecto fue de 72.8% y para el empresario 2 alcanzó a 215.5%, para el período de 3 años. Obviamente que a mayor endeudamiento obtenido para el financiamiento del proyecto, mayor será el efecto que el costo financiero tenga sobre éste, y por lo tanto la alternativa de endeudamiento puede desempeñar un papel trascendental.

En el ejemplo indicado se produce una diferencial de 196% por el período, lo que significa un 43.6% anual. Si suponemos que el total del proyecto fue financiado vía créditos, la situación del empresario 1 resulta absolutamente diferente a la situación del empresario 2, a pesar de que las características generales del proyecto pudieran haber sido muy similares.

Los aspectos indicados anteriormente nos señalan que no es posible calificar de malo un proyecto por el solo hecho de no haber tenido éxito práctico. Tampoco puede ser calificado de bueno un proyecto que, teniendo éxito, ha estado sostenido mediante expedientes casuísticos. Los subsidios, en cualquiera de sus múltiples formas, pueden hacer viables proyectos que no debieran serlo al eliminarse los factores de subsidiariedad que los apoyaban.

¹ En Chile es muy utilizado el sistema de créditos reajustables, según el cual el capital obtiene en primer lugar el pago de la inflación ocurrida en el año y posteriormente una determinada tasa de interés por sobre el capital ya reajustado. (Equivalente al sistema de unidad de poder adquisitivo constante -UPAC-, que se aplica en Colombia).

Así, por ejemplo, en un país con barreras arancelarias, muchos proyectos resultan rentables por el hecho de existir trabas impositivas a la posible competencia externa. Al eliminarse estas barreras, el proyecto se transforma en inconveniente por este solo hecho.

¿Cuándo el proyecto puede ser calificado de bueno o malo? ¿Antes o después de eliminarse el subsidio implícito? Lo anterior nos lleva a determinar que un proyecto está asociado a una multiplicidad de circunstancias que lo afectan, las cuales, al variar, producen lógicamente cambios en su concepción y, por lo tanto, en su rentabilidad esperada.

1.3 La toma de decisiones asociadas a un proyecto

Existen diversos mecanismos operacionales por los cuales un empresario decide invertir recursos económicos en un determinado proyecto. Los niveles decisorios son múltiples y variados, puesto que cada vez es menor en el mundo moderno la posibilidad de tomar decisiones unipersonalmente. Normalmente los proyectos están asociados interdisciplinariamente y requieren de diversas instancias de apoyo técnico antes de ser sometidos a la aprobación del nivel decisorio que corresponda.

No existe una concepción rígida definida en términos de establecer mecanismos precisos en la toma de decisiones asociadas a un proyecto. No obstante lo anterior, resulta obvio señalar que la adopción de decisiones requiere disponer de un sinnúmero de antecedentes que permitan que ésta se efectúe inteligentemente. Para ello se requiere la aplicación de técnicas asociadas a la idea que da origen a un proyecto y lo conceptualicen mediante un raciocinio lógico que implique considerar toda la gama de factores que participan en el proceso de concreción y puesta en marcha de éste.

Tanto los empresarios como las personas individuales o las organizaciones públicas o privadas, se ven necesariamente enfrentados a tomar decisiones en relación a los proyectos. En estas decisiones se busca en definitiva resolver las necesidades de las personas y de la sociedad. Se asignan los recursos escasos con miras a obtener un beneficio o una rentabilidad social y económica.

Toda toma de decisión implica un riesgo. Obviamente que existen decisiones con un menor grado de incertidumbre y otras que son altamente riesgosas. Resulta lógico pensar que frente a decisiones de mayor riesgo, consecuentemente exista una opción a una mayor rentabilidad. Sin embargo, lo fundamental en la toma de decisiones es que ella se encuentre cimentada en antecedentes básicos concretos que hagan que ellas se adopten concienzudamente y con el más pleno conocimiento de las distintas variables que entran en juego, las que una vez valoradas permitirán en última instancia adoptar conscientemente las mejores decisiones posibles.

En el complejo mundo moderno donde los cambios de toda índole se producen a una velocidad vertiginosa, resulta imperiosamente necesario disponer de un conjunto de antecedentes justificatorios que aseguren una acertada toma de decisiones y hagan posible disminuir el riesgo de errar al decidir la ejecución de un determinado proyecto.

A ese conjunto de antecedentes justificatorios en donde se establecen las ventajas y desventajas que significa la asignación de recursos a una determinada idea o a un objetivo determinado lo denominaremos "evaluación de proyectos".

1.4 La evaluación de proyectos

Si encargamos la evaluación de un mismo proyecto a dos especialistas diferentes, seguramente el resultado de ambas será diferente. Fundamentalmente por el hecho de que la evaluación se basa en estimaciones de lo que se espera en el futuro, los beneficios y costos se asocian a un proyecto. Más aún, el que evalúa el proyecto toma un horizonte de tiempo, normalmente 10 años, sin conocer la fecha en que el inversionista pueda desear y estar en condiciones de llevarlo a cabo, y “adivina” qué puede pasar en ese período: comportamiento de los precios, disponibilidades de insumos, avance tecnológico, evolución de la demanda, evolución y comportamiento de la competencia, cambios en las políticas económicas y otras variables del entorno, etcétera. Difícilmente dos especialistas coincidirán en esta apreciación del futuro. Pero aun si así fuera, todavía tienen que decidir qué forma tendrá el proyecto: elaborarán o comprarán sus insumos, arrendarán o comprarán los espacios físicos, usarán una tecnología intensiva en capital o en mano de obra, harán el transporte en medios propios o ajenos, se instalarán en una o más localizaciones, implementarán sistemas computacionales o manuales, trabajarán a un turno con más capacidad instalada o a dos turnos con menos inversión fija, cuál será el momento óptimo de la inversión y el abandono, venderán a crédito o sólo al contado, aprovecharán los descuentos por volumen y pronto pago o no, etcétera.

Muchas veces hemos sido testigos de grandes discusiones de especialistas en torno a cómo satisfacer una necesidad percibida. Los casos en torno a los proyectos urbanos y de vialidad despiertan discusiones apasionadas entre expertos que defienden una u otra solución opcional para determinadas necesidades percibidas. Muchas veces, también, escuchamos voces discrepantes con estos especialistas en una determinada área, las cuales señalan, por ejemplo, que no debieran distraerse recursos en esos proyectos de vialidad, sino que se debiera utilizar los recursos escasos en erradicar el analfabetismo. Otros opinarán de otra manera, y así podemos llegar a una sinnúmero de opiniones discordantes que nos entregan argumentos, datos, apreciaciones y juicios de valor en torno a las presuntas ventajas que perciben en torno a un determinado proyecto de inversión.

Obviamente, la discusión anterior surge como consecuencia del hecho de que los recursos son escasos y al mismo tiempo con múltiples posibilidades de empleo y por lo tanto de uso selectivo. ¿Cuál es el uso optativo que mayores ventajas o beneficios reporta a la comunidad?

Para responder al interrogante anterior, es necesario poder demostrar que el destino nacional que se otorgue a los recursos escasos sea el óptimo, mediante el establecimiento de un determinado patrón que permita efectuar una comparación razonable de los distintos proyectos sujetos a evaluación.

Sin perjuicio de la existencia de entidades centralizadas de planificación y programación del desarrollo, las cuales podrían definir prioridades y criterios en concordancia con un determinado esquema de desarrollo, la evaluación de proyectos pretende medir objetivamente ciertas magnitudes cuantitativas resultantes del estudio del proyecto, las que dan origen a operaciones matemáticas que permiten obtener diferentes coeficientes de evaluación. Lo anterior no significa desconocer la posibilidad de que en el hecho puedan existir criterios diferentes de evaluación para un mismo proyecto. Lo realmente decisivo es plantearse premisas y supuestos

válidos que hayan sido sometidos a convalidación a través de distintos mecanismos y técnicas de comprobación. Las premisas y supuestos deben nacer de la realidad misma en la que el proyecto estará inserto y que deberá rendir sus beneficios.

La correcta valoración de los beneficios esperados permitirá definir en forma satisfactoria el criterio de evaluación que sea más adecuado.

Por otra parte, la clara definición de cuál es el objetivo que se persigue con la evaluación constituye un elemento clave para tener en cuenta en la correcta selección del criterio evaluativo. Así, por ejemplo, pueden existir especialistas que definan que la evaluación se inserta dentro del esquema del interés privado y que la suma de estos intereses reflejados a través de las preferencias de los consumidores, como consecuencia de los precios de mercado, da origen al interés social. Por su parte, otros especialistas podrán sostener que los precios de mercado reflejan en forma imperfecta las preferencias del público o el valor intrínseco de los factores.

La diferente apreciación que un proyecto puede tener desde los puntos de vista privado y social puede demostrarse por el hecho de que no existen en el mundo experiencias en torno a la construcción de un ferrocarril metropolitano de propiedad privada, por el sencillo hecho de que no resulta lucrativo desde un punto de vista financiero. No ocurre lo mismo desde un punto de vista social, conforme al cual la colectividad se ve compensada directa e indirectamente por la asignación de recursos efectuada mediante un criterio de asignación que respete prioridades sociales de inversión.

El marco de la realidad económica e institucional vigente en un país será lo que defina en mayor o menor grado el criterio imperante en un momento determinado para la evaluación de un proyecto. Sin embargo, cualquiera que sea el marco en que el proyecto esté inserto, siempre será posible medir los costos de las distintas alternativas de asignación de recursos a través de un criterio económico que permita en definitiva conocer las ventajas y desventajas cualitativas y cuantitativas que implica la asignación de los recursos escasos a un determinado proyecto de inversión.

1.5 Evaluación social de proyectos

La evaluación social de proyectos compara los beneficios y costos que una determinada inversión pueda tener para la comunidad de un país en su conjunto. No siempre un proyecto que es rentable para un particular es también rentable para la comunidad y viceversa.

Tanto la evaluación social como la privada usan criterios similares para estudiar la viabilidad de un proyecto, aunque difieren en la valoración de las variables determinantes de los costos y beneficios que se le asocian. A este respecto, la evaluación privada trabaja con el criterio de precios de mercado, mientras que la evaluación social lo hace con precios sombra o sociales. Estos últimos, con el objeto de medir el efecto de implementar un proyecto sobre la comunidad, deben considerar los efectos indirectos y externalidades que generan sobre el bienestar de la comunidad. Por ejemplo, la redistribución de los ingresos, la disminución de la contaminación ambiental, etcétera.

De igual forma, hay otras variables que la evaluación privada incluye y que pueden ser obviadas en la evaluación social como, por ejemplo, el efecto directo

de los impuestos, subsidios u otros que, a nivel de la comunidad, sólo corresponden a transferencias de recursos entre sus miembros.

Los precios privados de los factores se pueden corregir a precios sociales, ya sea por algún criterio particular a cada proyecto o aplicando los factores de corrección que varios países defineñ para la evaluación social de sus proyectos. Sin embargo, siempre se encontrará que los proyectos sociales requieren del evaluador la definición de correcciones de los valores privados a valores sociales. Para ello, el estudio de proyectos sociales considera los costos y beneficios directos, indirectos e intangibles y, además, las externalidades que producen.

Los beneficios directos se miden por el aumento que el proyecto provocará en el ingreso nacional mediante la cuantificación de la venta monetaria de sus productos, donde el precio social considerado corresponde al precio de mercado ajustado por algún factor que refleje las distorsiones existentes en el mercado del producto. De igual forma, los costos directos corresponden a las compras de insumos, donde el precio se corrige también por un factor que incorpore las distorsiones de los mercados de bienes y servicios demandados por el proyecto.

Los costos y beneficios sociales indirectos corresponden a los cambios que provoca la ejecución del proyecto en la producción y consumo de bienes y servicios relacionados con éste. Por ejemplo, los efectos sobre la producción de los insumos que demande o de los productos sobre los que podría servir de insumo, lo cual puede generar beneficios o costos sociales, dependen de la distorsión que exista en los mercados de los productos afectados por el proyecto.

Los beneficios y costos sociales intangibles, si bien no se pueden cuantificar monetariamente, se deben considerar cualitativamente en la evaluación, en consideración a los efectos que la implementación del proyecto que se estudia puede tener sobre el bienestar de la comunidad. Por ejemplo, la conservación de lugares históricos o los efectos sobre la distribución geográfica de la población, geopolíticos o de movilidad social, entre otros.

Son externalidades de un proyecto los efectos positivos y negativos que sobrepasan a la institución inversora, como por ejemplo, la contaminación ambiental que puede generar el proyecto o aquellos efectos redistributivos del ingreso que pudiera tener.

1.6 Resumen

En este primer capítulo introductorio se ha pretendido familiarizar al lector con los proyectos desde un punto de vista económico y social. Se ha hecho especial hincapié en la responsabilidad inherente del especialista en la evaluación de proyectos, quien, a través de su apreciación técnica, influirá en la asignación de los recursos escasos y de uso selectivo disponibles en una sociedad.

La evaluación de proyectos pretende abordar el problema de la asignación de recursos en forma explícita, recomendando a través de distintas técnicas el que una determinada iniciativa se lleve adelante por sobre otras alternativas de proyectos. Este hecho lleva implícita una responsabilidad social de hondas repercusiones que afecta de alguna manera u otra a todo el conglomerado social, lo que obliga que se utilicen adecuadamente patrones y normas técnicas que permitan demostrar que el destino que se pretende dar a los recursos es el óptimo.

Los proyectos surgen de las necesidades individuales y colectivas de la persona. Es ella la que importa, son sus necesidades las que se deben satisfacer a través de una adecuada asignación de los recursos, teniendo en cuenta la realidad social, cultural y política en la que el proyecto pretende desarrollarse.

Socialmente, la técnica busca medir el impacto que una determinada inversión tendrá sobre el bienestar de la comunidad. A través de la evaluación social se intenta cuantificar los costos y beneficios sociales directos, indirectos e intangibles, además de las externalidades que el proyecto pueda generar.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. Defina la problemática de la evaluación de proyectos y la importancia que puede asignársele a su preparación y evaluación como técnica de análisis.
2. Señale la utilidad que revisten los proyectos en la sociedad.
3. De acuerdo con la lectura de este capítulo, explique las limitaciones que le sugieren la técnica de evaluación.
4. ¿Cómo se localizan los proyectos en nuestra vida cotidiana?
5. Establezca las consideraciones que deben tenerse presente en la asignación de los recursos.
6. ¿Qué importancia asumen las decisiones de los distintos agentes económicos en la asignación de los recursos?
7. ¿Por qué se dice que dos expertos estudiando un mismo proyecto en forma independiente obtienen resultados distintos? A su juicio, ¿resta esto valor a la técnica de preparación y evaluación de proyectos?
8. ¿Qué es la evaluación social de proyectos y en qué difiere de la evaluación privada?
9. Explique el significado y alcance de los beneficios y costos sociales directos, indirectos e intangibles y de las externalidades.

BIBLIOGRAFIA

- FONTAINE, Ernesto. *Evaluación social de proyectos*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile. Instituto de Economía. Ediciones Universidad Católica, 1981.
- ILPES. *Guía para la presentación de proyectos*. Santiago: Siglo Veintiuno - Editorial Universitaria, 1977.
- NACIONES UNIDAS. *Manual de proyectos de desarrollo económico*. (Publicación 5.58.11. G.5.). México, 1958.
- ODEPLAN. *Preparación y presentación de proyectos de inversión*. Santiago, 1975.

CAPITULO 2

PLANES DE DESARROLLO, PROGRAMAS Y PROYECTOS

Como se explicó en el capítulo anterior, los proyectos pretenden cumplir con el objetivo de satisfacer las necesidades del hombre, para lo cual la actividad humana se ha desarrollado tendiendo a buscar las fórmulas y los mecanismos mediante los cuales se pueda atender a esas necesidades que son múltiples y jerarquizables. En un principio, antes que se conocieran las técnicas de planificación del desarrollo y programación, los proyectos surgían con las necesidades más primarias del ser humano, como por ejemplo su alimentación, donde el plan se traducía en la búsqueda de los alimentos necesarios.

A medida que el hombre se fue desarrollando y sus necesidades fueron cada vez más complejas, se hizo necesario abordar el problema del desarrollo en toda su extensión. El hombre ya no es un ente individual que procura primariamente satisfacer sus necesidades biológicas. El desarrollo del hombre en sociedad ha significado que éste busque fórmulas que le permitan abarcar un contexto complejo de requerimientos materiales, sociales, culturales y políticos. Hoy en día se pretende encontrar mecanismos que permitan que la cantidad de bienes y servicios a disposición de un determinado conglomerado social crezca activamente.

Esta búsqueda abarca desde los aspectos conceptuales básicos de la macroeconomía hasta los aspectos microeconómicos que hacen posible en la práctica el cumplimiento de los objetivos trazados.

Con el transcurso del tiempo y utilizando las mismas técnicas existentes, se han ido generando mecanismos para planificar el desarrollo e identificar los proyectos, los que quedan insertos dentro de los programas, configurando estos últimos

la base de la planificación. De esta forma se promueve, encauza y genera un determinado modelo de desarrollo económico.

A medida que han ido evolucionando las técnicas de planificación, ellas han dado origen a diferentes alternativas de programación del desarrollo económico. De ahí que no se pueda hablar de una planificación del desarrollo única. Así es como se encuentran situaciones en las cuales existe un desarrollo centralizado de la economía y en otros casos se presenta un modelo descentralizado, mixto o de libre mercado.

Por otra parte, cuando se analiza la historia económica de los distintos países, cualesquiera que éstos sean, se aprecian circunstancias que influyen en determinada forma para que la planificación del desarrollo sea de una manera dada. Por ejemplo, no es casualidad que prácticamente en todos los países de América Latina se haya utilizado el mecanismo de economía mixta, con fuertes protecciones arancelarias y una deliberada política de sustitución de importaciones en las décadas de 1940, 1950 y 1960. Los distintos gobiernos pretendían defender la economía nacional de los embates externos que se produjeron por los conflictos bélicos en que se vieron comprometidos los países desarrollados productores de artículos terminados y la crisis de los años 30, quedando por lo tanto los planes, programas y proyectos enmarcados dentro de este contexto. Tampoco ha sido casualidad la creación de un mercado común centroamericano, la ALALC, (actualmente transformada en la ALADI), el Pacto Andino o SELA.

Además, es importante destacar que cualquiera que haya sido la definición política de los gobiernos de los distintos países, siempre ha existido el convencimiento de la necesidad de establecer un modelo de planificación del desarrollo a través de un esfuerzo mancomunado, consciente y deliberado de aproximación a la realidad concreta del país de acuerdo con los puntos de vista de carácter político, económico y social que se desee desarrollar. De esta manera se pretende coordinar una determinada opción política con un modelo o estrategia de desarrollo económico en función de los objetivos que se haya definido con antelación. Estos objetivos pueden ser de distinta naturaleza, pero cualquiera que ellos sean siempre y necesariamente incluirán una determinada forma de resolver los problemas del desarrollo económico.

Finalmente, es preciso señalar que la concepción del desarrollo económico y su planificación, cualquiera que ésta sea, pretenden necesariamente estar al servicio de los requerimientos de la persona humana. Los programas sectoriales o regionales que surjan de la planificación del desarrollo, y posteriormente los proyectos que lo hacen posible, quedan indisolublemente relacionados con el quehacer humano y sus requerimientos.

2.1 Teoría de la planificación

La planificación constituye un proceso mediador entre el futuro y el presente. Se ha señalado que el futuro es incierto puesto que lo que ocurrirá mañana no es tan sólo una consecuencia de muchas variables cambiantes, sino que fundamentalmente dependerá de la actitud que adopten los hombres en el presente, pues ellos son, en definitiva, precisamente los que crean esas variables.

El futuro, construido por todos nosotros, incidirá en cada agente económico ahora, en el momento en que debemos efectuar el proceso de evaluar un proyecto

cuyos efectos esperamos para mañana. Ese mañana nos afecta hoy, que es cuando podemos hacer algo para estar en condiciones de aprovechar las oportunidades del futuro. Por lo tanto, como lo señala el profesor Carlos Matus, "el primer argumento que hace necesaria la planificación reside en que un criterio para decidir qué debo hacer hoy se refiere a si esa acción de hoy será eficaz mañana para mí".¹

Siguiendo este raciocinio se puede concluir que el explorar e indagar sobre el futuro, ayuda a decidir anticipadamente en forma más eficaz. Si no se efectúa esa indagación y no se prevén las posibilidades del mañana, se corre el riesgo evidente de actuar en forma tardía ante problemas ya creados u oportunidades que fueron desaprovechadas por no haberlas previsto con la suficiente antelación.

En cualquier proyecto se debe decidir antes cuánto será el monto de la inversión que debe hacerse para su puesta en marcha. Sin embargo, esa decisión estará sustentada en proyecciones de mercado, crecimiento de la población, del ingreso, de la demanda, de las características propias del bien o servicio que se desea producir, etcétera. Sobre la base de esa exploración del futuro, se adopta HOY una decisión, la que en definitiva será más o menos acertada, según sea la calidad y acuciosidad de la investigación y de sus proyecciones.

De esta forma, el mañana incierto depende, en su momento, de una multiplicidad de factores que debemos intentar proyectar. Por ejemplo, quizás no resulte muy complicado prever cuál podrá ser dentro de cinco años más, el nivel de ingreso de la población y su distribución. Sin embargo, resultará mucho más difícil prever cuál será la actitud y las decisiones que adoptarán las personas dentro de cinco años más con sus mismos ingresos. De lo anterior se desprende que la planificación debe no tan sólo prever cuantitativamente los resultados posibles del desarrollo global o sectorial, sino que, además, el comportamiento de los distintos componentes de la sociedad.

En este orden de cosas, nuevamente el raciocinio del profesor Carlos Matus adquiere plena validez cuando señala: "Los procesos sociales, como procesos humanos ricos y complejos, están muy lejos de poder ser precisados y explicados con variables numéricas. La calidad y la cantidad se combinan para dar precisión a nuestras explicaciones y diseños. En la jerarquía de las precisiones está primero la calidad y después la cantidad como una condición a veces necesaria de la precisión, pero nunca como una condición suficiente. No podemos, por consiguiente, eliminar lo cualitativo de nuestros planes y disociarlo de lo cuantitativo con el pretexto de que lo no medible no influye".²

Es por ello que en el Capítulo 1, cuando se intentó conceptualizar el proceso de preparación y evaluación de proyectos, se señalaba que se puede definir como el conjunto de antecedentes que permiten juzgar cualitativa y cuantitativamente las ventajas y desventajas que presenta la asignación de recursos a una determinada iniciativa.

¹ C. Matus. *Adiós, Sr. Presidente*. Editorial Pomaire, 1987, p. 24.

² *Op. cit.*, p. 48.

2.2 El papel del gobierno en la planificación del desarrollo

El interrogante acerca de cuál debe ser el papel del Estado en la planificación del desarrollo y en la definición de las políticas económicas, constituye una controversia que comenzó hace más de doscientos años, que continúa en el día de hoy y que probablemente continuará indefinidamente en la historia económica de la humanidad.

Cuando Adam Smith escribió en 1776 su libro titulado *La riqueza de las naciones*, abogó por una defensa cerrada de la libre empresa, señalando que ésta debía liberarse de la tiranía del control gubernamental. La mejor política, señalaba Adam Smith, es el *laissez faire*. Hay una “mano invisible”, escribía, que guía al empresario privado a promover los intereses de la sociedad. La correcta planificación económica es aquélla que surge de los intereses de las empresas privadas, las que a través de sus propias decisiones adoptadas en relación a sus propios intereses (que en definitiva son los mismos que los de la sociedad) promueven el desarrollo nacional.

Las concepciones fundamentales del esquema de libre mercado establecidas por Smith hace más de 200 años aún se mantienen vigentes en la moderna concepción de la economía, sustentada por los defensores de la libertad económica.

Ciento sesenta años después de Adam Smith, durante la depresión de los años 30, John Maynard Keynes, en su libro *General Theory of Employment, Interest and Money*, se manifiesta contrario a la concepción tradicional del *laissez faire* en la economía. Keynes sostenía en 1936 que al gobierno le corresponde un papel importante en la economía, fundamentalmente a través de la generación de empleos. Obviamente, la crisis de los años 30 motivó exacerbadamente la conciencia de los estudiosos de la economía, por todas las frustraciones y sufrimientos que vivió el mundo como consecuencia de la gran crisis. Lo anterior trajo aparejados pensamientos económicos que, como el de Keynes, abogaron por una participación más activa del Estado en las decisiones económicas.

Karl Marx, por su parte, planteaba en 1867 que la mejor forma de planificación del desarrollo y la más justa es aquélla en que el capital es de propiedad del Estado, puesto que en el esquema de desarrollo de libre empresa, “los capitalistas se enriquecen al mismo tiempo que exprimen la fuerza de trabajo de otros, y así privan al trabajador de todos los placeres de la vida”. Marx agregaba: “En la medida en que el capital se acumula, la situación de la mayoría de los trabajadores, sea alto o bajo su ingreso, empeora”.

De esta forma se plantea un esquema de desarrollo socialista en el cual los medios de producción son de propiedad del Estado y en donde las decisiones de producción se establecen básicamente mediante una oficina central de planificación, que a su vez decide las prioridades de producción y los objetivos de ella en toda la economía.

Hoy en día se aprecia en ambos sistemas una búsqueda de fórmulas que permitan que la planificación del desarrollo no sea absolutamente libre mercadista, por una parte, ni tampoco absolutamente estatista, por la otra. El papel del gobierno se aprecia cada vez con más fuerza en las economías occidentales, y por su parte, en las economías socialistas, se han aproximado cada vez más a una producción basada en la demanda y en el mercado.

Como es natural, los procesos no son estáticos, sino que el hombre, mediante su propia inteligencia y racionalidad, va buscando fórmulas que le permitan resolver en mejor forma sus múltiples necesidades. Los esquemas absolutistas y dogmáticos van dando paso a esquemas que procuran conciliar las ventajas y desventajas que

cada modelo posee, de acuerdo con los costos y beneficios que reportan las decisiones de política en uno y otro esquema.

De lo anterior se desprende que no existe una sola fórmula capaz de responder al interrogante planteado en torno al papel que debe cumplir el Estado en la planificación del desarrollo. La controversia en términos de la conveniencia de aplicación de una fórmula u otra existirá siempre, más por razones filosóficas que por la aplicación práctica de las ventajas que puede reportar uno u otro esquema en la decisión de las políticas que deban aplicarse para establecer un determinado modelo de desarrollo.

2.3 Sistema de planificación del desarrollo centralizado

Este sistema pretende lograr el desarrollo económico mediante un mecanismo de planificación central que dé origen a distintos programas y proyectos, los que a su vez dependen de una autoridad central que los selecciona, evalúa y posteriormente los aprueba para su ulterior ejecución. La característica principal de este sistema está dada por el alto grado de concentración en la toma de decisiones, las que se establecen mediante los organismos centrales de planificación en el más alto nivel de la organización política y social. Estos organismos normalmente son altamente burocratizados y dentro de la organización del aparato estatal tienen una gran capacidad de decisión y control, no tan sólo en la determinación de la actividad productiva del país sino que fundamentalmente en la determinación de los planes de desarrollo y en la asignación de los recursos.

Es importante destacar que este tipo de planificación se da principalmente en los países del área socialista, ya que tanto el sistema político como el económico postulan la existencia de una centralización en el proceso de toma de decisiones.

En el contexto de la planificación central del desarrollo se utiliza un método predeterminado, destinado a fijar metas para mediano y largo plazos, en función de los recursos disponibles. Significa adoptar un conjunto de decisiones y normas con antelación a la acción concreta que se desea desarrollar para el cumplimiento de las metas establecidas.

De esta forma, el proceso de planificación estudia diversas alternativas posibles que podrían dar cumplimiento a otras tantas acciones tendientes a lograr los objetivos trazados. Planificar implica necesariamente dar forma orgánica a un conjunto de decisiones tendientes a reducir con raciocinio e inteligencia aquellas alternativas que finalmente resolverán de mejor forma los objetivos trazados.

El conocimiento de las distintas alternativas posibles de ser implementadas hace factible obtener una visión integral del desarrollo, lo que a su vez permite obtener un marco de referencia a través del cual se pueden establecer, posteriormente, estudios programáticos sectoriales y proyectos específicos que conduzcan a los objetivos previstos.

Dentro del contexto de la planificación central del desarrollo la herramienta presupuestaria adquiere un papel preponderante. Por medio de la correcta utilización del presupuesto nacional, se asignan los recursos a los distintos programas seleccionados y susceptibles de implementarse.

Del programa presupuestario antes mencionado se derivan necesariamente aquellos proyectos que, por una parte, satisfagan los requerimientos del programa y, por otra, guarden relación con los recursos asignados para la consecución de éste. Por ejemplo, puede haber algunos programas o algún proyecto insertos en un programa, cuyo costo sea tal que las condiciones financieras impuestas por el programa presupuestario no permitan llevarlo a cabo. Esta situación, que a menudo

ocurre, se traduce en un proceso posterior de autojerarquización de programas y proyectos.

La planificación del desarrollo económico a través de una autoridad central estatal se efectúa mediante programas de acción, los que a su vez se expresan en instrumentos denominados presupuestos económicos. Posteriormente se elaboran los proyectos de acuerdo con la técnica de preparación y evaluación de proyectos, objeto del presente texto.

De esta forma, la programación presupuestaria se expresa en el presupuesto-programa, cuyo objetivo es el de compatibilizar los recursos disponibles para la concreción de metas y objetivos en un plazo de tiempo determinado, mediante la ejecución de proyectos evaluados, aprobados y jerarquizados según el plan de desarrollo previamente formulado.

Los programas anuales pretenden constituir un nexo entre la acción inmediata y la planificación de mediano y largo plazo. Por otra parte, también son útiles para la coordinación de las decisiones generales que deben adoptarse, transformándose de esta forma en un instrumento destinado a guiar la acción gubernamental dentro del conjunto de la economía.

En opinión de muchos autores, la planificación central del desarrollo resolvería de mejor manera que otros sistemas el problema económico, puesto que, al disponer de todos los recursos en una sola organización y al estar todos los agentes económicos actuando en concordancia con dicha planificación central, se lograría una óptima asignación de recursos, lo cual, unido a la falta de democracia, hace aún más viable al sistema. Un ejemplo clásico al respecto lo constituye la programación de la educación superior, la que en este caso se optimiza al considerar exactamente los requerimientos futuros de la fuerza de trabajo para un país, lo cual, inserto dentro del desarrollo nacional, maximiza la rentabilidad social de la inversión en educación.

Por otra parte, la planificación central pretende establecer un plan de desarrollo integral no tan sólo en términos de grandes metas cualitativas y cuantitativas, sino también en cuanto al establecimiento de programas específicos de acción, los que pueden ser geográficamente definidos, ya sea en una dimensión regional o nacional.

Finalmente, cabe destacar que los procedimientos a que se ha hecho referencia no constituyen un instrumento exclusivo de economías estatales. De hecho, las economías occidentales de carácter mixto utilizan en buena medida las herramientas de planificación y programación que aquí se han destacado.

2.4 Sistemas de planificación del desarrollo no centralizado

Al hacer referencia a un sistema de planificación del desarrollo no centralizado se puede definir un abanico de posibilidades, que van desde una economía completamente liberal hasta un modelo de desarrollo económico con fuerte decisión estatal y con claros rasgos de planificación central.

De hecho, la economía de los Estados Unidos, con un presupuesto público de cientos de miles de millones de dólares y con una enorme cantidad de normas y leyes gubernamentales que condiciona el libre accionar de la economía, ya no constituye el prototipo de un legítimo sistema de mercado libre.

Quizás, yendo aún más al fondo de la situación, podríamos señalar que el *laissez faire* sin ninguna participación del Estado no existe. La intervención de la

economía por parte del Estado se manifiesta en diversas medidas en todas las economías del mundo.

Sin perjuicio de lo anterior, existen economías cuyo fundamento está basado masivamente en la propiedad privada de los bienes de producción, sin menoscabo de la existencia de empresas estatales, y en donde el mercado privado tiene un papel preponderante en la asignación de los recursos.

El desarrollo de la empresa privada y su planificación se efectúan de acuerdo con los intereses del mercado, que establece las reglas operativas según las cuales el empresario privado proyecta su particular negocio o actividad, con miras a desarrollarlo en competencia y en libertad de decisión.

En otras palabras, la no existencia de un plan explícito de desarrollo, en una economía liberal, no implica que éste no exista, dado que de una u otra manera las políticas económicas formuladas son en sí la base de los planes de desarrollo, encontrándose la diferencia fundamental en la interpretación que los distintos agentes económicos hagan de éstas.

La política de sustitución de importaciones y protecciones arancelarias, por ejemplo, seguida por muchos países latinoamericanos por varias décadas, se tradujo en una orientación similar a la que pudo tener un sistema centralmente planificado, incentivando la asignación de recursos hacia ciertos sectores de la actividad económica. Con esto se pretende dejar claramente establecido que economías no socialistas determinan sus planes de desarrollo, programas y proyectos a través de políticas y lineamientos económicos.

2.5 La planificación del desarrollo

Cada vez con mayor fuerza adquiere relevancia el hecho de que el desarrollo económico no puede dejarse abandonado al juego espontáneo de las fuerzas del mercado. Por el contrario, los más importantes círculos de opinión especializados en la materia sostienen que la comunidad organizada debe realizar un esfuerzo ordenado y deliberado de planificación de su desarrollo.

Esto, según señaló Jorge Ahumada, significa que la planificación no tan sólo tiene que ver con los instrumentos o medios con que una sociedad cuenta para desarrollarse, sino que también tiene directa relación con el establecimiento de los objetivos que la sociedad busca lograr con aquellos medios instrumentales.

Cada sociedad, no importa en qué lugar ni en qué tiempo, tiene ciertos objetivos colectivos que perseguir. Estos objetivos generales (mejores niveles de vida, mayor justicia social, más oportunidad para sus miembros, etcétera), constituye en realidad anhelos muchas veces inconscientes y pocas veces explícitos.

Por otra parte, toda sociedad tiene una cierta estructura y una forma dinámica de organización que le permiten alcanzar sus objetivos. Conjuntamente con lo anterior, dispone de un determinado mecanismo de organización política que hace posible que la autoridad pública tome decisiones en nombre de toda la comunidad.

Planificar el desarrollo significa determinar los objetivos y las metas en el interior de un sistema económico, para una forma de organización social y para una determinada estructura política en un horizonte de tiempo determinado. De esta forma, la planificación, y dentro de ella la preparación y evaluación de proyectos, tiene un carácter neutral y puramente técnico, ya que no puede considerársele

como característica de un determinado sistema político, económico o social. Sin perjuicio de lo anterior, debe reconocerse que algunos modelos de desarrollo económico ofrecen una gama más amplia de instrumentos susceptibles de aplicarse en la planificación

La característica de neutralidad que asume el planificador requiere que a través de las técnicas de la planificación no se establezca ningún fin último implícito. Se puede planificar para la libertad o el sometimiento, para un sistema de libre mercado o para la centralización de las decisiones económicas. De lo anterior se concluye que planificación e intervención estatal no son sinónimos.

Hoy día, los planificadores del desarrollo en los Estados Unidos consideran en forma prioritaria el sistema impositivo y de seguridad social, de tal forma que se logre reducir las diferencias de ingreso. Por otra parte, se interviene y se planifica por el Estado el proceso de producción, como una consecuencia del aumento en los costos derivados, tales como la contaminación ambiental, que requieren de control gubernamental.³

Lo anterior demuestra que la planificación tiene una relación directa con los objetivos que se desea desarrollar y con los instrumentos de que se dispone para llevarlos a cabo.

La planificación del desarrollo obliga a concebir los objetivos de tal manera que se pueda demostrar que ellos son realistas y viables, que los medios son los óptimos y disponibles para lograr los objetivos trazados y que éstos son compatibles con aquéllos.

La planificación del desarrollo lleva implícita la definición de instancias iniciales, intermedias y finales que la hacen posible. A través de estas instancias la planificación se transforma en un instrumento eficaz para obtener los objetivos previamente definidos. No es posible entender que la planificación del desarrollo no pretenda ni lleve implícito el cumplimiento de determinados objetivos y que para cumplirlos se requiera definir la forma concreta en que se procederá para implementarlos.

En este texto se establece, a diferencia de lo que algunos autores señalan, una instancia final constituida por los proyectos propiamente tales, una instancia intermedia constituida por los programas y una instancia inicial representada por los planes.

La definición de planes para lograr determinados objetivos y metas constituye el proceso metodológico que utiliza la planificación del desarrollo.

Toda sociedad requiere formular los objetivos que guiarán su accionar, los que adoptan, en el caso de la planificación, una característica de largo aliento. Así, se puede establecer como objetivos el eliminar el analfabetismo en una sociedad, o el que se pueda disponer de un sistema de salud y seguridad social oportuno y al alcance de todos los miembros del conglomerado social, o el lograr eliminar la cesantía, o que no exista mortalidad infantil por desnutrición, o también que todas

³ Debe considerarse el término *externalidades* incorporado a los efectos indirectos que los proyectos pueden generar. Este es el caso, por ejemplo, de las emisiones de desechos orgánicos que provocan contaminación en las tierras circundantes dedicadas a la agricultura.

las familias tengan derecho a obtener vivienda propia, etcétera. Por cierto que los objetivos señalados precedentemente pueden y deben calificarse, lo que significa necesariamente que al hacerlo se está intentando determinar un mecanismo que permita seleccionar racionalmente y en el tiempo aquel conjunto de objetivos opcionales que sean más viables en concordancia con los recursos proyectados y cuantificados en el tiempo. Este proceso, que se denomina "planificación del desarrollo", pretende, finalmente, que los valores, objetivos y metas que se plantean los individuos y la sociedad a la que pertenecen puedan alcanzarse mediante la previsión de los hechos que podrían ocurrir y la coordinación de las acciones que procuren su implementación.

La planificación del desarrollo obliga a la definición de instancias programáticas que la hagan posible. De esta forma se generan distintos programas de acción que se definen como instrumentos destinados a cumplir los objetivos y metas trazados a través de la integración de un conjunto de esfuerzos humanos, materiales y financieros que se les asignan en un período determinado.

Como se aprecia, el programa dispone de un marco financiero y de tiempo con el cual se pretende conseguir los objetivos trazados en el plan de desarrollo. De esta forma, las metas propuestas en el plan van adquiriendo una formalización cuantitativa enmarcada en un intervalo de tiempo previamente determinado, en donde se impulsan las acciones que intentan conseguir los propósitos establecidos en el plan. Resulta lógico señalar que el programa de acción así definido intenta apuntar a conseguir el objetivo o la meta trazada, pero que, de acuerdo con las decisiones que se haya adoptado, el programa puede conseguir sólo aproximarse a la meta establecida.

Por ejemplo, si se ha definido como objetivo final en el plan de desarrollo la eliminación del analfabetismo, el programa de educación que se haya esbozado para un período determinado de tiempo y con los recursos que se le hayan asignado, sólo puede pretender disminuir en un porcentaje dado el índice de analfabetismo, sin lograr su eliminación total, como se definió en el plan. Esto significa que a través del nuevo programa que se diseñe y al mantenerse el objetivo del plan, se establecerá un nuevo conjunto de esfuerzos humanos, materiales y financieros que procuren continuar aproximándose al conjunto señalado en el nuevo período de tiempo para el que se haya definido el programa.

Por su parte, cada programa se puede subdividir en subprogramas que facilitan la ejecución en el campo específico, en función del cual se fijan metas parciales. Por ejemplo, incorporando el programa de educación al plan de desarrollo, se puede definir un subprograma de educación parvularia, otro subprograma de educación básica, media, superior, profesional, industrial, etcétera.

Tanto los programas como los subprogramas deben establecer, por su parte, metas parciales que sean coherentes y compatibles con los objetivos del plan de desarrollo. De esta forma, la elaboración de los programas debe realizarse coordinadamente, de manera de lograr una integración entre ellos, a la vez que sean compatibles con el plan central.

Por otra parte, la implementación de los programas y subprogramas que se definan se realiza mediante la elaboración de proyectos los que deberán prepararse y evaluarse para posteriormente aprobarse o rechazarse en función de su viabilidad económica y social y del cumplimiento de los objetivos establecidos en el programa.

Los proyectos evaluados y aprobados deberán jerarquizarse de acuerdo con el cumplimiento de las metas programáticas y los recursos disponibles.

Obviamente, puede existir una multiplicidad de proyectos específicos que apunten a la consecución de los objetivos establecidos en el programa de acción. Ello obliga a que los proyectos se formulen de una manera tal que se expliciten los costos y beneficios asociados a cada uno de ellos y cómo su ulterior implementación habrá de lograr el cumplimiento de las metas programáticas preestablecidas.

En este proceso, es necesario individualizar cuatro etapas tendientes a discriminar cuáles serán los proyectos específicos prioritarios que merecen estudiarse en mayor profundidad: la generación de la idea, la decisión de su estudio, la formulación del proyecto y finalmente su evaluación.

Resulta obvio destacar que la generación de la idea del proyecto surge no sólo de la definición de los objetivos y metas del plan de desarrollo y de los programas, sino que adicionalmente de la situación vigente, en términos de la realidad concreta y operativa en que le corresponderá evaluarse. Esto adquiere plena validez por el hecho de que una de las características propias del plan de desarrollo y de los programas es su flexibilidad. Al ser los programas cambiantes en el tiempo, con prioridades también variables, algunos proyectos que en una época pudieron postergarse pueden en otro momento adquirir un carácter prioritario.

Esto exige no sólo la revisión permanente de los proyectos que deben estudiarse, sino también de los programas, de manera que se garantice la flexibilidad necesaria que les permita adecuarse y puedan, de esta forma, lograr con eficiencia y efectividad los objetivos establecidos en el plan.

De acuerdo con lo señalado, el proyecto no puede entenderse como un objetivo en sí mismo. Por el contrario, sólo es un medio para alcanzar los objetivos generales sobre los cuales se elaboró el plan de desarrollo y los programas de acción.

Para el cumplimiento de los objetivos trazados pueden definirse políticas diferentes que tiendan a su concreción. El preparador y evaluador de proyectos tiene que trabajar con neutralidad con las políticas de contexto que se dan en un momento determinado, independientemente de cuál sea su posición frente a ellas. Sin embargo, pueden existir momentos y situaciones en el tiempo en que sea posible sospechar, a la luz de antecedentes técnicos que vayan solventando dicha suposición, que las condicionantes tienden a cambiar. Más aún, existen situaciones que por sus características propias pueden clasificarse como atípicas, como por ejemplo, altos niveles de cesantía, bajo precio del dólar, altas tasas de interés, etcétera, las que deben identificarse por el evaluador de proyectos de manera tal que no se consideren como bases sustentantes de los supuestos en la preparación y evaluación del proyecto.

Muchas veces un cambio en las políticas económicas puede traer aparejado que un proyecto evaluado originalmente, y cuyo resultado fue "viable", se transforme en negativo ante una situación de esta naturaleza. Por esto, el preparador y evaluador de proyectos, debe dejar claramente establecido en forma explícita el contexto en el cual se ha de evaluar el proyecto. Por ejemplo, toda variación en la política cambiaría de un país puede afectar significativamente los resultados de un proyecto, y con ello su viabilidad.

Se puede concluir que los proyectos están condicionados a los programas vigentes y que estos últimos están circunscritos a los modelos de planificación que se han elegido.

Todas estas herramientas pretenden conseguir que la asignación de recursos se efectúe con criterios de racionalidad, de previsión de hechos, de fijación de metas coherentes y coordinadas. La preparación y evaluación de proyectos surge de la necesidad de valerse de un método racional que permita cuantificar las ventajas y desventajas que implica asignar recursos escasos y de uso optativo a una determinada iniciativa, la cual necesariamente deberá estar al servicio de la sociedad y del hombre que en ella vive. Se pretende prever el futuro, determinar flujos y evaluarlos de tal forma que permita aseverar que destinar recursos humanos, materiales y financieros a un determinado proyecto resulta conveniente para los intereses de la sociedad.

2.6 Resumen

El gobierno y la autoridad central pueden establecer la planificación del desarrollo y la definición de políticas económicas. No se puede establecer hasta qué punto debe intervenir el Estado en la determinación de la planificación del desarrollo. Existirán, como en tantas controversias en el mundo, desde los extremistas defensores de una política de absolutismo estatal, hasta los partidarios de la libre empresa, que proclaman una ausencia total de la participación gubernamental. En cualquier punto en que se ubique el pensamiento organizado en un momento determinado en relación con esta controversia, siempre existirá el convencimiento de la necesidad de establecer un modelo de planificación de desarrollo a través de un esfuerzo mancomunado, consciente y deliberado de aproximación a la realidad concreta del país, de acuerdo con los puntos de vista de carácter político, económico y social que se desea desarrollar.

La planificación constituye un proceso mediador entre el futuro y el presente. El mañana nos afecta hoy, porque es hoy cuando podemos decidir hacer algo para estar en condiciones de aprovechar las oportunidades del mañana. Es por ello que en todo proyecto debe planificarse el futuro para así poder determinar tanto las variables susceptibles de ser medidas numéricamente, como aquéllas de carácter cualitativo de indudable incidencia en el comportamiento del proyecto en el tiempo.

Grandes pensadores económicos, como Adam Smith, John Maynard Keynes y Karl Marx, se han pronunciado por formas y mecanismos optativos de injerencia del Estado en la organización económica.

El esquema de desarrollo socialista postula fundamentalmente que los medios de producción deben ser de propiedad del Estado y que las decisiones de producción se establecen básicamente mediante una oficina central de planificación. Este tipo de planificación se da principalmente en los países del área socialista, ya que tanto el sistema político como el económico, postulan la existencia de una centralización en el proceso de toma de decisiones.

En un esquema de desarrollo no centralizado, el fundamento de la economía se basa masivamente en la propiedad privada de los bienes de producción, sin perjuicio de la existencia de empresas estatales. En este esquema, el mercado privado tiene un cometido preponderante en la asignación de los recursos. El

desarrollo de la empresa se efectúa de acuerdo con los intereses del mercado, en donde el consumidor, a través de su votación monetaria, establece su propia decisión. El mercado establece las reglas del juego según las cuales el empresario privado proyecta su particular negocio o actividad, con miras a desarrollarlo en competencia y en libertad de decisión.

Todo esquema de concepción económica requiere, de alguna forma u otra, que la comunidad organizada realice un esfuerzo ordenado y deliberado de planificación de su desarrollo.

Cada sociedad tiene ciertos objetivos colectivos que cumplir; para ello dispone de una cierta estructura y una forma determinada de organización política que hace posible que la autoridad pública tome decisiones por el resto de la población. Planificar el desarrollo significa determinar los objetivos y las metas en el interior de un sistema económico, para una forma de organización social y para una determinada estructura política. De esta forma, la planificación, y dentro de ella la preparación y evaluación de proyectos, tiene un carácter neutral y puramente técnico, ya que no puede considerarse como característica de un determinado sistema político, económico y social.

Los objetivos que persigue la planificación deben calificarse desde un punto de vista social, económico y político. De esta forma, la planificación intenta determinar un mecanismo que permita seleccionar racionalmente y en el tiempo aquel conjunto de objetivos optativos que sean más viables de alcanzar en concordancia con los recursos proyectados y cuantificados en el tiempo. Este proceso, que se denomina "planificación del desarrollo", pretende, finalmente, que los valores, objetivos y metas que se plantean los individuos y la sociedad a la que pertenecen puedan alcanzarse mediante la previsión de los hechos que podrían ocurrir y la coordinación de las acciones que procuren su implementación.

La planificación del desarrollo obliga a la definición de instancias programáticas que la hagan posible. De esta forma se generan distintos programas de acción que se definen como instrumentos destinados a cumplir los objetivos y metas trazados a través de la integración de un conjunto de esfuerzos humanos, materiales y financieros que se le asignen en un lapso determinado.

La implementación de los programas que se definen se realiza mediante la elaboración de proyectos, los que deberán prepararse y evaluarse para posteriormente aprobarse o rechazarse en función de su viabilidad económica y el cumplimiento de los objetivos establecidos en el programa.

El proyecto no puede entenderse como un objetivo en sí mismo. Por el contrario, sólo será un medio para alcanzar los objetivos generales sobre los cuales se elaboró el plan de desarrollo y los programas sectoriales.

El preparador y evaluador de proyectos tiene que trabajar con neutralidad respecto a las políticas de contexto que se dan en un momento determinado, independientemente de cuál sea su posición frente a ellas.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. Señale el pensamiento de Adam Smith en torno a la participación del Estado en la economía.
2. ¿Cuál es la posición de John Maynard Keynes en torno al *laissez faire*?

3. Indique los puntos relevantes del pensamiento de Karl Marx en relación al papel del Estado en la planificación del desarrollo.
4. ¿En qué se basa el sistema de planificación del desarrollo centralizado?
5. ¿Cuáles son los elementos básicos en que se sustenta un modelo de planificación no centralizado?
6. ¿Qué aspectos relevantes deben incorporarse analíticamente al planificar el desarrollo?
7. Intente definir la planificación del desarrollo.
8. ¿Qué es un programa?
9. ¿Cómo define "proyecto"?
10. Establezca la relación entre planificación del desarrollo, programas y proyectos.
11. ¿En qué consisten la neutralidad de la planificación del desarrollo y la neutralidad del evaluador?
12. Relacione la preparación y evaluación de proyectos con la planificación del desarrollo.

BIBLIOGRAFIA

- ACEC. *Metas y objetivos municipales; políticas, programas y proyectos*. Sociedad de Profesionales ACEC. Multicopiado, 1981.
- AHUMADA, Jorge. *La planificación del desarrollo* (colección Universidad y Estudio). Santiago: Universidad Católica de Chile, 1972.
- FONTAINE, Ernesto. *Evaluación social de proyectos*. Santiago: Universidad Católica de Chile: Instituto de Economía, 1981.
- KEYNES, J. Maynard. *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*. México: Fondo de Cultura Económica, 1971.
- MARTNER, Gonzalo. *Planificación y presupuestos por programas*. México: Siglo Veintiuno, 1967.
- MARX, Karl. *El capital*. México: Fondo de Cultura Económica, 1972.
- MATUS, Carlos. *Adiós, Señor Presidente*. Editorial Pomaire, 1987.
- NACIONES UNIDAS. *Manual de proyectos de desarrollo económico* (publicación 5.58.11.G.5.). México, 1958.
- SMITH, Adam. *La riqueza de las naciones*. Madrid: Aguilar, 1961.
- WONNACOTT, Paul y WONNACOTT, R. *Economía*. Bogotá: McGraw-Hill, 1981.

CAPITULO 3

EL PROCESO DE PREPARACION Y EVALUACION DE PROYECTOS

El objetivo de este capítulo es presentar el esquema global de la preparación y evaluación de un proyecto individual como un proceso. Aunque no existen probablemente dos proyectos de inversión iguales, el estudio de su viabilidad puede enmarcarse en una cierta rutina metodológica, que en general, puede adaptarse casi a cualquier proyecto.

El estudio del proyecto pretende contestar el interrogante de si es o no conveniente realizar la inversión. Esta recomendación sólo será posible si se dispone de todos los elementos de juicio necesarios para tomar la decisión.

Con este objeto, el estudio de viabilidad debe intentar simular con el máximo de precisión lo que sucedería al proyecto si fuese implementado, aunque difícilmente pueda determinarse con exactitud el resultado que se logrará en su implementación. De esta forma, se estimarán los beneficios y costos que probablemente ocasionaría y, por lo tanto, que pueden evaluarse.

En este capítulo se analiza el proceso global y las interrelaciones entre las etapas de un estudio de viabilidad. Cada uno de los elementos aquí tratados se exponen individualmente y con mayor detalle en los siguientes capítulos de este libro.

3.1 Alcances del estudio de proyectos

Si bien toda decisión de inversión debe responder a un estudio previo de las ventajas y desventajas asociadas a su implementación, la profundidad con que se realice dependerá de lo que aconseje cada proyecto en particular.

En términos generales, cinco son los estudios particulares que deben realizarse para evaluar el proyecto. Ellos son los de la viabilidad comercial, técnica, legal, organizacional y financiera, si se trata de un inversionista privado, o económica, si se trata de evaluar el impacto en la estructura económica del país. Cualquiera de ellos que llegue a una conclusión negativa determina que el proyecto no se lleve a cabo.

Normalmente el estudio de una inversión se centra en la viabilidad económica, tomando como referencia únicamente el resto de las variables. Sin embargo, cada uno de los cinco elementos señalados puede, de una u otra forma, determinar que un proyecto no se concrete en la realidad.

El estudio de la viabilidad comercial indicará si el mercado es o no sensible al bien o servicio producido por el proyecto y la aceptabilidad que tendría en su consumo o uso, permitiendo, de esta forma, determinar la postergación o rechazo de un proyecto, sin tener que asumir los costos que implica un estudio económico completo.

El estudio de viabilidad técnica estudia las posibilidades materiales, físicas y químicas, condiciones y alternativas de producir el bien o servicio que se desea generar con el proyecto. Muchos proyectos nuevos requieren ser probados técnicamente para garantizar la capacidad de su producción, incluso antes de determinar si son o no convenientes desde el punto de vista de su rentabilidad económica. Por ejemplo, si la materia prima nacional permite la elaboración de un determinado producto, si el agua tiene la calidad requerida para la operación de una fábrica de cervezas o si existen las condiciones geográficas para la instalación de un puerto.

Un proyecto puede ser viable tanto por tener un mercado asegurado, como por ser técnicamente factible. Sin embargo, podrían existir algunas restricciones de carácter legal que impedirían su funcionamiento en los términos que se pudiera haber previsto, no haciendo recomendable su ejecución. Por ejemplo, limitaciones en cuanto a su localización, tributación, publicidad, uso del producto, etcétera.

El estudio de la factibilidad organizacional es el que normalmente recibe menos atención, a pesar de que muchos proyectos fracasan por falta de capacidad administrativa para emprenderlo. El objetivo de este estudio es principalmente, definir si existen las condiciones mínimas necesarias para garantizar la viabilidad de la implementación, tanto en lo estructural como en lo funcional.

El estudio de la viabilidad financiera de un proyecto determina, en último término, su aprobación o rechazo. Este mide la rentabilidad que retorna la inversión, todo medido en bases monetarias.

La profundidad con que se analice cada uno de estos cinco elementos dependerá, como se señaló, de las características de cada proyecto. Obviamente, la mayoría requerirá de más estudios económicos o técnicos. Sin embargo, ninguno de los tres restantes puede obviarse en el estudio de factibilidad de un proyecto.

Este libro se preocupa fundamentalmente del estudio de factibilidad financiera. Aunque no se analizan las factibilidades comercial, técnica, legal y organizacional, se tratan sus respectivos estudios, con el objeto de definir con la mayor exactitud posibles sus consecuencias económicas. Es decir, se efectuarán estudios de mercado, técnicos, legales y organizacionales, no con el objeto de verificar su factibilidad respectiva, sino para extraer los elementos monetarios que permitirán evaluar financieramente el proyecto.

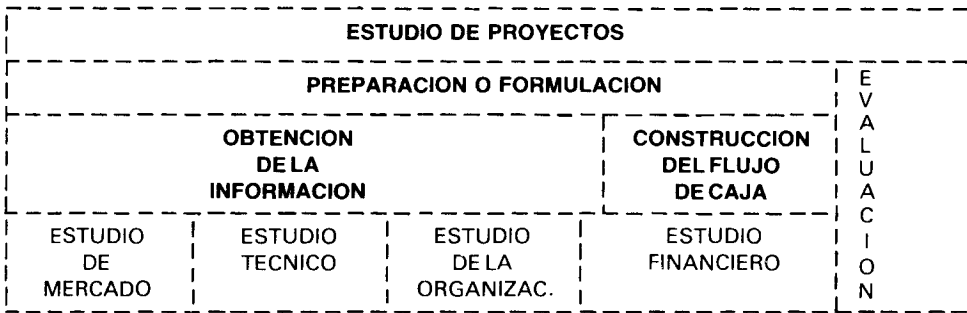
3.2 El estudio del proyecto como proceso

El estudio de proyectos, cualquiera sea la profundidad con que se analice, distingue dos grandes etapas: la de preparación y la de evaluación. La etapa de preparación tiene por objeto definir todas las características que tengan algún grado de efecto en el flujo de ingresos y egresos monetarios del proyecto. La etapa de evaluación, con metodologías muy definidas, busca determinar la rentabilidad de la inversión en el proyecto.

En la preparación del proyecto se reconocen, a su vez, dos subetapas: una que se caracteriza por recopilar información a través de estudios específicos, de mercadeo, de ingeniería, de organización y financiero, y otra que se encarga de sistematizar, en términos monetarios, la información proporcionada por estos tres estudios, mediante el mismo estudio financiero. Este último proporciona información financiera sobre aspectos no incluidos en los otros estudios, como los relativos a financiamiento e impuestos entre otros.

El Cuadro 3.1. esquematiza lo señalado anteriormente.

Cuadro 3.1. El proceso de evaluación de proyectos



Una etapa previa a la del estudio del proyecto propiamente dicho, la constituye la identificación de la idea, la cual surge como respuesta para satisfacer una necesidad o llenar un vacío que, a grandes rasgos, parezca atractivo hacerlo desde un punto de vista económico. La idea representa generalmente la realización de un diagnóstico, que detecta la necesidad que llenaría el proyecto y que identifica las vías de solución. Cada una de estas alternativas constituirá un proyecto que se deberá estudiar pero que, frente a un juicio preliminar, aparenta ser viable.

El nivel de estudio inicial es el denominado "perfil", el cual se elabora a partir de la información existente, el juicio común y la opinión que da la experiencia. En términos monetarios sólo presenta estimaciones muy globales de las inversiones, costos o ingresos, sin entrar en investigaciones de terreno.

En este análisis es fundamental efectuar algunas consideraciones previas acerca de la situación "sin proyecto"; es decir, intentar proyectar qué pasará en el futuro si no se implementa el proyecto, antes de decidir si conviene o no su implementación. Por ejemplo, podría ser muy atractiva la idea de construir un edificio de locales comerciales si en un momento dado se detecta una gran demanda por ellos. Sin embargo, es posible que, al investigar los permisos de construcción otorgados, se descubra que la competencia que enfrentará el proyecto al terminarse será tan alta que más vale abandonar la idea antes de iniciar su construcción.

Otro nivel de estudio es el llamado de "prefactibilidad". Este estudio profundiza la investigación, basándose principalmente en información de fuentes secundarias para definir con cierta aproximación las variables principales referidas al mercado, a las alternativas técnicas de producción y a la capacidad financiera de los inversionistas. En términos generales, se estiman las inversiones probables, los costos de operación y los ingresos que demandará y generará el proyecto.

Fundamentalmente, esta etapa se caracteriza por descartar soluciones con mayores elementos de juicio. Para ello se profundizan los aspectos señalados preliminarmente como críticos por el estudio de perfil. Sin embargo, sigue siendo una investigación basada en información secundaria, no demostrativa. Así, por ejemplo, el cálculo de las inversiones en obra física puede efectuarse con costos promedios de construcción del metro cuadrado o la determinación de la demanda de pasajes aéreos en función a la tasa de crecimiento de la población. Ambas, sin embargo, no representan la mejor forma de medición de las variables que se desea cuantificar. De todas maneras se da un proceso de selección de alternativas.

La aproximación de las cifras hace recomendable la sensibilización de los resultados obtenidos.

Como resultado de este estudio, surge la recomendación de su continuación a niveles más profundos, su abandono o postergación hasta que se cumplan determinadas condiciones mínimas que deberán explicarse.

El estudio más acabado, denominado de "factibilidad", se elabora sobre la base de antecedentes precisos obtenidos mayoritariamente a través de fuentes primarias de información. Las variables cualitativas son mínimas, comparadas con los estudios anteriores. El cálculo de las variables financieras y económicas deben ser lo suficientemente demostrativos para justificar la valoración de los distintos ítems. Se puede profundizar el estudio de la "mejor alternativa".

Esta etapa constituye el paso final del estudio preinversional. Por tal motivo, la responsabilidad del evaluador más allá del simple estudio de viabilidad, debe velar por la optimización de todos aquellos aspectos que dependen de una decisión de tipo económico como, por ejemplo, el tamaño, la tecnología o la localización del proyecto, entre otros.

Como se señaló en la sección anterior son múltiples los factores que intervienen en un proyecto. El estudio de viabilidad financiera requiere de la cuantificación de los beneficios y costos monetarios que ocasionaría el proyecto si fuese implementado. Como se verá posteriormente, la evaluación del proyecto se realiza sobre los flujos de caja proyectados para una determinada cantidad de períodos.

El flujo de caja responde a la asignación en el tiempo de los ingresos y egresos que se hubieran proyectado. Para esto se precisa definir las inversiones del proyecto y los costos e ingresos de operación realmente generados en el período de evaluación.

Con el objeto de evaluar el proyecto para el inversionista, se debe realizar un estudio de las fuentes de financiamiento optativas y su incidencia en los flujos de caja. De igual manera, es preciso conocer las características del financiamiento para definir la tasa de rentabilidad mínima exigida al proyecto.

Las inversiones del proyecto sólo se podrán determinar si los estudios de ingeniería, organización y mercado proveen de la información necesaria para cuantificar el total de desembolsos previos y durante la puesta en marcha del proyecto.

En forma particular, la decisión del tamaño será fundamental, puesto que condicionará el dimensionamiento de todas las variables del proyecto y, por lo tanto, el monto de sus inversiones.

Los costos e ingresos de la operación posteriores a la puesta en marcha se derivarán también de los estudios previos de ingeniería, tamaño, organización y mercado. En este punto adquiere importancia la decisión de localización, básicamente por su influencia en los costos de transporte, tanto de la materia prima como del producto terminado.

El estudio de la organización, a su vez, depende de los resultados de los estudios de ingeniería, tamaño, mercado y legal. Cada uno de estos estudios determinará que la organización adquiera un papel y unas características especiales, tanto estructural como funcionalmente y, en consecuencia, involucre inversiones y costos de operación acordes con ellos.

El tamaño del proyecto, a su vez, resulta de un análisis interrelacionado de la tecnología del proyecto y del estudio del mercado. Cuando, como normalmente sucede, no coinciden en este respecto ambos estudios, será el más crítico el que condicione al otro. O se deja un mercado insastifecho o se trabaja con capacidad ociosa. La alternativa que permita un mejor resultado económico será la que prime, considerando no sólo la situación vigente, sino también las proyecciones futuras al respecto.

La localización del proyecto tiene una importancia especial en la preparación del mismo. Su definición responde no sólo a consideraciones de los mercados de materias primas y de productos finales o a las exigencias técnicas del estudio de la ingeniería del proyecto, sino también a las condiciones legales. Estos, como los estudios técnicos y del mercado, son procesos propios de cada proyecto.

Como puede apreciarse, el estudio de proyectos es más complejo de lo que parece. La necesidad de trabajos multidisciplinarios y la amplitud de interrelaciones entre sus resultados manifiestan la complejidad del análisis, al mismo tiempo que explican la importancia de su realización. Un estudio en los términos señalados garantiza en cierta medida que la simulación del proyecto sea lo más efectiva posible, lo que permite una evaluación eficaz.

Una vez finalizada la evaluación cuantitativa del proyecto, se deben considerar aún dos etapas adicionales: la sensibilización de los resultados –aun cuando la evaluación haya incluido la consideración del riesgo– y el análisis e interpretación cualitativa a los resultados.

El riesgo y la sensibilización del proyecto constituyen antecedentes complementarios que ayudan a emitir mayores elementos de juicio para tomar la decisión de aprobación o rechazo del proyecto. El primero incorpora la variable del riesgo para medir proyectos sobre cuyos flujos de fondos no se tiene certeza de su ocurrencia, mientras que el segundo mide los rangos de variabilidad de resultados de la evaluación ante modificaciones en los valores de las variables que son incontrolables por el proyecto.

El análisis cualitativo incluye aquellos elementos no cuantificables que podrían incidir en la decisión de realizar o no el proyecto.

3.3 El estudio técnico del proyecto

En el estudio de la viabilidad financiera de un proyecto, el estudio técnico tiene por objeto proveer información para cuantificar el monto de las inversiones y costos de operación pertinentes a esta área.

Técnicamente pueden existir diversos procesos productivos opcionales, cuya jerarquización puede diferir de lo que se pudiera realizar en función de su grado de perfección financiera. Normalmente se estima que deben aplicarse los procedimientos y tecnologías más modernos, solución que puede ser óptima técnicamente, pero no serlo financieramente.

Uno de los resultados de este estudio será definir la función de producción que optimice la utilización de los recursos disponibles en la producción del bien o servicio del proyecto. De aquí se podrá obtener la información de las necesidades de capital, mano de obra y recursos materiales, tanto para la puesta en marcha como para la posterior operación del proyecto.

En particular, del estudio técnico deberán determinarse los requerimientos de equipos de fábrica para la operación y el monto de la inversión correspondiente. Del análisis de las características y especificaciones técnicas de las máquinas se podrá determinar su disposición en planta, la que a su vez permitirá dimensionar las necesidades de espacio físico para su normal operación, en consideración de las normas y principios de la administración de la producción.

El análisis de estos mismos antecedentes hará posible cuantificar las necesidades de mano de obra por nivel de especialización y asignarles un nivel de remuneración para el cálculo de los costos de operación. De igual manera, se deberán deducir los costos de mantenimiento y reparaciones, así como el de reposición de los equipos.

La descripción del proceso productivo hará posible, además, conocer las materias primas y los restantes insumos que demandará el proceso. Como ya se mencionó, el proceso productivo se elige a través de un análisis tanto técnico como económico de las alternativas existentes.

La definición del tamaño del proyecto es fundamental para la determinación de las inversiones y costos que se derivan del estudio técnico. Para un mismo volumen de producción se obtienen resultados económicos muy diferentes si el tamaño considera la operación de dos plantas a un solo turno o de una planta o dos turnos. Normalmente, durante esta etapa del estudio puede optarse por una alternativa de tamaño y proceso específicos, para el proyecto. Sin embargo, cuando existen dudas entre dos o más posibilidades, parece conveniente no tomar una decisión en una etapa tan preliminar. Para ello, deberán desarrollarse los estudios de las distintas posibilidades técnicas de alternativa, postergando, si fuera preciso, la decisión hasta la última etapa de su evaluación.

Esto parece más obvio cuando se consideran otras variables de efectos interrelacionados con los anteriores. Por ejemplo, la localización. Cuando ésta no se encuentra predeterminada, debe elegirse mediante un proceso integral de análisis que permita su compatibilización, entre otros factores, con el tamaño. Los efectos de la disyuntiva de tener una o dos plantas sobre la decisión de localización son más complejos de lo que parece, puesto que incorpora restricciones técnicas a un análisis económico ya influido fuertemente por los costos del transporte, la cercanía

de las fuentes de materias primas y del mercado consumidor, la disponibilidad y precio relativo de los insumos, las expectativas de variaciones futuras en la situación vigente y otros. Todo esto debe analizarse en forma combinada con los factores determinantes del tamaño, como por ejemplo, la demanda actual y esperada, la capacidad financiera, las restricciones del proceso tecnológico, etcétera.

Las interrelaciones entre decisiones de carácter técnico se complican al tener que combinarse con decisiones derivadas de los restantes estudios particulares del proyecto. Por ejemplo, al describirse la perecibilidad de la materia prima o del producto terminado, no sólo se proporciona información interna al estudio técnico, sino que se condicionan algunas decisiones de mercado o financieras, como las relativas a distribución del producto final, adquisición de la materia prima o inversión en existencias.

3.4 El estudio del mercado

Uno de los factores más críticos en el estudio de proyectos es la determinación de su mercado, tanto por el hecho de que aquí se define la cuantía de su demanda e ingresos de operación, como por los costos e inversiones implícitos.

El estudio de mercado es más que el análisis y determinación de la oferta y demanda o de los precios del proyecto. Muchos costos de operación pueden preverse simulando la situación futura y especificando las políticas y procedimientos que se utilizarán como estrategia comercial. Pocos proyectos son los que explican, por ejemplo, la estrategia publicitaria, la cual tiene en muchos casos una fuerte repercusión, tanto en la inversión inicial, cuando la estrategia de promoción se ejecuta antes de la puesta en marcha del proyecto, como en los costos de operación, cuando se define como un plan concreto de acción.

El mismo análisis puede realizarse para explicar la política de distribución del producto final. La cantidad y calidad de los canales que se seleccionan afectarán al calendario de desembolsos del proyecto. La importancia de este factor se manifiesta al considerar su efecto sobre la relación oferta- demanda del proyecto. Basta agregar un canal adicional a la distribución final para que el precio final se incremente en el margen que recibe este canal. Con ello, la demanda puede verse disminuida con respecto a los estudios previos. Optativamente, se podrá bajar el precio de entrega al distribuidor, para que el producto llegue al consumidor al precio previsto, con lo cual los ingresos del proyecto se verían también disminuidos.

Ninguno de estos elementos, que a veces pueden ser considerados secundarios, puede dejar de ser estudiado. Decisiones como el precio de introducción, inversiones para fortalecer una imagen, acondicionamiento de los locales de venta en función de los requerimientos observados en el estudio de los clientes potenciales, políticas de crédito recomendadas por el mismo estudio, etcétera, pueden constituirse en variables pertinentes para el resultado de la evaluación.

Metodológicamente, tres son los aspectos que se deben estudiar:

- a) El consumidor y las demandas del mercado y del proyecto, actuales y proyectadas.
- b) La competencia y las ofertas del mercado y del proyecto, actuales y proyectadas.
- c) Comercialización del producto del proyecto.

El análisis del consumidor tiene por objeto caracterizar a los consumidores actuales y potenciales, identificando sus preferencias, hábitos de consumo, motivaciones, etcétera, de manera tal de obtener un perfil sobre el cual pueda basarse la estrategia comercial. El análisis de la demanda pretende cuantificar el volumen de bienes o servicios que el consumidor podría adquirir de la producción del proyecto. La demanda se asocia a distintos niveles de precio, condiciones de venta, etcétera, y se proyecta en el tiempo, independizando claramente la demanda deseada de la esperada.

La principal dificultad de esto radica en definir la proyección de la demanda global y aquella parte que podrá captar el proyecto. Sin embargo, existen diversas técnicas y procedimientos que permiten obtener una aproximación, la mayoría de las veces confiable.

El estudio de la competencia es fundamental por varias razones. Por ejemplo, la estrategia comercial que se defina para el proyecto no puede ser indiferente a ella. Es preciso conocer las estrategias que sigue la competencia, para aprovechar sus ventajas y evitar sus desventajas. Al mismo tiempo, se constituye en una buena fuente de información para calcular las posibilidades de captarle mercado y también para el cálculo de los costos probables involucrados.

La determinación de la oferta suele ser compleja, por cuanto no siempre es posible visualizar todas las alternativas de sustitución del producto del proyecto, la potencialidad real de la ampliación de la oferta al desconocer la capacidad instalada ociosa de la competencia, sus planes de expansión o los nuevos proyectos en curso, etcétera.

El análisis de la comercialización del proyecto es quizás uno de los factores más difíciles de precisar, por cuanto la simulación de sus estrategias se enfrenta al problema de estimar reacciones y variaciones del medio durante la operación del proyecto.

Muchas son las decisiones que deben adoptarse al respecto, las cuales deben basarse en los resultados obtenidos en los análisis señalados en los párrafos anteriores. Las decisiones aquí adoptadas tendrán repercusión directa en la rentabilidad del proyecto por las consecuencias económicas que se manifiestan en sus ingresos y egresos.

Una de estas decisiones es la política de venta, que no sólo implica la generación de ingresos al contado o a plazos, sino que también determina la captación de un mayor o menor volumen de ventas. Junto a esto debe estudiarse la política de plazos del crédito, intereses, monto del pie, etcétera. Las combinaciones posibles son múltiples y cada una determinará una composición diferente de los flujos de caja del proyecto. Tan importantes como ésta son las decisiones sobre precio, canales de distribución, marca, estrategia publicitaria, inversiones en creación de imagen, calidad del producto, servicios complementarios, estilos de venta, características exigidas y capacitación de la fuerza de venta, etcétera.

Cada una de estas decisiones originará una inversión, un costo o ingreso de operación que hace necesario su estudio para alcanzar las aproximaciones más cercanas a lo que sucederá cuando el proyecto sea implementado.

3.5 El estudio administrativo y legal

Uno de los aspectos que más abandonados se presentan en el estudio de proyectos es aquel que se refiere a los factores propios de la actividad ejecutiva de su administración: organización, procedimientos administrativos y aspectos legales.

Para cada proyecto es posible definir una estructura organizativa que más se adecúe a los requerimientos de su posterior operación. Conocer esta estructura es fundamental para definir las necesidades de personal calificado para la gestión y, por lo tanto, estimar con mayor precisión los costos indirectos de la mano de obra ejecutiva.

Al igual que en los estudios anteriores, es preciso simular el proyecto en operación. Para ello deberán definirse con el detalle que sea necesario los procedimientos administrativos que podrían implementarse junto con el proyecto. Pueden existir diferencias sustanciales entre los costos de llevar registros normales versus computacionales, y mientras en unos proyectos convenga la primera modalidad, en otros puede ser más adecuada la segunda.

La decisión de desarrollar internamente actividades que pudieran subcontratarse influye directamente en los costos por la mayor cantidad de personal que pudiera necesitarse, la mayor inversión en oficinas y equipamiento, el mayor costo en materiales y otros insumos, etcétera. Como puede apreciarse, una decisión que pareciera también ser secundaria lleva asociados una serie de inversiones y costos que ningún estudio de proyectos podría obviar.

Bastaría un análisis muy simple para dejar de manifiesto la influencia de los procedimientos administrativos sobre la cuantía de las inversiones y costos del proyecto. Los sistemas y procedimientos contable-financieros, de información, de planificación y presupuesto, de personal, adquisiciones, crédito, cobranzas y muchos más, van asociados a costos específicos de operación.

Los sistemas y procedimientos que definen a cada proyecto en particular determinan también la inversión en estructura física. La simulación de su funcionamiento permitirá definir las necesidades de espacio físico para oficinas, pasillos, estacionamiento, jardines, vías de acceso, etcétera.

Ninguna de estas consideraciones puede dejarse al azar. De su propio análisis se derivarán otros elementos de costos que, en suma, podrían tomar no rentable un proyecto que, según estimaciones preliminares, haya parecido conveniente de implementar.

Casos típicos de esto son los mecanismos de comunicación interna, el equipamiento de implementos de prevención (incendios y riesgos en general) o la inclusión de la variable de retiro y recontractación de personal, por nombrar sólo algunos.

Tan importante como los aspectos anteriores es el estudio legal. Aunque no responde a decisiones internas del proyecto, como la organización y procedimientos administrativos, influye indirectamente en ellos y, en consecuencia, sobre la cuantificación de sus desembolsos.

Los aspectos legales pueden restringir la localización y obligar a mayores costos de transporte, o bien pueden otorgar franquicias para incentivar el desarrollo de determinadas zonas geográficas donde el beneficio que obtendría el proyecto superaría los mayores costos de transporte.

El efecto más directo de los factores legales y reglamentarios se refiere a los aspectos tributarios. Normalmente existen disposiciones que afectan en forma diferente a los proyectos, dependiendo del bien o servicio que produzcan. Esto se manifiesta en el otorgamiento de permisos y patentes, en las tasas arancelarias diferenciadas para tipos distintos de materias primas o productos terminados, o incluso en la constitución de la empresa que llevará a cabo el proyecto, la cual tiene exigencias impositivas distintas según cual sea el tipo de organización que se seleccione.

3.6 El estudio financiero

La última etapa del análisis de la factibilidad económica de un proyecto es el estudio financiero. Los objetivos de esta etapa son ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionaron las etapas anteriores, elaborar los cuadros analíticos y antecedentes adicionales para la evaluación del proyecto y evaluar los antecedentes anteriores para determinar su rentabilidad.

La sistematización de la información financiera consiste en identificar y ordenar todos los ítems de inversiones, costos e ingresos que puedan deducirse de los estudios previos. Sin embargo, y debido a que (no se ha proporcionado) toda la información necesaria para la evaluación, en esta etapa deben definirse todos aquellos elementos que siendo necesarios para la evaluación, los debe suministrar el propio estudio financiero. El caso clásico es el estudio de las fuentes y condiciones del financiamiento, o el cálculo del monto que se piensa invertir en capital de trabajo.

Las inversiones del proyecto pueden clasificarse, según corresponda, en terrenos, obras físicas, equipamiento de fábrica y oficinas y capital de trabajo puesta en marcha y otros. Puesto que durante la vida de operación del proyecto puede ser necesario incurrir en inversiones para ampliaciones de las edificaciones, reposición del equipamiento o adiciones de capital de trabajo, será preciso presentar un calendario de inversiones y reinversiones que puede elaborarse en dos informes separados, correspondientes a la etapa previa a la puesta en marcha y durante la operación. También se deberá proporcionar información sobre el valor residual de las inversiones.

Los ingresos de operación se deducen de la información de precios y demanda proyectada, calculados en el estudio de mercado, de las condiciones de venta, de las estimaciones de venta de residuos y del cálculo de ingresos por venta de equipos cuyo reemplazo está previsto durante el período de evaluación del proyecto, según antecedentes que pudieran derivarse de los estudios técnicos (para el equipo de fábrica), organizacional (para el equipo de oficinas) y de mercado (para equipos de la organización de venta).

Los costos de operación se calculan por información de prácticamente todos los estudios anteriores. Existe, sin embargo, un ítem de costo que debe calcularse en esta etapa: el impuesto a las ganancias. Esto es así porque este desembolso es consecuencia directa de los resultados contables de la empresa, que pueden ser diferentes de los resultados efectivos obtenidos de la proyección de los estados contables de la empresa responsable del proyecto.

La evaluación del proyecto se realiza sobre el flujo de caja. La existencia de algunas diferencias en ciertas posiciones conceptuales, en cuanto a que la rentabilidad del proyecto *per se*, puede ser distinta de la rentabilidad para el inversionista por la incidencia del financiamiento, lo que hace que se dedique un análisis especial al tema más adelante.

El resultado de la evaluación se mide a través de distintos criterios que, más que optativos, son complementarios entre sí. La improbabilidad de tener certeza de la ocurrencia de los acontecimientos considerados en la preparación del proyecto hace necesario considerar el riesgo de invertir en él. Se han desarrollado muchos métodos para incluir el riesgo e incertidumbre de la ocurrencia de los beneficios que se esperan del proyecto. Algunos incorporan directamente el efecto del riesgo en los datos del proyecto, mientras que otros determinan la variabilidad máxima que podrían experimentar algunas de las variables para que el proyecto siga siendo rentable. Este último criterio corresponde al análisis de sensibilidad.

Evaluar un proyecto a un plazo fijo puede llevar a conclusiones erradas respecto al mismo. Muchas veces se adopta como norma que un proyecto debe evaluarse a diez años. Sin embargo, es posible que la rentabilidad de un proyecto sea mayor si su puesta en marcha se posterga algunos periodos. No todos los proyectos rentables se deben implementar de inmediato, aun cuando existan los recursos necesarios, si se maximiza su rentabilidad postergando su iniciación.

Siguiendo el mismo raciocinio anterior, se puede concluir que un proyecto es más rentable si se abandona antes de la fecha prevista en la evaluación. Es decir, igualmente como debe analizarse la postergación de la puesta en marcha, así también debe considerarse el abandono antes de la finalización prevista. Incluso más; aun cuando el proyecto haya sido evaluado, aprobado e implementado, es posible que surja alguna alternativa de inversión que haga recomendable el abandono de la inversión en marcha.

3.7 Resumen

En este capítulo se ha sintetizado el proceso de la preparación y evaluación de un proyecto de inversión. El resto del libro se dedica a analizar en detalle cada uno de los factores que influyen en la medición de la rentabilidad del proyecto.

Muchas son las variables que se pueden y se deben cuantificar en la preparación del proyecto. Sólo la simulación precisa de cómo operaría el proyecto una vez puesto en marcha permitirá determinar las consecuencias económicas que de ellas se deriven.

Cuatro son los estudios particulares que deberán realizarse para disponer de toda la información relevante para la evaluación: técnico, de mercado, administrativo y financiero.

El objetivo de cada uno de ellos es proveer información para la determinación de la viabilidad financiera de la inversión. No se pretende realizar estudios de viabilidad técnica, comercial, administrativa, legal u otra, si bien, cuando en cada una de estas áreas exista más de una alternativa razonablemente viable, sí se deberá evaluar cuál de ellas es la óptima desde el punto de vista de la racionalidad económica.

Muchas veces podrá suceder que subsistan dudas acerca de los méritos financieros de más de una alternativa, sea técnica, comercial o administrativa. En estos casos, no debe optarse por una de ellas, sino que las más relevantes se deben desarrollar en toda su magnitud, para elegir la mejor en la evaluación financiera misma del proyecto. Abandonar una alternativa tecnológica en el estudio técnico, basándose para ello en aproximaciones económicas, puede llevar a desechar una alternativa que, combinada con las proyecciones organizativas, comerciales, legales, administrativas y financieras pueda llevar a una rentabilidad mayor.

El estudio de factibilidad financiera no es solamente determinar si el proyecto es o no rentable, sino que debe servir para discernir entre alternativas de acción, para poder estar en condiciones de recomendar la aprobación o rechazo del proyecto en virtud de una operación en el grado óptimo de su potencialidad real.

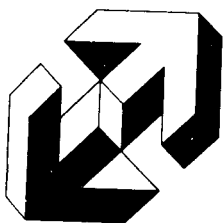
PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. ¿Por qué es importante diferenciar el estudio de la factibilidad técnica de un proyecto del estudio técnico de la viabilidad financiera?
2. El estudio de viabilidad financiera de un proyecto es rutinario. Comente.
3. Describa la información que deberá proporcionar el estudio técnico para la evaluación financiera del proyecto.
4. Defina un proyecto no productivo y explique en qué consistiría su estudio técnico.
5. ¿Qué relaciones existen entre las decisiones del tamaño y la localización de un proyecto?
6. Describa algunos ítems de inversiones que podrían derivarse del estudio del mercado del proyecto.
7. ¿Cómo podría el análisis de la competencia del proyecto inducir algunos costos de operación?
8. Explique cómo la estructura organizativa de un proyecto y el diseño de los procedimientos administrativos pueden afectar a la composición de los costos de operación del proyecto y de las inversiones previas a la puesta en marcha y durante la ejecución del proyecto.
9. El estudio financiero del proyecto debe preparar información para su evaluación. Identifique las principales decisiones que deben tomarse al respecto.
10. Un proyecto que al evaluarse muestra una rentabilidad positiva debe implementarse inmediatamente si existen los recursos suficientes para ello. Comente.

BIBLIOGRAFIA

- BAUM, Warren C. "El ciclo de los proyectos", *Finanzas y desarrollo* 7 (2), 1970.
- DESLANDES, H. "Las ocho etapas de un estudio de factibilidad", *Administración de empresas* 6 (61), 1975.
- DUVIGNEAU Ch. and PRASAD, R. "Guidelines for calculating financial and economic rates of return for DFC projects". *World Bank Technical Paper* No. 33. Washington D.C., 1984.
- FONTAINE, Ernesto. "El proyecto y su ciclo de gestación", en *Preparación de Proyectos (Curso Interamericano de Preparación y Evaluación de Proyectos: Lecturas Seleccionadas, vol. VI)*. Santiago, Chile: ODEPLAN-Universidad Católica de Chile, 1985.
- GUADAGNI, A.A. "El problema de la optimización del proyecto de inversión: consideración de sus diversas variantes". En *BID - ODEPLAN, Programa de adiestramiento en preparación y evaluación de proyectos. Vol. V*. Santiago, 1976.

- ILPES. *Guía para la presentación de proyectos*. Santiago: Siglo Veintiuno-Editorial Universitaria, 1977.
- NACIONES UNIDAS. *Manual de proyectos de desarrollo económico* (publicación 5.58.11. G.5.). México, 1958.
- ODEPLAN. *Preparación y presentación de proyectos de inversión*. Santiago, 1975.
- OECD. *Manual of Industrial Project Analysis in Developing Countries*. Paris: Development Centre of the Organization for Economic Cooperation and Development, 1972.
- PARRO, Nereo. "El proyecto de la fábrica como base de la productividad", *Administración de empresas* 2 (22) y 2 (23), 1972.
- SQUIRE, Lyn y VAN DER TAK, H.G. *Economic Analysis of Projects* (World Bank Research Publication). Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1976.



PARTE II

EL MERCADO

CAPITULO 4

ESTRUCTURA ECONOMICA DEL MERCADO

El propósito del presente capítulo es proporcionar al evaluador y preparador del proyecto ciertos instrumentos teóricos y prácticos que le permitan disponer del espectro general del mercado en el que el proyecto deberá operar.

El mercado no es un ente abstracto, aun cuando Adam Smith haga referencia a una “mano invisible”. En él convergen las potencialidades de la demanda y oferta existentes en una sociedad en un momento dado, para establecer las condiciones de precio y cantidad de las transacciones realizadas.

En este capítulo se hará referencia a tres aspectos fundamentales: la estructura del mercado, la demanda y la oferta. Se les dará especial realce al mercado y a las características posibles en las cuales éste pueda operar considerando diversas estrategias de desarrollo. Estas estrategias disponen de políticas concretas que le dan forma y las incorporan en un determinado modelo de desarrollo, el cual será distinto por razones sociales, políticas y estratégicas.

Al evaluar un proyecto es preciso determinar el mercado en que deberá operar. El análisis correspondiente debe abarcar, además del mercado del bien final, los mercados de insumos y factores, puesto que todos ellos en su conjunto influirán de una u otra forma en el proyecto.

En el mercado es donde las personas reflejan sus intereses, deseos y necesidades. Allí el ser humano pone de presente la jerarquización de sus necesidades y establece su propia identidad en relación con los bienes que desea poseer o adquirir. Es también en el mercado donde los productores reflejan sus condiciones de costo y tecnología. La interacción de ambos determinará un mecanismo que generalmente será socialmente óptimo.

El conocimiento del mecanismo del mercado resultará imperiosamente necesario al evaluador de proyectos para realizar el proceso a través del cual podrá recomendar o rechazar la asignación de los recursos escasos a una determinada iniciativa.

4.1 La estructura del mercado

En la teoría económica se plantean tres interrogantes fundamentales que dan origen a un proceso de especialización de la producción y al consecuente mercado en donde ellos se transarán con objeto de llegar a quienes los demanda para su consumo. Estas interrogantes plantean los siguientes problemas:

1) ¿Qué producir? ¿Cómo escoger entre las diversas opciones de producción de bienes y servicios?

2) ¿Cómo producir? ¿Qué tecnología se utilizará para producir los bienes y servicios? ¿Se producirá con pocos trabajadores y mucha maquinaria o viceversa?

3) ¿Cuánto producir? ¿Qué cantidad de bienes y servicios deben producirse y quiénes los consumirán una vez producidos?

Estas preguntas obligan a una reflexión que permita establecer algún mecanismo que dé respuesta a los interrogantes planteados. Surge, sin embargo, la posibilidad de que los interrogantes señalados tengan más de una respuesta y que exista más de un solo mecanismo que sea capaz de contestarlas.

El desarrollo de la civilización da muestra de distintos mecanismos de respuesta a los interrogantes básicos. Mucho antes del nacimiento de Marx ya existían formas de respuesta donde una autoridad dictatorial señalaba arbitrariamente lo que la economía debía producir y obviamente para quién producir. Hoy, mucho después de Marx, siguen existiendo algunos dictadores que pretenden decidir y pensar económicamente por la comunidad.

Hoy en día se conocen principalmente dos grandes modelos de concepción de la economía que dan respuesta a las preguntas fundamentales que se han planteado. Por una parte, se conoce la economía liberal, la que a través del mecanismo de mercado y la interacción de la oferta y de demanda, sin interferencia de ningún ente previamente organizado, permitiría dar respuesta a los interrogantes básicos. De esta forma, el zapatero producirá los zapatos que necesita y demanda la gente; el panadero, el pan; el pastelero, los pasteles; el carpintero, los muebles, y así sucesivamente.

Por otra parte, puede ser el Estado a través de la planificación central de la economía el que establezca los bienes y servicios que se deben producir, cómo y cuánto producir, y también puede definir para quién se producirán. Inclusive más, el Estado puede dirigir absolutamente el consumo de las personas obligando a la sociedad a consumir aquello que el gobierno decidirá producir mediante su planificación. Las tarjetas de racionamiento en Cuba son un claro ejemplo de lo anterior.

Sin embargo, sería erróneo concluir que las únicas respuestas posibles a las preguntas básicas estarían dadas por la aplicación rígida de los dos mecanismos señalados. Cada vez más, y a pesar de las diferentes concepciones políticas que se encuentran involucradas en uno u otro mecanismo, la mezcla de decisiones de mercado y de gobierno dan respuestas compartidas en torno a qué producir, cómo producir y para quién producir.

La posibilidad de conocer cómo interactúan las decisiones de mercado y de gobierno resulta clave para la correcta determinación de la demanda y el estudio de mercado en la evaluación de un proyecto.

La transacción de los bienes y servicios que se producen en la economía se efectúa en el mercado. Hoy día, la complejidad de los requerimientos de la economía obliga a la comunidad a valerse de mecanismos reguladores que permitan la existencia de una correcta información, de un ordenamiento básico y de incentivos tales que apunten a que el mercado funcione correctamente.

En la economía liberal de mercado, el precio actúa como guía principal en el proceso interactivo entre compradores y vendedores, permitiendo que a través de él se obtenga la información que asegure un determinado ordenamiento y genere los incentivos necesarios para que el mecanismo de mercado funcione correctamente.

El gobierno también podría producir el ordenamiento deseado a través de algunos mecanismos de política según los cuales se interviene el mercado, ya sea fijando precios o creando poderes compradores o vendedores, el término poderes compradores o vendedores hace referencia a los precios de sustentación que un gobierno fija para la compra o venta de un producto determinado a fin de estimular su producción o mantener un precio razonable, según sea el caso.

¿Cuál es la mejor manera de lograr un correcto funcionamiento del mercado?

La economía liberal requiere que exista un mercado de competencia perfecta, el que se caracteriza por la existencia de muchos vendedores y compradores, de manera que ninguno de ellos pueda influir individualmente en los precios. El monopolio o el oligopolio impiden que sea el precio de mercado el que produzca el correcto ordenamiento y funcionamiento de la economía.

La fijación de los precios en una economía de fuerte injerencia estatal puede traer como consecuencia el mercado negro o paralelo y provocar a través de estos mecanismo de política un funcionamiento incorrecto del mercado.

Al evaluar un proyecto de inversión se deberá tener en cuenta la estructura de funcionamiento del mercado, sus condicionantes, sus limitaciones y sus proyecciones en procura de poder entregar oportuna y correctamente los antecedentes que se requieren para la construcción de las proyecciones de demanda.

4.2 La función de demanda

El término demanda se puede definir como el número de unidades de un determinado bien y servicio que los consumidores están dispuestos a adquirir durante un período determinado de tiempo y según determinadas condiciones de precio, calidad, ingresos, gustos de los consumidores, etcétera.

Es de vital importancia definir adecuadamente la naturaleza de la demanda del bien que el proyecto producirá, así como las variables que la modifican y la magnitud de la reacción ante cambios en ciertos parámetros relevantes.

La teoría de la demanda intenta explicar el comportamiento de los consumidores y la forma como gastan su ingreso entre los distintos bienes y servicios que tienen a su disposición. Se supone que el individuo intenta maximizar su utilidad y bienestar mediante el consumo de distintos bienes atendiendo a tres factores, que se entienden constantes, a saber: a) su estructura de preferencias o gustos, b) su nivel de ingreso o riqueza, c) el precio de los artículos relacionados.

De este proceso de maximización se obtienen las distintas cantidades que los consumidores están dispuestos a comprar a los distintos precios del bien. Por otra parte, para evaluar un proyecto, el cual producirá un determinado bien, es necesario estudiar la relación que existe entre ese bien o servicio y otros bienes. La relación de uno con otros estará dada por los factores señalados.

La teoría económica indica que la relación funcional entre precio y cantidad demandada es inversa, es decir, al subir el precio disminuye la cantidad demandada. Los estudios económicos han sido determinantes en señalar la evidencia de esta relación para la gran mayoría de bienes llamados "normales" con otro tipo de bienes la relación puede ser directa y es el caso de los bienes de lujo.

En todo proyecto es de vital importancia conocer la magnitud de la reacción de la cantidad demandada ante un cambio en el precio; esto se conoce como la elasticidad de la demanda o elasticidad-precio, que se define como el porcentaje en que varía la cantidad demandada como consecuencia de los cambios porcentuales que se producen en el precio, manteniéndose constantes los valores de todas las demás variables de la función de demanda.

La determinación de la elasticidad de la demanda o elasticidad-precio permitirá cuantificar el cambio relativo en las cantidades vendidas ante una variación en los precios y se mide como el cambio porcentual en la cantidad demandada dividido por el cambio porcentual en el precio. Esto es:

$$\varepsilon = - \frac{\Delta Q/Q}{\Delta P/P} \quad (4.1)$$

El signo negativo permite expresar la elasticidad como positiva, ya que los cambios en las cantidades y precios tienen comportamientos opuestos. Por ejemplo, si un incremento del 5% en el precio de las naranjas hace que la cantidad demandada se reduzca en un 3%, la elasticidad-precio sería:

$$\varepsilon = - \frac{-3\%}{5\%} = 0,6$$

De todas maneras en la aplicación de este instrumento debe tenerse en cuenta que, aunque el dato se expresa positivo, su interpretación debe ser inversa, o simplemente mantener el signo original.

El mismo instrumento sirve para analizar el efecto de un cambio en los precios sobre el ingreso total. Dado que el ingreso total es igual al producto del precio por la cantidad vendida, una baja en los precios no necesariamente llevará a una disminución del ingreso total. Si, por ejemplo, el precio baja en un 1% y la elasticidad-precio es igual a 1, la cantidad demandada aumentará en un 1%, dejando sin variación al ingreso total. Sin embargo, si la elasticidad-precio fuese menor que 1, la cantidad demandada aumentará menos que 1% si el precio baja un 1%. En este caso, el ingreso total que se deriva de un aumento en la cantidad, no alcanza a compensar la rebaja en el que ocasiona la reducción del precio, haciendo que el ingreso total baje. Por otra parte, si el precio baja un 1% y la elasticidad-precio fuese mayor que 1, el aumento en la cantidad demandada será mayor que 1%, haciendo que el ingreso total suba.

En una curva de demanda inelástica, un aumento proporcional de 1 en el precio provocará un cambio menor a 1 en las cantidades demandadas, de tal forma que el gasto total de los consumidores en el bien aumenta para mantener la misma cantidad demandada.

En una curva de demanda elástica, la reacción de la cantidad demandada será mayor que 1 ante un aumento de una unidad en el precio, así que el gasto total en el bien por parte de los consumidores disminuirá, porque la reducción en la cantidad demandada es proporcionalmente mayor al aumento del precio.

Si la empresa está operando en condiciones de competencia perfecta, es decir, existen muchas empresas que producen el mismo bien o éste es importado, de manera que el precio del bien está determinado exógenamente, se estima que la elasticidad-precio de la demanda relevante para la empresa es infinita, es decir, si la empresa sube el precio, los consumidores no demandarán nada.

A la inversa, si la empresa constituye un monopolio (es la única oferente del bien en el mercado) la elasticidad-precio de la curva de demanda relevante para la empresa será la curva de demanda del mercado respecto a ese bien.

De acuerdo con lo que se señaló anteriormente, la curva de demanda se obtiene suponiendo constantes una serie de parámetros. Se verán a continuación las alteraciones que ésta sufre si los parámetros se modifican.

El analista debe intentar predeterminar los posibles cambios seculares en los gustos de los consumidores del bien que ofrece y la estabilidad de la demanda del bien.

Un cambio en los gustos de los consumidores producirá un desplazamiento de la curva de demanda. En efecto, si aumenta la preferencia por el bien, la curva de demanda se desplazará de tal manera que al mismo precio los consumidores estarán dispuestos a comprar una cantidad mayor del bien. Si disminuye la preferencia por el bien, la curva de demanda se desplaza de tal forma que, a un precio dado, las cantidades que los consumidores están dispuestos a comprar son menores.

Por otra parte, existen bienes que se caracterizan por tener una demanda pasajera; en un período están "de moda", pero posteriormente, al cambiar los gustos, dejan de ser demandados. En otros casos se produce un efecto similar por una alta rotación, derivada del avance tecnológico que genera bienes sustitutos de mejor calidad. El evaluador del proyecto debe ser capaz de prever la longitud temporal de la demanda que está utilizando para evaluar el proyecto.

Adicionalmente, existen cambios seculares en los gustos, que pueden desplazar levemente pero en forma continua la curva de demanda. En este punto es importante que el producto tenga un cierto margen de ductibilidad que le permita adaptarse a los cambios en las preferencias de los consumidores, de manera que evite esa tendencia.

En un país en crecimiento, el nivel de ingreso de los consumidores aumenta secularmente y dentro de esta tendencia los ingresos relativos de los distintos individuos sufren modificaciones. La forma en que se distribuye este ingreso tendrá también influencias en la demanda. Por esta razón, el analista del proyecto debe examinar la tendencia esperada en el nivel de ingreso de los consumidores potenciales del bien.

Cualquier cambio en el nivel de ingreso también desplazará la curva de demanda. Sin embargo, este análisis debe considerar lo que en teoría económica se

denomina tipos de bienes. Ente éstos se distinguen los bienes normales, que se definen como aquéllos cuya cantidad consumida aumenta junto con el nivel de ingreso del consumidor (el efecto ingreso es positivo). Por otra parte, existen los bienes inferiores, que se definen como aquéllos cuya cantidad demandada disminuye al aumentar el nivel de ingreso del consumidor.

La magnitud de la reacción de la cantidad demandada ante un cambio en el ingreso puede medirse a través de la elasticidad-ingreso de la curva de demanda. Este cambio es mensurable dividiendo el cambio porcentual en la demanda por el cambio porcentual en los ingresos, manteniéndose constantes todos los otros parámetros. Si el valor de esta operación resulta positivo, el bien queda incluido en el grupo de los bienes normales. Si, por el contrario, el resultado de la división fuera negativo, el bien será considerado inferior.

Huelga señalar que la cuantificación de este fenómeno permitirá predecir con mayor precisión la evolución de la demanda.

Es preciso tener en cuenta que la evolución de otros precios de otros bienes distintos a los del proyecto puede tener una gran influencia sobre la demanda del bien objeto de la evaluación. De esta forma, se distinguen 3 tipos de bienes, según se expone a continuación.

a) *Bienes sustitutos*. Son aquellos bienes que satisfacen una necesidad similar, y por lo tanto el consumidor podrá optar por el consumo de ellos en lugar del bien del proyecto, si éste subiera de precio.

Un ejemplo de la situación anterior se aprecia entre el bien mantequilla y el bien margarina. Un pote de mantequilla es diferente de un pote de margarina, y así lo entienden los consumidores que optan por uno u otro bien, pero si la mantequilla sube de precio, un sector de los consumidores preferirá cambiar de bien y adquirir margarina. Este movimiento puede graficarse como un desplazamiento de la curva de demanda de margarina, provocado por un cambio en el precio de un bien distinto. Así, al mismo precio, la cantidad vendida de margarina aumenta, porque se han incorporado a su mercado nuevos consumidores.

El analista del proyecto debe analizar la estructura de demanda de bienes sustitutos del bien que existe en el mercado. Si el bien no tiene sustitutos de ningún tipo, la empresa podrá fijar el precio del bien y modificarlo según le convenga con mucha más libertad. El efecto de ello estará determinado exclusivamente por la elasticidad-precio de la demanda. Si el bien, en cambio, tiene sustitutos cercanos, un cambio en el precio tendrá efectos mayores.

La elasticidad permite analizar también la relación de sustitución entre productos. Por ejemplo, si se desea investigar la competencia entre tres productos P_a , P_b y P_c , podría hacerse un experimento de prueba en un grupo de establecimientos que ofrezcan los tres productos y permitan efectuar cambios en sus precios para ver el efecto en la cantidad demandada durante un período determinado de tiempo. Supóngase que el resultado de esta investigación permitió concluir las relaciones de demanda que se muestran en el Cuadro 4.1.

La elasticidad-precio aparece en la diagonal del Cuadro 4.1.; los números restantes corresponden a las elasticidades cruzadas de los productos. En el ejemplo, las elasticidades-precio de los tres productos es muy alta, aunque el producto P_c manifiesta una respuesta de su demanda inferior a las de P_a y P_b ante las fluctuaciones de precio. Las elasticidades cruzadas entre P_a y P_b son positivas y significa-

Cuadro 4.1. Relaciones de elasticidad

Cambio de 1% en el precio de	Cambio porcentual en las ventas		
	P_a	P_b	P_c
P_a	- 4.01	+ 2.48	+ 0.03
P_b	+ 2.17	- 3.12	+ 0.12
P_c	+ 0.31	+ 0.10	- 2.26

tivas, mostrando que los consumidores opinan que ambos productos son sustitutos semejantes y que ante un cambio en el precio de uno de ellos trasladan su consumo al otro. Sin embargo, las elasticidades cruzadas con P_c son muy pequeñas, mostrando que los consumidores no las consideran sustitutos semejantes.

b) *Bienes complementarios*. Son aquellos que se consumen en forma conjunta, y, por lo tanto, si aumenta la cantidad consumida de uno de ellos, necesariamente aumenta la cantidad consumida de otro.

Un ejemplo de la situación anterior lo constituye el caso de los autos y la gasolina. Si baja el precio de los autos, los consumidores comprarán más autos. Esto desplaza la curva de demanda de gasolina. Es decir, al mismo precio los consumidores demandarán una cantidad mayor de gasolina, porque han aumentado los requerimientos de gasolina en la economía.

Se aprecia entonces que es necesario proyectar la evolución de las cantidades consumidas de los bienes complementarios al definir la evolución de nuestra propia curva de demanda.

Obviamente, la existencia de bienes sustitutos y complementarios afecta tanto al movimiento de las curvas como a la elasticidad.

c) *Bienes independientes*. Son aquellos que no tienen ninguna relación entre sí, de tal forma que un cambio en el precio de un bien independiente no afectará a la demanda del otro bien.

El análisis que se ha efectuado hasta el momento muestra el comportamiento que tradicionalmente se les atribuye a los consumidores de acuerdo con la teoría económica. Existen, sin embargo, una serie de reacciones adicionales como consecuencia de la interacción social de los distintos individuos que conforman el conglomerado social. Por ello es que deberán estudiarse todos aquellos factores que necesariamente deben considerarse por el analista del proyecto, el cual debe definir el comportamiento del mercado del bien para el cual se está efectuando la evaluación.

Así, considerar únicamente la conducta actual de los individuos es un error que frecuentemente se comete. Para solucionar este problema debe tomarse en consideración las tendencias de las personas al comprar, consumir o usar bienes o servicios tal como lo hace el resto y las tendencias de algunos consumidores a ser exclusivos en lo que compran, consumen o usan.¹

¹ La teoría económica sistematiza el problema en tres "efectos" principales, denominados *band wagon*, *snob* y *Veblen*.

En todo proceso de evaluación de proyectos es muy importante poder desarrollar el estudio analítico de la demanda. En muchos aspectos el factor más importante para determinar la rentabilidad de un proyecto estará dado por la demanda de los bienes y servicios que se desea producir. La proyección de la demanda de un bien constituye un elemento clave en la planificación de mediano y largo plazo, por lo que el conocimiento conceptual del comportamiento de la demanda constituye un caudal teórico necesario que debe comprenderse por el evaluador.

4.3 La oferta

El término oferta se puede definir como el número de unidades de un determinado bien o servicio que los vendedores están dispuestos a vender a determinados

El efecto *band wagon* consiste en que la demanda de un bien aumenta porque otros están consumiendo el mismo bien.

El análisis teórico para esta situación parte del supuesto de que la cantidad demandada por un consumidor es función del precio del bien y de la demanda total del mercado, *ceteris paribus*.

(*Ceteris*, voz del latín, significa literalmente "otras cosas". *Paribus*, también latín, significa "igual" o "inalterado". La expresión *ceteris paribus*, entonces, denota la condición de que no haya cambio en el resto de las circunstancias).

El efecto precio ordinario (es decir, si se supone que los individuos no se afectan entre sí al consumir) sería de un aumento de la cantidad consumida. Pero el efecto *band wagon* hace que un número adicional de consumidores se incorpore al mercado. Este último efecto señalaría un aumento de consumo del bien.

El efecto *snob* consiste en que la demanda de un bien de consumo disminuye porque otros están consumiendo o incrementando el consumo del mismo bien. Es decir, hay individuos que requieren de la exclusividad (a lo menos en cierta medida) del consumo del bien en cuestión.

Para efectos de análisis se supone que la demanda individual está negativamente relacionada con la demanda del mercado.

Si baja el precio de un bien, la cantidad demandada debería aumentar. Pero los *snobs*, al ver que la cantidad demandada aumenta, reaccionan abandonando el mercado. Por lo tanto, el efecto *snob* hace que la cantidad demandada disminuya en alguna proporción ante la baja de precios.

El efecto *Veblen* se produce cuando la demanda de un bien aumenta porque tiene un precio más bien alto que bajo.

Para fines de análisis se definen los conceptos de "precio real", que representan el precio efectivamente pagado por el consumidor, y "precio conspicuo", que representa el precio que el consumidor piensa que otras personas creen que él pago.

Las demandas se construyen sobre la base de distintas alternativas de precio que los consumidores creen que son los precios conspicuos.

En otras palabras, es posible determinar las cantidades demandadas a precios de alternativa si todos los consumidores creen que el precio conspicuo es un precio determinado. A distintos precios se producirán distintas demandas, existiendo para cada alternativa de precio una determinada demanda y llegándose a establecer distintos puntos de equilibrio para cada alternativa.

Las curvas de demanda construidas a través del efecto *Veblen* permiten visualizar que la cantidad demandada disminuye frente a bajas en el precio. Dicho de otra manera, el efecto *Veblen* se produce por el hecho de que, al bajar el precio de un bien, hay personas que dejan de consumirlo porque éste se ha hecho "demasiado popular".

La demanda del bien sujeto a este efecto puede tener magnitudes diversas, dependiendo de la actitud de los consumidores frente a los precios conspicuos y las características del bien.

precios. Obviamente, el comportamiento de los oferentes es distinto al de los compradores. Un alto precio les significa un incentivo a producir y vender más de ese bien. A mayor incremento en el precio, mayor será la cantidad ofrecida.

El término oferta se aplica tanto a la curva como a la tabla de oferta. Lo mismo ocurre en la demanda. La conjunción de ambas curvas determina el precio de equilibrio y la cantidad de equilibrio. De esta forma, el punto de conjunción o punto de equilibrio es aquel en que a un precio determinado se igualan las cantidades ofrecidas y demandadas (todos los que quieren comprar o vender lo pueden hacer a ese precio). Ante un aumento en el precio, la cantidad ofrecida aumenta y la cantidad demandada disminuye. Al ocurrir lo anterior, la competencia entre los vendedores hará que el precio caiga hasta llegar a un nuevo equilibrio. Del mismo modo, ante una baja en el precio, la cantidad ofrecida disminuye y la cantidad demandada se incrementa por la presión de los compradores, lo que hace posible un aumento en el precio hasta llegar a un nuevo equilibrio.

La teoría de la oferta es similar a la teoría de la demanda. Se pretende mostrar los efectos que tendrán los precios exclusivamente sobre la cantidad ofrecida, por lo que el supuesto *ceteris paribus* se utiliza también en este caso.

Al igual que en la demanda, existen algunos factores que pueden producir cambios en la oferta, a saber, a) el valor de los insumos, b) el desarrollo de la tecnología, c) las variaciones climáticas y d) el valor de los bienes relacionados o sustitutos.

Resulta obvio concluir que si el precio de los insumos aumenta, los productores de un determinado bien que requiera de esos insumos no querrán seguir produciendo el bien al mismo precio que lo ofrecían antes del alza en el precio de los insumos, por lo que se producirá un incremento en el precio del bien como consecuencia de este hecho.

Por otra parte, el desarrollo de la tecnología puede significar una disminución en los costos de producción. A diferencia del caso anterior, los productores estarán dispuestos a entregar una mayor cantidad del bien al mismo precio que les ofrecían antes del cambio tecnológico que les permitió bajar su costo productivo.

Para el caso de la oferta de productos agrícolas, la situación se complica por el hecho de que una vez efectuadas las plantaciones y obtenida la cosecha, la oferta tiende a ser inelástica, afectando asimismo a la oferta para períodos posteriores. De esta forma, se produce un efecto intertemporal que sólo podrá corregirse en períodos futuros de plantación.

Las condiciones climáticas especialmente adversas, en el sector agrícola llevan aparejada una disminución en la cantidad ofrecida del bien que se vio afectado por el fenómeno climático. Una sequía, inundaciones o heladas significan la disminución de la oferta de los productos que se han visto afectados por los fenómenos climáticos.

Del mismo modo, la existencia de bienes complementarios o sustitutos en la producción puede significar una disminución en la cantidad ofrecida de uno con respecto a otro. Si, por ejemplo, el precio de un bien sustituto aumenta, los productores del otro bien relacionado que no subió de precio tenderán a cambiar su producción por el sustituto que varió de precio. Lo anterior es especialmente válido en el caso de cultivos agrícolas en donde el precio de un bien sustituto varía en el mercado. Existe un sentido similar cuando el avance tecnológico genera bienes sustitutos de mejor calidad.

La unidad básica de producción es la empresa, allí los productores transforman los insumos y los factores productivos en bienes y servicios destinados a satisfacer las necesidades y la demanda de ellos. Los productores suministran diferentes bienes a distintos costos de producción. Por lo tanto, la oferta refleja los costos y la curva de oferta refleja el costo marginal que es el incremento que se produce en el costo total causado por la producción de la unidad adicional.²

Los costos totales de la empresa crecen a medida que su producción aumenta. El costo total de producción es la suma de los costos fijos, que se definen como aquéllos que no varían, cualquiera que sea la cantidad producida, y los costos variables, que son aquéllos que varían según la cantidad producida.

La curva de oferta de corto plazo de una empresa está dada por su curva de costo marginal de corto plazo, siempre y cuando el precio sea de un nivel tal que le permita cubrir sus costos variables de corto plazo.

El costo marginal no siempre determina la cantidad ofrecida, puesto que una empresa no puede producir una cantidad ilimitada.

Para producir en forma eficiente, la unidad de producción debe combinar sus factores de una manera determinada. Por una parte, el mayor uso de cada factor implicará un aumento en la producción. Por otra, el uso de cantidades adicionales de factores producirá un aumento en el costo total de producción. La empresa estará utilizando una combinación óptima de factores cuando el aumento en la producción, generado por cada peso gastado en contratar factores adicionales, sea igual para todos ellos.

La cantidad óptima de producción será aquella que eleve al máximo el ingreso neto de la empresa; esto se producirá en el punto en que el ingreso recibido por la venta de la última unidad productiva sea igual al costo adicional de esa última unidad.

Las ganancias empresariales, con la exclusión del pago al capital, estarán determinadas por la diferencia entre el costo de producción y el ingreso percibido por las ventas de ella.

Para medir los costos en una empresa es necesario incluir todos los costos que afecten al negocio. Dentro de ellos se encuentran los costos implícitos o costos de oportunidad, que se definen como aquel rendimiento que se podría obtener en la mejor alternativa de uso de ganancias. El costo de oportunidad también indica en forma aproximada cuánto debe pagarse por un insumo para mantenerlo en su empleo actual. De esta forma, los costos de una empresa pueden diferenciarse entre explícitos e implícitos. Dentro de estos últimos se puede señalar el beneficio normal sobre el capital invertido en la empresa.

Después que los costos implícitos o de oportunidad hayan sido cubiertos por el proyecto, cualquier beneficio remanente indicará la ganancia adicional que esta actividad significa con respecto a otras alternativas. De esta forma se define el beneficio económico como aquel beneficio extraordinario que resulta cuando se tienen en cuenta los costos de oportunidad.

² Este planteamiento es sustentado en WONNACOTT, Paul y Ronold. *Economía*, Bogotá: McGraw-Hill, 1981.

Cuando esto ocurra, otras empresas se interesarán por incorporarse al área de influencia del proyecto. De esta forma, en el largo plazo, definido éste como el tiempo suficiente como para que puedan instalarse y comenzar a operar otras empresas competitivas, la oferta del bien en el mercado se incrementará, lo cual hará bajar el precio, y con ello disminuirán los beneficios económicos o extraordinarios.

El analista de un proyecto que espera obtener beneficios extraordinarios debe evaluar el tiempo que podrá operar en las condiciones que le son favorables, antes de que otras empresas se incorporen al mercado.

El conocimiento de la oferta y su comportamiento en relación con el bien o servicio que el proyecto desea producir constituyen elementos de análisis imperativos en el proceso de evaluación de proyectos de inversión.

4.4 Resumen

En el proceso de especialización de la producción se plantean tres interrogantes fundamentales: qué, cómo y cuánto producir.

Existen distintos mecanismos de respuesta a los interrogantes planteados. Fundamentalmente, existen dos grandes modelos de concepción de la economía que responden a las preguntas básicas. Por una parte, se conoce la economía liberal de mercado y, por otra, el modelo de planificación central. Sin embargo, estos dos grandes modelos no constituyen las únicas respuestas a las interrogantes planteadas. Cada vez más, y a pesar de las diferentes concepciones políticas que se encuentran involucradas, la mezcla de decisiones de mercado y del gobierno central dan también respuestas compartidas.

Al evaluar un proyecto de inversión se deberá tener en cuenta la estructura de funcionamiento del mercado, sus condiciones, sus limitaciones y sus proyecciones, a fin de poder entregar oportuna y correctamente los antecedentes que se requieren para la construcción de las proyecciones de demanda.

Es importante definir adecuadamente la naturaleza de la demanda del bien que el proyecto producirá, así como las variables que la modifican.

La teoría económica indica que la relación funcional entre precio y cantidad demandada es inversa. Por otra parte, el preparador y evaluador de proyectos deberá intentar predeterminar los posibles cambios seculares en los gustos de los consumidores del bien que ofrecerá el proyecto y la estabilidad de la demanda respectiva.

Es preciso estudiar los bienes sustitutos, complementarios e independientes, cuya evaluación puede tener una gran influencia sobre la demanda del bien objeto de la evaluación del proyecto.

También resulta necesario que el preparador y evaluador estudie la oferta de los bienes, para poder comprobar los efectos que podrían tener los precios sobre la cantidad ofrecida. El valor de los insumos, el desarrollo de la tecnología, las variaciones climáticas y el valor de los bienes relacionados pueden producir cambios en la oferta de los bienes y servicios.

El análisis de los costos es también un instrumento que el evaluador debe tener presente al efectuar el estudio del mercado, la demanda y la oferta. Dentro de ellos se encuentran los costos de oportunidad, que se definen como aquel

rendimiento que se podría obtener al no abandonarse la mejor alternativa de ganancia. Después que los gastos implícitos hayan sido cubiertos por el proyecto, cualquier beneficio remanente indicará la ganancia adicional que esta actividad significa con respecto a otras alternativas.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. ¿Qué entiende por mercado?
2. Al estudiar el mercado basta con analizar el mercado del bien final, ya que de éste depende los ingresos que generará el proyecto. Comente.
3. ¿De qué modo los diferentes sistemas económicos resuelven las interrogantes de qué, cómo y para quién producir?
4. ¿Cuál es, a su juicio, la importancia de conocer las distintas elasticidades del bien que se pretende producir?
5. ¿De qué modo condicionan los diferentes sistemas económicos la viabilidad de un proyecto de inversión?
6. ¿Qué variables intervienen en la determinación de la demanda de un bien?
7. El alza general de los ingresos de las personas de un país implica necesariamente que la demanda de todos y cada uno de los bienes aumenta. Comente la afirmación.
8. La demanda del bien que produce una empresa determinada no sufrirá variaciones al cambiar el precio de otros bienes, cualquiera que éstos sean. Comente.
9. Explique: a) efecto *band wagon*, b) efecto *snob*, c) efecto *Veblen*.
10. Analice los posibles efectos sobre el mercado de los insumos que tendrá la puesta en marcha de un proyecto determinado. Suponga diversas situaciones en cuanto a oferta actual y futura de los insumos.
11. Explique los factores que determinan cambios en la oferta.
12. Desde el punto de vista económico, ¿en qué punto se logra el máximo ingreso neto para la empresa?
13. Si la elasticidad-precio de las bebidas gaseosas fuese igual a 0.8, un alza en sus precios hará que se gaste más dinero en gaseosas. Comente.
14. En 1962, la Comisión de Cítricos de Florida del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, en conjunto con la Universidad de Florida, realizaron un experimento de mercado en Grand Rapids, Michigan, para examinar la competencia entre las naranjas Valencia de California y Florida. Durante 31 días se registró las cantidades que se vendían de cada variedad en 9 supermercados, ante variaciones diarias en los precios, que cubrían una gama de 0.32 dólares la docena (± 0.16 dólares sobre el precio al inicio del estudio). Durante el mes se vendieron más de 9 250 docenas de naranjas que permitieron concluir lo siguiente:

Cambio de 1% en el precio de	Porcentaje de cambio en las ventas de		
	"Indian River" Florida	Interior Florida	California
"Indian River" Florida	- 3.07	+ 1.56	+ 0.01
Interior Florida	+ 1.16	- 3.01	+ 0.14
California	+ 0.18	+ 0.09	- 2.76

Analice e interprete los resultados y explique su uso en las actividades de planificación.

BIBLIOGRAFIA

- ACKLEY, Gardner. *Teoría macroeconómica*. México: UTEHA, 1965.
- AHUMADA, Jorge. *En vez de la miseria*. Santiago: Editorial del Pacífico, 1958.
- BLAIR, R. y KENNY, L. *Microeconomía con aplicaciones en las empresas*. España: McGraw-Hill, 1983.
- BOULDING, Kenneth. *Principios de política económica*. Madrid: Aguilar, 1963.
- BRIGHAM, E. y PAPPAS, J. *Economía y Administración*. México: Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.U., 1978.
- FISCHER, S. y DORNBUSH, R. *Economía*. México: MacGraw-Hill, 1985.
- KEYNES, J. Maynard. *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*. México: Fondo de Cultura Económica, 1971.
- MARX, Karl. *El capital*. México: Fondo de Cultura Económica, 1972.
- SAMUELSON, Paul. *Economía*. México: MacGraw-Hill, 1983.
- STONIER, A. y HAGUE, D. *Manual de teoría económica*. Madrid: Aguilar, 1963.
- WONNACOTT, Paul y WONNACOTT, R. *Economía*. Bogotá: MacGraw-Hill, 1984.

CAPITULO 5

EL ESTUDIO DE MERCADO

En el capítulo anterior se analizaron las variables económicas que explican el comportamiento del mercado en términos generales. En este capítulo se investiga el mercadeo desde la perspectiva del preparador de proyectos. Es decir, más que el análisis de los conceptos y las técnicas generales de la comercialización, se estudiarán los aspectos económicos específicos que repercuten, de una u otra forma, en la composición del flujo de caja del proyecto.

El concepto de estudio de mercado usualmente se identifica con la definición del precio y la demanda a que los consumidores están dispuestos a comprar. En este capítulo se aplica el concepto a las variables que condicionan el comportamiento de los distintos agentes económicos cuya actuación afectará al desempeño financiero de la empresa que podría generarse con el proyecto.

Obviamente, la proyección de las variables futuras del mercado, tanto del entorno como de propio proyecto, pasa a tener un papel preponderante en los resultados de la evaluación. La importancia de este tema es la razón por la cual el mismo se excluye de este capítulo, para ser tratado en forma particular y detallada en el siguiente.

5.1 El mercado del proyecto

Al estudiar el mercado de un proyecto es preciso reconocer todos y cada uno de los agentes que, con su actuación, tendrán algún grado de influencia sobre las decisiones que se tomarán al definir su estrategia comercial. Cinco son, en este sentido, los submercados que se reconocerán al realizar un estudio de factibilidad:

proveedor, competidor, distribuidor, consumidor y externo. Este último puede obviarse y sus variables incluirse, según corresponda, en cada uno de los cuatro anteriores.

El mercado proveedor constituye muchas veces un factor tanto o más crítico que el mercado consumidor. Muchos proyectos tienen una dependencia extrema de la calidad, cantidad, oportunidad de la recepción y costo de los materiales. No son pocos los proyectos que basan su viabilidad en este mercado. Es el caso, por ejemplo, de un proyecto de fabricación de pectinas¹ que usaba como materia prima la cáscara de limón que resulta como residuo de la fabricación de aceites esenciales derivados del limón fresco. En este proyecto, la disponibilidad de materias primas, que tenían un costo casi cero (sólo de recolección), dependía principalmente del nivel de operación de la planta de aceites esenciales, ya que éste determinaba el nivel de los residuos que requería el proyecto. Esto obligó a estudiar el mercado de los aceites esenciales, detectándose que no habría problema alguno en la venta del producto, por la existencia de una demanda altamente insastifecha, pero que si podrían presentarse en su propio mercado proveedor, es decir, el de los limones frescos. Esto hizo necesario estudiar el mercado de los limones frescos, donde se detectó que frente a las heladas y altos calores que azotaron ese año a los Estados Unidos y México, el precio del limón fresco tenía altas probabilidades de alza, ya que el precio internacional tendría que subir y el agricultor nacional se enfrentaba a la opción de vender en el mercado internacional. Afortunadamente para el proyecto de las pectinas, los márgenes de utilidad de sus proveedores, las fábricas de aceites esenciales, eran tan elevados que podían fácilmente absorber el aumento que se proyectó en los precios del limón.

Hay situaciones en que el estudio del mercado proveedor es más complejo y, por lo tanto, más difícil de estudiar. Es el caso de un proyecto realizado en Lima por INDUPERU para elaborar papel periódico a partir de la cáscara (bagazo) de la caña de azúcar. Para realizar este proyecto se diseñó toda una tecnología que permitía producir un papel liviano (que abarataba el costo de transporte), resistente y más blanco que el papel tradicional. Sin embargo, el alza del precio del petróleo hizo que este último se reemplazase en muchas industrias por la energía que se generaba mediante la quema del bagazo de la caña de azúcar, lo cual determinó que los productores de caña le pusieran un precio que hizo no rentable el proyecto que, incluso, ya se había implementado, con lo cual se obligó a su abandono.

No son pocos los proyectos que, por su dependencia de otros, hacen que se estudie primero un proyecto no solicitado. Cuando se realizó el estudio para determinar la viabilidad de la reapertura del aeropuerto de Chamonate², en Copiapó, se hizo necesario estudiar previamente la rentabilidad que tendría para una línea aérea operar con ese aeropuerto, ya que su reapertura sólo sería posible si una o más líneas aéreas iniciaban vuelos desde y hacia esa ciudad.

¹ SAPAG Nassir y otros. *Estudio de factibilidad de la elaboración de pectinas*. Lima: ESAN-Ministerio de Industrias del Perú, 1981.

² ACEC. *Estudio de factibilidad económica de la reapertura del aeropuerto Chamonate*. Copiapó: Secretaría Regional de Planificación de la Región de Atacama, 1979.

El estudio del mercado proveedor es más complejo de lo que puede parecer, incluso conocidos estos ejemplos, ya que deberán estudiarse todas las alternativas de obtención de materias primas, sus costos, condiciones de compra, sustitutos, perecibilidad, necesidad de infraestructura especial para su bodegaje, oportunidad y demoras en la recepción, disponibilidad, seguridad en la recepción, etcétera.

Para definir lo anterior es necesario, más que un estudio vigente o histórico del mercado proveedor, conocer sus proyecciones a futuro. Como en el caso de las pectinas, la disponibilidad de materias primas vigente al momento del estudio dejó de ser relevante ante la duda de la disponibilidad futura que se derivaba de los cambios proyectados en los precios internacionales del limón.

En la edición de un boletín informativo diario, por ejemplo, fue fundamental en la determinación de su viabilidad el hecho de que los proveedores otorgaban un plazo de 60 días para pagar su impresión. De no haberse detectado este crédito de proveedores, se habría estimado el pago de contado, lo que habría determinado una inversión de tal importancia en capital de trabajo que hasta podría haber mostrado un resultado negativo.

De igual forma, los alcances del *mercado competidor* trascienden más allá de la simple competencia por la colocación del producto. Si bien esto es primordial, muchos proyectos dependen sobremanera de la competencia con otros productos. Por ejemplo, una fábrica de mantequilla en una zona no industrializada depende en gran parte del servicio de arrendamiento de bodegas frigorizadas de que puede disponer. Sin embargo, podría tener que competir con pescadores que deseen congelar y almacenar mariscos en esa misma bodega, o con los agricultores que también desean congelar y guardar, por ejemplo, frutillas. Cuando las materias primas no son suficientes se tendrá que competir por ellas en el mercado proveedor y, en otros casos, cuando los medios de transporte sean escasos, la competencia por ellos será prioritaria.

El mercado competidor directo, entendiéndolo por ello las empresas que elaboran y venden productos similares a los del proyecto, tiene también otras connotaciones importantes que considerar en la preparación y evaluación. Será imprescindible conocer la estrategia comercial que desarrolle, para enfrentar en mejor forma su competencia frente al mercado consumidor. Cada antecedente que se conozca de ella se utilizará en la definición de la propia estrategia comercial del proyecto. Así, por ejemplo, conocer los precios a que vende, las condiciones, plazos y costos de los créditos que ofrece, los descuentos por volúmenes y pronto pago, el sistema promocional, la publicidad, los canales de distribución que emplea para colocar sus productos, la situación financiera de corto y largo plazo, entre otros aspectos, facilitará la determinación de estas variables para el proyecto.

La viabilidad de un proyecto, en muchos casos, dependerá de la capacidad de aprovechar algunas oportunidades que ofrece el mercado. Para ello, es importante reconocer que el producto o servicio que venderá el proyecto no siempre corresponde a lo que compra el consumidor. Por ejemplo, al evaluarse la construcción del puerto de Calderilla para el embarque de la fruta de exportación que se empezó a producir en la zona, se debía competir con los puertos de Coquimbo y Valparaíso. Sin embargo, se reconoció la posibilidad de cobrar tarifas superiores a la de éstos, ya que si bien el proyecto vendía el servicio portuario, el cliente comparaba este costo con el ahorro en los fletes hacia los puertos alternativos. Es decir, mientras

el proyecto ofrecía el servicio portuario, el cliente compraba éste más un menor flete.

El mercado distribuidor es, quizás, el que requiere del estudio de un menor número de variables, aunque no por ello deja de ser importante. En efecto, la disponibilidad de un sistema que garantice la entrega oportuna de los productos al consumidor toma, en muchos proyectos, un papel relevante. Es el caso de productos perecederos, donde el retraso más mínimo puede ocasionar pérdidas enormes a la empresa. No sucede así con los productos no perecederos y cuya distribución puede programarse con holgura sin afectar a la rentabilidad del negocio. Los costos de distribución son, en todos los casos, factores importantes de considerar, ya que son determinantes en el precio a que llegará el producto al consumidor y, por lo tanto, en la demanda que deberá enfrentar el proyecto.

El mercado consumidor es probablemente el que más tiempo requiere para su estudio. La complejidad del consumidor hace que se tornen imprescindibles varios estudios específicos sobre él, ya que así se podrá definir diversos efectos sobre la composición del flujo de caja del proyecto. Los hábitos y motivaciones de compra serán determinantes al definir al consumidor real (el que toma la decisión de compra) y la estrategia comercial que deberá diseñarse para enfrentarlo en su papel de consumidor frente a la posible multiplicidad de alternativas en su decisión de compra. Este punto será analizado con más detalle en las páginas siguientes.

Hay un quinto *mercado, el externo*, que por sus características puede ser estudiado separadamente o inserto en los estudios anteriores. Recurrir a fuentes externas de abastecimiento de materias primas obliga a consideraciones y estudios especiales que se diferencian del abastecimiento en el mercado local. Por ejemplo, la demora en la recepción de la materia prima puede no compensar algunos ahorros de costo que se obtienen importándola, la calidad puede compensar menores precios internos, se puede esperar que el tipo de cambio y la política arancelaria suban y dejen de hacer más conveniente la importación, etcétera. De igual forma, hay variables en los mercados competidor, distribuidor y consumidor externos que deben estudiarse por su efecto esperado sobre las variables del proyecto.

Ninguno de estos mercados puede estudiarse exclusivamente sobre la base de lo existente. Siempre podrá haber proveedores que la competencia directa no haya considerado, o potenciales competidores que hoy no lo son³, o nuevos sistemas de distribución no utilizados, e incluso mercados consumidores no cubiertos hasta el momento.

Por ejemplo, es el caso de la fabricación en el país de redes de pesca industriales, importadas hasta la fecha de Corea. Si bien la red nacional iba a tener un costo mayor, éste se compensaba con la posibilidad que daba a las compañías

³ En el proyecto de las pectinas, lo más probable sería que los fabricantes de aceites esenciales se instalen con la fábrica de pectina, ya que ellos tendrían el monopolio de la materia prima (y gratis), obligando a cualquier competidor a adquirir el limón fresco como sustituto, sin ninguna opción a competir por la diferencia de costos que se produciría.

pesqueras de tener un menor inventario, gracias a la cercanía de la fuente proveedora. Con esto lograba reducir su inversión en capital de trabajo.

5.2 Objetivos del estudio de mercado

Las variables que se señalaron en el apartado anterior para cada uno de los mercados definidos adquieren mucha más importancia cuando lo que se busca es la implementación del proyecto. Sin embargo, para fines de la preparación del proyecto, el estudio de cada una de esas variables va dirigido principalmente a la recopilación de la información de carácter económico que repercuta en la composición del flujo de caja del proyecto.

Así es como, por ejemplo, muchas veces el estudio de la promoción que deberá realizar la empresa que podría resultar del proyecto se puede reducir a calcular el costo de una inversión razonable en ella, más que la determinación exacta del sistema promocional. Una forma usual de obtener esta información es mediante la solicitud de una cotización a una empresa publicitaria especializada. En este caso el procedimiento se justifica, ya que el objetivo es cuantificar el monto de la inversión inicial de este ítem para poder incluirlo en el flujo de caja. Distinto habría sido si el objetivo fuera la implementación, ya que para fines operativos se necesitaría conocer el programa promocional. Obviamente, en muchos casos será imprescindible diseñar la estrategia promocional para cuantificar su costo. Sin embargo, esto se hará con el fin de determinar el monto de la inversión y no porque se desee conocer la estrategia por sí misma.

Planteando el objetivo del estudio de mercado como la reunión de antecedentes para determinar la cuantía del flujo de caja, cada actividad del mismo deberá justificarse por proveer información para calcular algún ítem de inversión, de costo de operación o de ingreso.

Como se verá con detalle en el capítulo 14, todos los desembolsos que se realicen previamente a la puesta en marcha del proyecto serán considerados como inversión inicial. En este sentido, la promoción constituye uno de los más claros ejemplos de un ítem de inversión que el estudio de mercado debe definir. Otros casos usuales en que a este estudio le cabe un papel preponderante en la cuantificación de las inversiones es la determinación del número de locales de venta al público, su mobiliario, letreros y todo tipo de equipamiento o embellecimiento y terminaciones que condicionen la imagen corporativa de la empresa. Igual efecto deberá tener respecto a las oficinas de atención al público, vehículos de reparto y cualquier otra variable que involucre a la imagen tanto del producto como de la empresa.

La publicidad, que a diferencia de la promoción tiene un carácter más permanente y de tipo recordatorio de un mensaje, no constituye una inversión, sino un gasto de operación. También para esto se puede recurrir a la cotización de una empresa de publicidad, que entregue información respecto al costo de la campaña, más que a sus características. Otros antecedentes de costos de operación que debe proveer el estudio de mercado son los de las materias primas y sus condiciones de pago, de la distribución de los productos, de las comisiones a los vendedores y cualquier otro que se relacione con alguno de los mercados.

Quizás es en los ingresos donde este estudio tiene mayor relevancia. La viabilidad o no de un proyecto reside principalmente en el mercado consumidor, que será quien decida la adquisición del producto que genere la empresa creada por el proyecto. En este sentido, el estudio del consumidor requiere que se le destine el máximo esfuerzo para determinar la existencia de una demanda real para el producto en términos de su precio, volumen y periodicidad, en un lugar y tiempo determinados.

La necesidad de estimar el momento exacto en que se producen los ingresos y desembolsos proyectados obliga, además, a investigar las condiciones crediticias en que el consumidor está dispuesto a comprar.

Al existir, como en todo orden de cosas, opciones entre las cuales elegir, el estudio de mercado deberá también analizar el entorno en el cual se mueve cada uno de los mercados para definir la estrategia comercial más adecuada a la realidad en que deberá situarse el proyecto una vez implementado.

5.3 Etapas del estudio de mercado

Aunque hay diversas formas de definir el proceso de estudio del mercado, la más simple es aquella que está en función del carácter cronológico de la información que se analiza. De acuerdo con esto, se definirán tres etapas: a) un análisis histórico del mercado, b) un análisis de la situación vigente y c) un análisis de la situación proyectada.

Teniendo presente el objetivo que se señaló para el estudio de mercado, el análisis de la situación proyectada es el que tiene realmente interés para el preparador y evaluador del proyecto. Sin embargo, cualquier pronóstico tiene que partir de una situación dada, para ello se estudia la situación vigente, la cual, a su vez, es el resultado de una serie de hechos pasados.

En este sentido, el análisis histórico pretende lograr dos objetivos específicos. Primero, reunir información de carácter estadístico que pueda servir, mediante el uso de alguna de las técnicas que se tratan en el capítulo siguiente, para proyectar esa situación a futuro, ya se trate de crecimiento de la demanda, oferta o precio de algún factor o cualquier otra variable que se considere valioso conocer a futuro. El segundo objetivo del análisis histórico se refiere a evaluar el resultado de algunas decisiones tomadas por otros agentes del mercado, para identificar los efectos positivos o negativos que se lograron. La importancia de reconocer una relación de causa a efecto en los resultados de la gestión comercial reside en que la experiencia de otros puede evitar cometer los mismos errores que ellos cometieron y repetir o imitar las acciones que les produjeron beneficios.

Cuando muchas empresas se han introducido en el negocio que se está evaluando y muchos han sido los fracasos y quiebras de empresas, se hace imprescindible la determinación de las causas de esta situación. De igual forma, la medición del efecto de ciertas medidas gubernativas sobre el sector, las estrategias comerciales y los resultados logrados por las actuales empresas potencialmente competidoras del proyecto, la lealtad intransable de los consumidores o las variables que indujeron cambios en sus motivaciones y hábitos de consumo son, entre muchos otros, los factores que explican el pasado y probablemente en gran parte explicarán el futuro. Normalmente, serán estos antecedentes los que, unidos a una proyección

basada en datos estadísticos del pasado, permitirán la estimación más adecuada —que de ninguna manera garantiza su realismo y exactitud— de la variable que se desea pronosticar.

De suma importancia en este estudio será conocer la participación que han tenido las empresas en el mercado, las características y evolución de la oferta de productos similares y sustitutos del que se elaborará con el proyecto, la composición y evolución de la demanda, etcétera. Para cada uno de estos aspectos, llegar a explicar la relación de causa a efecto que determinó las variaciones en el pasado, debe ser un objetivo prioritario, aunque difícil de lograr.

El estudio de la situación vigente es importante, porque es la base de cualquier predicción. Sin embargo, su importancia relativa es baja, ya que difícilmente permitirá usar la información para algo más que eso. Esto se debe a que al ser permanente la evolución del mercado, cualquier estudio de la situación actual puede tener cambios sustanciales cuando el proyecto se esté implementando. En muchos estudios a nivel de perfil o prefactibilidad se opta por usar la información cuantitativa vigente como constante a futuro, en consideración de que el costo de depurar una cifra proyectada normalmente no es compensado por los beneficios que dé la calidad de la información.

De acuerdo con lo señalado, el estudio de la situación futura es el más relevante para evaluar el proyecto. Pero también aquí es preciso señalar una salvedad: la información histórica y vigente analizada permite proyectar una situación suponiendo el mantenimiento de un orden de cosas que con la sola implementación del proyecto se debería modificar. Esto obliga, entonces, a que en la situación proyectada se diferencie la situación futura sin el proyecto y luego con la participación de él, para concluir con la definición del mercado para el mismo.

Por ejemplo, al estudiar la viabilidad de la construcción y operación de un hotel en una zona determinada, se puede fácilmente recopilar y estudiar la información histórica y vigente para proyectar la demanda futura de habitaciones de hotel. En este caso, se proyecta la situación sin el proyecto. Sin embargo, la estrategia comercial diseñada para el proyecto puede no estar dirigida a quitar consumidores a los otros hoteles de la zona (con lo que la demanda total se mantendría constante), sino a incentivar el turismo y, por esta vía, incrementar la demanda total. En tal circunstancia, la proyección de demanda con el proyecto difiere de la proyección hecha sin el proyecto. Sin embargo, aún no se calcula qué parte de este mercado total puede absorber el proyecto. Su determinación constituye el objetivo de definir el mercado consumidor para el proyecto.

Otro caso lo dió un proyecto para construir un gran centro comercial en una zona donde la demanda actual superaba a la oferta. Si bien el proyecto era muy atractivo con esas condiciones, se desistió de implementarlo al detectarse que, aun cuando no se iniciaba la construcción, se habían otorgado tantos permisos municipales, que hacían que el proyecto dejara de ser atractivo si se consideraba las condiciones potenciales de competencia que estarían vigentes cuando estuviera listo para su venta.

Las tres etapas analizadas deben realizarse para identificar y proyectar todos los mercados. Obviamente, la participación que pueda lograr el proyecto estará determinada en gran parte por la reacción del consumidor frente al proyecto y por la propia estrategia comercial que siga la empresa que se cree con el proyecto. Los dos apartados siguientes analizan estos aspectos.

5.4 El consumidor

La estrategia comercial que se define tendrá repercusión directa en los ingresos y egresos del proyecto y será influida principalmente por las características del consumidor, y secundariamente del competidor.

La imposibilidad de conocer los gustos, deseos y necesidades de cada individuo que potencialmente puede transformarse en un demandante para el proyecto, hace necesaria la agrupación de éstos de acuerdo con algún criterio lógico. Los criterios de agrupación dependerán, a su vez, del tipo de consumidor que se estudie. Al respecto, hay dos grandes agrupaciones: a) *la del consumidor institucional*, que se caracteriza por decisiones generalmente muy racionales basadas en las variables técnicas del producto, en su calidad, precio, oportunidad en la entrega y disponibilidad de repuestos, entre otros factores; y b) *la del consumidor individual*, que toma decisiones de compra basadas en consideraciones de carácter más bien emocionales, como por ejemplo, la moda, la exclusividad del producto, el prestigio de la marca, etcétera.

En el caso de un consumidor institucional, las posibilidades de determinar y justificar su demanda se simplifica al considerar que ésta depende de factores económicos. En este sentido, basta con definir las ventajas que ofrece el proyecto sobre las otras opciones, para cuantificar la demanda en función de quienes se verían favorecidos por ellas. Por ejemplo, en el caso del puerto de Calderilla, toda la producción exportable en un radio tal que el costo del flete más el costo del servicio portuario sean a lo más iguales a los que se tendrían con el de las otras alternativas. Algo similar sucedería con la demanda nacional de redes para la pesca industrial u otro proyecto que ofrezca alguna ventaja, ya sea de costo, condiciones de crédito, calidad, oportunidad en la entrega, tamaño, etcétera.

La agrupación de consumidores de acuerdo con algún comportamiento similar en el acto de compra se denomina *segmentación*, la cual reconoce que el mercado consumidor está compuesto por individuos con ingresos diferentes, residencia en lugares distintos y con distinto nivel educacional, edad, sexo y clase social, lo que los hace tener necesidades y deseos también distintos.

La segmentación del mercado institucional responde usualmente a variables tales como rubro de actividad, región geográfica, tamaño y volumen medio de consumo, entre otras.

La segmentación del mercado de los consumidores individuales también se realiza generalmente, en función de variables geográficas, aunque tanto o más importante que éstas son las variables demográficas, que clasifican al consumidor según su edad, sexo, tamaño del grupo familiar, nivel ocupacional, profesión, religión, etcétera. No menos importante es la clasificación por nivel de ingreso (y su distribución), complementado por los patrones de gasto.⁴

Una última clasificación es aquella que segmenta por variables psicosociológicas, como el grado de autonomía en la decisión de compra, el conservadurismo y la clase social.

⁴ Por ejemplo, se ha demostrado empíricamente que cuando el ingreso del grupo familiar aumenta, el gasto porcentual destinado a alimentación baja, pero la demanda de atención médica aumenta.

Muchas veces será más importante estudiar el número de hogares constituidos que la población total del mercado, ya que variados productos tienen como unidad de medida el hogar y no el individuo. Cuando el producto que se elaborara es de uso personal, como el vestuario y los comestibles, pueden ser las relevantes, las proyecciones del mercado en función del nivel total de la población. Sin embargo, en bienes como los muebles o las viviendas, la proyección debería basarse en un índice de hogares constituidos.

Cuando el producto del proyecto está dirigido a un mercado personal, la subjetividad implícita en sus actos de compra torna más difícil la definición de la estrategia comercial y, por lo tanto, la determinación de la cuantía de la demanda que se puede esperar. Una forma de aproximarse a una respuesta es caracterizando al consumidor. Para ello, una definición es la que identifica como tal a quien toma la decisión de compra y no al que consume el producto o servicio adquirido. Así, por ejemplo, el consumidor de ropa de niños será usualmente uno de los padres y el consumidor de sopas envasadas será, en muchos casos, la sirvienta del hogar.

Como esto no puede conocerse *a priori*, es necesario investigar quién compra. Para ello deberán estudiarse los hábitos de compra de la población, los que a su vez permitirán conocer cómo compra (por ejemplo, si es al contado o a crédito, diario o mensual, en tamaños individual o familiar, etcétera). Además, deberá conocerse por qué compra, es decir, las motivaciones que inducen a optar por una determinada marca, envase o producto sustituto.

Si el producto ha de entrar a competir con otros ya establecidos, se deberá realizar estudios para determinar el grado de lealtad a una marca o lugar de venta, los efectos de las promociones y publicidad de la competencia sobre el consumidor y la sensibilidad de la demanda, tanto al precio como a las condiciones de crédito, entre otros aspectos.

5.5 Estrategia comercial

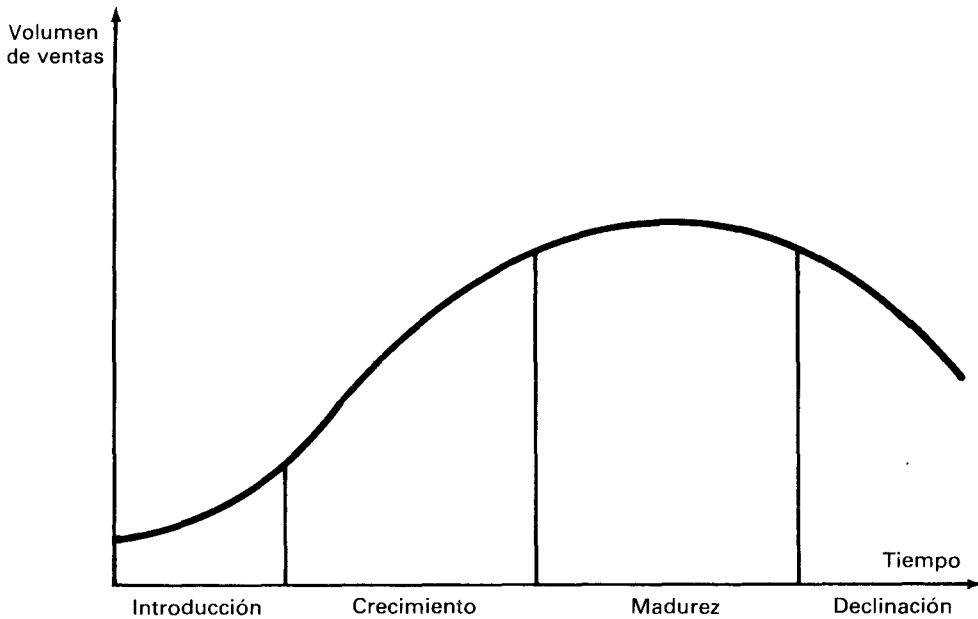
La estrategia comercial que se defina para el proyecto deberá basarse en cuatro decisiones fundamentales que influyen individual y globalmente en la composición del flujo de caja del proyecto. Tales decisiones se refieren al producto, el precio, la promoción y la distribución. Cada uno de estos elementos estará condicionado, en parte, por los tres restantes. Así, por ejemplo, el precio que se defina, la promoción elegida y los canales de distribución seleccionados dependerán directamente de las características del producto.

A diferencia del estudio técnico, el estudio de mercado debe abarcar no sólo las especificaciones técnicas, de un producto, sino todos los atributos del mismo. O sea, su tamaño, marca, tipo de envase y otros a los que se hará referencia más adelante.

Al evaluar un proyecto, el comportamiento esperado de las ventas pasa a constituirse en una de las variables más importantes en la composición del flujo de caja. Al estudiar el producto, dentro de la estrategia comercial, el concepto de su ciclo de vida ayuda a identificar parte de ese comportamiento esperado. Pocos son los productos que recién lanzados al mercado tienen un nivel constante de ventas, sea porque el producto es nuevo o, si es un producto existente, porque la marca es nueva. En la mayoría de los casos se reconoce un comportamiento

variable que responde aproximadamente a un proceso de cuatro etapas: introducción, crecimiento, madurez y declinación. El Gráfico 5.1. ilustra este proceso.

Gráfico 5.1. Ciclo de vía del producto



En la etapa de introducción, las ventas se incrementan levemente, mientras el producto se hace conocido, la marca aprestigiada o la moda impuesta. Si el producto es aceptado, se produce un crecimiento rápido de las ventas, las cuales, en su etapa de madurez, se estabilizan para llegar a una etapa de declinación en que las ventas disminuyen rápidamente. El tiempo que demore el proceso y la forma que adopte la curva dependerán de cada producto y de la estrategia global que se siga en cada proyecto particular. La importancia de intentar determinar el ciclo de vida de un producto se manifiesta al considerar que el nivel de ventas afectará en forma directa al momento de recepción de los ingresos y en forma indirecta a los desembolsos, ya que el programa de producción deberá responder a las posibilidades reales de vender el producto.

Si bien la determinación del ciclo de vida de un producto es una tarea compleja y con resultados no siempre confiables, es posible intentar una aproximación basándose en la evolución de las ventas de otros productos de la industria o de artículos similares en otras regiones o países.

Aun cuando el concepto del ciclo de vida de un producto puede fácilmente criticarse en función de que la heterogeneidad de los productos y entornos en que se sitúan es muy grande, es un elemento útil en la preparación de proyectos, para

los efectos de que, incluso en los términos más rudimentarios, se castigue la estimación inicial de las ventas, reconociendo la lentitud de la etapa introductoria, para no sobrevaluar los resultados esperados del proyecto. En el próximo capítulo se hace referencia a distintos mecanismos de pronóstico del mercado.

El resto de los atributos del producto requiere muchas veces un estudio bastante mayor, justificado por cierto, que el del ciclo de vida. La marca, por ejemplo, que además de un nombre es un signo, logotipo o cualquier forma de identificación, puede llegar a ser determinante en la aceptación del producto, ya que una marca difícil de pronunciar o que no represente una cualidad del producto, entre otras variables, puede hacer que sea difícil de identificar y recordar y, por lo tanto, no sea utilizada por el consumidor potencial. Para el evaluador de proyectos, más que llegar a determinar la marca, interesa el precio que una empresa especializada cobrará por el diseño de ella, su logotipo y presentación en todos los medios de difusión y comunicación empleados por la empresa que pudiera crear el proyecto, por ejemplo, carteles, membretes en papel carta, sobres de correo, etcétera. De igual forma, será posible obtener a través de cotizaciones el costo de una campaña de introducción de la marca y su fijación en el medio, lo que más bien corresponde a una decisión relacionada con la promoción.

Más importante que la marca, para el preparador del proyecto, es definir el envase, dadas las inferencias económicas que tiene. Es fácil apreciar que el envase, además del papel original de protección al producto, tiene hoy día un cometido principalmente promocional, que busca que se diferencie de otros productos, sea a través de su forma, color, texto del mensaje, tamaño o uso.

Cada día son más los productos que se promocionan, no tanto por sus especificaciones propias, como por el uso que se le puede dar a su envase una vez consumido su contenido. De igual forma, la variación de tamaños, como en el caso de las gaseosas, se hace imprescindible para abarcar los distintos segmentos de mercado.

Cada uno de ellos deberá costearse especialmente para determinar la conveniencia de introducirlos o no.

El precio es quizás el elemento de la estrategia comercial más importante en la determinación de la rentabilidad del proyecto, ya que él será el que defina en último término el nivel de los ingresos. El precio, al igual que en el caso del producto, requiere consideraciones mayores de lo que se desprende del simple significado de la palabra. En este caso, las condiciones de venta son fundamentales en la forma que adquiera el flujo de ingresos. Por ejemplo, deberán definirse las condiciones de crédito, el porcentaje de cobro al contado, el plazo del crédito, el monto de las cuotas, la tasa de interés implícita en las cuotas, los descuentos por pronto pago, los descuentos por volumen, etcétera. Tan importantes son estas variables que sólo una de ellas, como la tasa de interés implícita, puede hacer rentable un proyecto. Por ejemplo, si se determina que el segmento del mercado al que se quiere llegar está en condiciones de comprar si las cuotas son bajas y no es sensible a la tasa de interés que se cobra por el crédito, la rentabilidad podría residir en el negocio financiero del crédito, más que en el negocio comercial de la venta. Sin entrar a calificar esta posibilidad, lo más probable es que en ella se llegue incluso a desincentivar el pago al contado.

La definición del precio de venta debe conciliar diversas variables que influyen sobre el comportamiento del mercado. En primer lugar, está la demanda asociada a distintos niveles de precio, luego los precios de la competencia para productos iguales y sustitutos y, por último, los costos.

La forma más simple de calcular un precio es adicionando un porcentaje a los costos unitarios totales. Para ello, se calcula un margen, ya sea sobre los precios o sobre los costos. En el primer caso, se calcula un porcentaje sobre el precio de venta, desconocido, de la siguiente forma:

$$P_v = j P_v + C_u, \quad (5.1)$$

donde P_v es el precio de venta, j el margen sobre el precio y C_u el costo unitario. Como el precio de venta se desconoce y tanto j como C_u son conocidos, la expresión 5.1 se puede simplificar de la siguiente forma:

$$P_v = \frac{C_u}{(1 - j)}. \quad (5.2)$$

Para calcular un margen sobre los costos se utiliza la expresión

$$P_v = C_u + C_u h, \quad (5.3)$$

donde h es el margen sobre los costos, expresión que puede simplificarse como

$$P_v = C_u (1 + h). \quad (5.4)$$

Un modelo teórico que simplifica en exceso el problema de la determinación de precios se basa en los supuestos de que la firma busca maximizar sus utilidades y conoce las funciones de la demanda y costos de su producto. La función de demanda especifica la relación entre la cantidad demandada en el período (Q) y todas las variables que determinan esa demanda. Una función típica de la demanda puede expresarse como

$$Q = a_1 P + a_2 Y + a_3 P_b + a_4 P_u, \quad (5.5)$$

donde a_1, a_2, \dots, a_n se denominan parámetros de la función de demanda, P es el precio, Y representa los ingresos promedios disponibles per cápita, P_b la población y P_u el gasto en publicidad. Si

$$Q = -1\,000 P + 50 Y + 0.03 P_b + 0.03 P_u,$$

ello indicaría que por cada peso que aumente el precio, la demanda bajaría en 1.000 unidades; por cada peso adicional en el ingreso per cápita, la demanda aumentaría en 50 unidades, y que se incrementaría en 0.03 unidades por cada persona adicional de la población o por cada peso que se gaste en publicidad.

Dado que Y , P_b y P_u deberían conocerse o posiblemente de determinarse, la ecuación anterior podría quedar supuestamente como

$$Q = 160\,000 - 1\,000 P.$$

Por otra parte, la función de costos expresa el nivel esperado de costos totales (c) de las diversas cantidades que pueden producirse en cada período (Q). La forma simple de presentar esta función es

$$C = cv Q + CF, \quad (5.6)$$

donde cv son los costos unitarios variables y CF los costos fijos. Supóngase una función de costos como la siguiente:

$$C = 50 Q + 1\,500\,000.$$

Dado que el ingreso total (R) es igual al precio (P) multiplicado por la cantidad (Q) y las utilidades (U) son la diferencia entre los ingresos totales y los costos totales, se tienen además las siguientes expresiones:

$$R = PQ \quad (5.7)$$

y

$$U = R - C. \quad (5.8)$$

Definidas las cuatro ecuaciones anteriores, el precio se obtiene de la solución de las ecuaciones para determinar qué precio maximiza las utilidades. Para ello se procede como sigue:

$$U = R - C$$

$$U = PQ - C$$

$$U = PQ - (50 Q + 1\,500\,000)$$

$$U = P (160\,000 - 1\,000 P) - 50 (160\,000 - 1\,000 P) - 1\,500\,000$$

$$U = 160\,000 P - 1\,000 P^2 - 8\,000\,000 + 50\,000 P - 1\,500\,000$$

$$U = -9\,500\,000 + 210\,000 P - 1\,000 P^2$$

El precio que maximiza esta función se obtiene de derivar la función de utilidad y luego ajustar la derivada igualándola a cero. O sea:

$$U = -9\,500\,000 + 210\,000 P - 1\,000 P^2$$

$$\frac{dU}{dP} = 210\,000 - 2\,000 P$$

$$\begin{aligned} 210\,000 - 2\,000 P &= 0 \\ 210\,000 &= 2\,000 P \\ P &= 105 \end{aligned}$$

Luego, el precio óptimo es \$105.

El modelo teórico señalado supone que todas las variables se mantienen en el mismo nivel mientras se estudia el efecto de los precios sobre las ventas, dejando de lado, entre otras cosas, el problema de cómo puede lograrse un grado óptimo respecto a la publicidad, venta personal u otra variable comercial. A esto hay que agregar las dificultades de tipo estadístico en la determinación de las funciones de demanda y costos.

Un modelo de determinación de precios basado exclusivamente en los costos se deduce del análisis que se hace en el capítulo 7 y que se formula en la expresión 7.14. En ella se propondrá incluir todos los costos, sumando el de las fuentes de financiamiento y el costo del capital del inversionista.⁵

El estudio de los canales de distribución tiene también importancia al definir la estrategia comercial, quizás no tanto por el efecto directo en los flujos de caja, como por los efectos indirectos que tiene sobre ellos. Muchas veces se estudia la relación entre precio y demanda sin incluir el efecto, sobre el precio al que recibe el producto el consumidor, que tienen los márgenes que cada intermediario agrega al precio para cubrir los costos de la intermediación y la utilidad que percibirá por ella. El problema de esta variable consiste en que cada canal de distribución tiene asociados costos y volúmenes de venta normalmente distintos.

Para determinar los costos por este concepto y los niveles de ventas que tendrá el proyecto, es preciso efectuar una selección estimativa de los intermediarios que se utilizarían en la eventualidad de que el proyecto se implementase.

Además de seleccionar, a través de un análisis costo-beneficio, el canal más adecuado, es importante confirmar la posibilidad real de contar con él.

La administración del canal de distribución para que funcione en forma eficiente será una tarea que toda empresa debe desarrollar. Los costos que involucre esta gestión, tanto en remuneración de personal como en insumos administrativos varios, más las inversiones necesarias en obra física y equipamiento asociados al canal seleccionado, deberán considerarse para ser incluidos en la composición de los flujos de caja del proyecto.

El sistema de promoción requiere también de un estudio complejo que, para los fines que persigue el preparador y evaluador de proyectos, muchas veces se obvia con una cotización solicitada a una empresa especialista. En otros casos, el estudio de la promoción se debe realizar por el responsable del estudio de mercado. Si así fuese, no debe olvidarse que el objetivo es cuantificar su costo más que la definición del sistema por sí.

⁵ Este punto se analiza detalladamente en los capítulos 7 y 9. Para fines de cálculo de precios, bastará despejar la variable P de la expresión 7.14, con lo que se obtiene

$$P = \frac{(vx + F + \text{Dep} + iD)(1-t) - \text{Dep} + rA + li}{(x - ijxd)(1-t) - rjxa} \quad (5.9)$$

Al igual que con la distribución, cada alternativa de promoción lleva asociados costos y beneficios diferentes que deben, en todos los casos, compararse para elegir la mejor de las alternativas.

La determinación del costo en publicidad es relativamente menos compleja que calcular el monto de la inversión en promoción. Ello se debe a que existen ciertos indicadores de gastos por industrias que pueden utilizarse principalmente en los estudios en nivel de prefactibilidad. Uno de los métodos más usados es el de definir un porcentaje sobre las ventas esperadas.

Cuando se estudia la competencia es importante conocer su estrategia comercial, pero más importante aún es determinar la efectividad de la misma. En su análisis se revisarán las mismas variables que se definieron en este punto. Conocer su posición actual y los resultados de experiencias pasadas constituye una valiosa información para definir la propia estrategia comercial.

5.6 Análisis del medio

La definición de cualquier estrategia comercial requiere de dos análisis complementarios: a) uno, de los distintos mercados del proyecto y b) otro, de las variables externas que influyen sobre el comportamiento de esos mercados.

Al estudiar las variables externas, que son, en la generalidad de los casos, incontrolables por una empresa, deben reconocerse cuatro factores que, si se evalúan bien, permitirán detectar las amenazas, oportunidades y aliados del medio. Estos son los factores económicos, socioculturales, tecnológicos y político-legales.

El comportamiento que los distintos agentes económicos del mercado sigan en un momento dado dependerá de la composición de estos factores. La evolución independiente de cada uno de ellos hace muy compleja la tarea de pronosticar su comportamiento y sus efectos sobre una determinada estrategia del proyecto, de los competidores, consumidores, proveedores e intermediarios.

Cualquier decisión respecto a la estrategia comercial del proyecto se verá influida directamente por las decisiones gubernamentales sobre una determinada política económica. Así por ejemplo, una política de tipo de cambio bajo podrá abaratar los costos de las materias primas y bienes de capital importados, pero también incentivará la importación de productos similares competitivos, al mismo tiempo que desincentivará la exportación. De igual forma, un alza en los aranceles permite que empresas no rentables puedan serlo al subir los precios competitivos de productos similares en el mercado nacional. Sin embargo, si éstos no son objeto de discriminación, también subirá el costo de los insumos importados.

Los efectos de la política económica sobre el empleo, niveles de ingreso, sectores prioritarios del desarrollo, incentivos a la producción de determinados bienes, fijación de precios para determinados productos, comercio exterior y otros, así como el efecto de éstos sobre la demanda, son claramente identificables. El problema para el preparador se centra en el pronóstico de los efectos, ya que las decisiones sobre política económica son, como su nombre lo indica, decisiones de estrategia política que siguen una dirección determinada por la autoridad. Esto último, sin embargo, no exime al preparador de proyectos de la obligación de considerarla, ya que, como se analizó en el capítulo anterior, una política económica

determinada caracteriza al entorno de mediano plazo en que debe desarrollarse un proyecto.

Tan importante como lo señalado es el factor sociocultural. La cultura, como señala Kotler⁶, "abarca la manera en que hacemos, vemos, usamos y juzgamos las cosas, todo lo cual varía de una sociedad a otra". Los cambios culturales de una sociedad, que se producen rápidamente con el desarrollo de los medios de comunicación, hacen en este contexto imprescindible su análisis, para determinar los efectos que una determinada estrategia comercial tendrá sobre el mercado.

Los hábitos de consumo y las motivaciones de compra están determinados en gran parte por el nivel cultural. De igual forma, la receptividad a una campaña promocional y publicitaria tiene que estar acorde con el nivel cultural del segmento del mercado al que se quiere llegar, para que sea realmente efectiva.

La composición de clases sociales en un país y el estilo de vida que las caracteriza serán fundamentales en la definición del producto, así como de su promoción y precio.

El cambio tecnológico a una velocidad creciente puede convertirse en un factor de apoyo a un proyecto que pueda usufructuar de él, o en una amenaza, si aquél no está al alcance del proyecto. Muchas decisiones sobre productos quedan condicionadas al avance tecnológico, que puede dejar técnicamente obsoleto a uno de ellos si se logra el desarrollo de un sustituto de mejor calidad, menor costo o mayor rendimiento.

Las dificultades de predecir el comportamiento de este factor, a diferencia de los anteriores, reside en la rigurosa confidencialidad con que se realiza la investigación tecnológica, así como en el celo en guardar la información resultante para beneficio propio, dadas las grandes ventajas competitivas que permite el poseer un producto resultante del avance tecnológico.

El medio político y legal condiciona el comportamiento de todo un sistema, que abarca desde lo económico hasta lo social y que dice relación con la opinión, confianza y formación de expectativas en grado diferente para cada agente del mercado.

Normalmente ocurre que ante situaciones de expectativas de cambio en la conducción política de un país, los procesos de inversiones decaen sustancialmente. La generación de proyectos de inversión tiende a decaer hasta conocerse el resultado del cambio político y las directrices que el nuevo esquema puede determinar para la condición económica del país, como también en los campos sociales, culturales, etcétera.

Cabe señalar que en aquellos países donde el cambio político que se produce es de envergadura, mayor será el grado de incertidumbre de los agentes económicos. A diferencia de esta situación, puede señalarse que en economías desarrolladas, de gran estabilidad política, el cambio de partido en el gobierno del país no tendrá repercusiones sustanciales en los procesos de inversión y elaboración de proyectos.

Conocer el efecto que estos cuatro factores tienen sobre el mercado y sobre la propia estrategia comercial que se defina, es imprescindible para que el prepa-

⁶ KOTLER Philip, *Dirección de mercadotecnia*. México: Diana, 1978, p. 117.

rador del proyecto evalúe las amenazas, oportunidades y aliados que le determine el medio.

Las amenazas del medio son todas aquellas variables y características relevantes del medio externo al proyecto que pudieran tener algún efecto negativo. Por ejemplo, las situaciones recesivas, el crecimiento de la competencia, un grado creciente de apertura al comercio exterior que permita vislumbrar la entrada masiva de productos competitivos a bajos precios, incertidumbre política, etcétera.

Las oportunidades constituyen todos los elementos favorables al proyecto. Por ejemplo, una política económica de desarrollo hacia adentro, la existencia de demanda insatisfecha, incentivos gubernamentales a la actividad del proyecto, ventajas comparativas con el resto de la industria, experiencia en la gestión de proyectos similares, etcétera.

Los aliados del medio externo son los agentes económicos que podrían estar interesados en el desarrollo del proyecto debido a las ventajas indirectas que éste tendría para sus actividades. Por ejemplo, los mercados proveedores y distribuidores, que verían incrementadas sus posibilidades comerciales, y las autoridades municipales, que se interesarían en el desarrollo comunal que permitiría el proyecto, entre otros casos.

5.7 La demanda

Los consumidores logran una utilidad o satisfacción a través del consumo de bienes o servicios. Algunos bienes otorgan más satisfacción que otros a un mismo consumidor, reflejando su demanda, las preferencias que tenga sobre las alternativas que ofrece el mercado. Todo esto en el marco de las restricciones presupuestarias que le imponen un consumo limitado.

Lo anterior lo obliga a definir una combinación de bienes o servicios que ha de consumir y que maximice su satisfacción. Una variación en los precios o en el ingreso del consumidor, modificará sus preferencias por una determinada combinación. Esto, porque al subir el precio de un bien, el costo de consumir ese bien respecto al costo de otros bienes aumenta, haciendo que los consumidores desplacen su demanda hacia otros bienes que ahora son relativamente menos caros.

Cada consumidor compra innumerables bienes diferentes durante su vida. Una correcta especificación de una función de demanda indicaría la cantidad demandada de un bien como una función de los precios de los bienes consumidos y de la renta del consumidor.

Cuatro son los principales métodos para estimar funciones de demanda. El primero es la realización de una encuesta en que se pregunte a los consumidores potenciales qué cantidad de un producto están dispuestos a comprar a diferentes precios. No siempre las respuestas son confiables y pueden inducir a error en la estimación. Un segundo método consiste en seleccionar mercados representativos del mercado nacional, fijando precios diferentes en cada uno de ellos y estimando una curva de demanda ajustando una recta de regresión a los puntos observados de relación de precio y cantidad. Para que este método funcione, la empresa debe tener algún grado de control sobre la fijación de precios. El tercer método se basa en la información obtenida de diferentes individuos, familias, ciudades, regiones, etcétera, en un momento dado del tiempo, mediante la comparación de niveles de

consumo. La dificultad del método radica en los patrones de comparación no homologables en algunos casos. El cuarto método es el más empleado y se basa en el uso de datos de series temporales, que mediante análisis regresionales multivariantes busca definir la función de demanda más adecuada al proyecto. Si el evaluador sabe que la demanda depende de la renta real y de los precios relativos, predecir su comportamiento futuro le permitirá pronosticar la demanda. En el capítulo siguiente se tratará el tema con mayor profundidad.

5.8 Resumen

El estudio del mercado de un proyecto es uno de los más importantes y complejos de todos los que debe enfrentar el preparador de proyectos. Más que el estudio del consumidor para determinar el precio del producto y la cantidad que demandará, para calcular los ingresos se tendrá que analizar los mercados proveedor, competidor, distribuidor y consumidor. En algunos casos, por su particular importancia, se deberá realizar un estudio del mercado externo.

El estudio de mercado, al igual que el resto de los estudios que se señalan en el texto, más que describir y proyectar los mercados relevantes para el proyecto, deberá proveer la información de ingresos y egresos que de él se deriven. El preparador de proyectos no deberá profundizar más allá de lo que este objetivo plantea. Si puede obviarse alguna investigación que obtenga una cotización para determinar, por ejemplo, el monto de la inversión en promoción, no tendrá sentido hacerla, ya que la información obtenida por este medio es generalmente de alta confiabilidad.

Aunque cada proyecto requerirá un estudio de mercado diferente, es posible generalizar un proceso que considere un estudio histórico tendiente a determinar una relación de causa a efecto entre las experiencias de otros y los resultados logrados, un estudio de la situación vigente que permita definirla y un estudio proyectado, que considere la situación sin y con el proyecto, para concluir con el mercado particular que tendría la empresa que pudiera crear el proyecto y con la determinación de su estrategia comercial, ya que ésta será en definitiva la que indique la composición de los costos.

Para esto será fundamental el estudio del consumidor, de sus hábitos y motivaciones de compra, de su nivel de ingreso y composición del gasto.

En la estrategia comercial deberán estudiarse cuatro variables principales: producto, precio, canales de distribución y promoción. El preparador de proyectos podrá obviar algunas decisiones sobre estas variables recurriendo a cotizaciones. Sin embargo, la participación de este estudio en la determinación del precio es preponderante, ya que al ser el mercado el que determine en último término la validez del proyecto deberá analizarse el precio al cual estará dispuesto a comprar el consumidor, los precios que ofrece la competencia por productos similares o sustitutos y los márgenes que exigen los distintos agentes del mercado distribuidor.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. Analice el concepto de mercado de un proyecto y explique las interrelaciones entre sus componentes.

2. Describa los alcances del estudio del mercado competidor.
3. Explique los objetivos del estudio de mercado y la forma en que debe abordarse. Dé ejemplos de la repercusión en la composición del flujo de caja del proyecto.
4. Describa y analice las etapas de un estudio de proyectos.
5. ¿Qué variables deben considerarse, a su juicio, al estudiar el mercado consumidor de viviendas?
6. Explique los alcances del producto en el estudio de mercado.
7. Explique el concepto de ciclo de vida de un producto y dé ejemplos de productos cuyo ciclo sea notoriamente diferente.
8. Si el costo unitario (Cu) de un producto es \$100, ¿cuál sería el precio de venta si el criterio es calcular un margen sobre los costos de 25%? ¿A cuánto equivale este margen si se desea expresarlo en términos de precio?
9. Si la función de demanda de un producto es $Q = 1\,200 - 80p$ y la función de costos es $C = 10Q + 10\,000$, ¿cuál es el precio que maximiza las utilidades?
10. Identifique las principales variables de ingreso y egreso que se derivan del estudio de los canales de distribución.
11. Explique las principales limitantes que tiene el preparador del proyecto para determinar la alternativa de promoción y publicidad más adecuada y los efectos de ambas sobre la composición del flujo de caja.

CASO: EL SUPERMERCADITO

“El supermercado” es una empresa creada en 1970, en la ciudad de San Benito, 700 kilómetros al sur de San Tito, la capital de San Luco.

San Benito es una ciudad de un millón de habitantes y la tercera en importancia en el país. La economía regional se sustenta básicamente en la agricultura y la industria forestal. A partir de la década de 1970 tuvo un fuerte crecimiento, basado en la inauguración de plantas de celulosa y papel en la zona y en el desarrollo del propio sector forestal.

Estas nuevas industrias tuvieron un efecto multiplicador sobre el empleo y el ingreso, permitiendo una gran mejoría en los niveles de vida de sus habitantes.

“El supermercado” se creó a partir de una pequeña tienda de abarrotes, que Don Juan Brito hizo prosperar con mucho esfuerzo y lentamente, desde 1959. Este esfuerzo permitió, en 1962, inaugurar otro almacén similar en un populoso barrio de San Benito.

En 1970 con la ayuda de sus hijos Diego y Miguel inauguró un pequeño autoservicio en el centro de la ciudad, llamado “El supermercado”; dicho local tenía originalmente una sala de venta de 300 metros cuadrados, la cual tuvo que ampliar al doble su capacidad dos años después. Las ventas anuales en 1972 alcanzaban ya a 70 millones de pesos.*

El éxito alcanzado a esa fecha lo llevó a ampliar su negocio hasta completar un total de 8 locales adicionales en noviembre de 1982, pudiendo considerarse ya una cadena de supermercados.

“El supermercado” era una empresa líder en San Benito, con una participación de mercado del 90% dentro de los autoservicios (dato obtenido de una encuesta realizada por la empresa especializada GAPUL, en noviembre de 1982), con un nivel de ventas anuales, acumulado para la cadena, de 2 200 millones de pesos.

La empresa tenía por política un margen del 28% sobre sus precios netos de compra, lo que determinaba una rentabilidad, después de impuestos, de un 4% sobre las ventas. Todo

*Cifras expresadas en moneda de julio de 1983.

lo anterior le permitió a la familia Brito llegar a poseer una pequeña fortuna, la que no podían destinar a incrementar su número de locales, como lo habían hecho en años anteriores, ya que el mercado había sido copado.

Esto último motivaba la idea de ampliar la cadena a la ciudad de San Tito, que tenía 4 millones de habitantes, con un ingreso promedio inferior en casi un 20% al existente en San Benito.

Esto último ha motivado que don Juan Brito y sus hijos se reúnan en conjunto con su contador, José Macaña, para determinar y evaluar la conveniencia de expandirse a la ciudad de San Tito.

“Es indudable”, señala Juan, “que al expandir nuestra cadena a San Tito lograremos aumentar nuestro nivel de utilidades, ya que nuestra experiencia, sobre todo en el trato con los proveedores, nos permitiría crecer casi tan rápidamente como lo hemos hecho en San Benito”.

“Mira papá”, dijo Diego, “es cierto que hemos sabido manejar muy bien a nuestros proveedores, pero en San Tito las cosas son diferentes. No seremos los únicos, ni mucho menos los líderes como lo somos acá. Tienes que pensar que en San Tito los proveedores tienen otras alternativas para colocar sus productos”.

“Tú siempre complicándote, Diego; tú sabes que, sin importar nuestras negociaciones con los proveedores, lo básico es recargar nuestro margen acostumbrado, el que nos ha permitido obtener las utilidades de los últimos años”, le interrumpió Miguel.

“Claro que tienes razón, Miguel”, dijo Juan, “nuestro negocio lo debemos entender como lo hemos hecho siempre: comprando productos de buena calidad, con buenos plazos de parte de los proveedores, con un margen parejo y todas las ventas al contado”.

“Si, don Juan, pero en San Tito existen 4 cadenas de autoservicio más, y todas ellas realizan constantemente grandes esfuerzos publicitarios para ganarse el segmento del mercado que más le interesa a cada uno, y por eso existen supermercados con precios realmente bajos y con una calidad aceptable”, intervino José Macaña.

“No, don José”, replicó Miguel, “usted está temeroso de irse a San Tito. Basta con que utilicemos una estrategia comercial igual a la aplicada en San Benito, es decir, una aparición en prensa semanal y todos los días cinco menciones en la radio local. Además, la competencia no debe preocuparnos, ya que somos una cadena conocida por la buena calidad de nuestros productos”.

“Yo creo que ustedes están ciegos”, dijo Diego. “San Tito no es San Benito. La gente tiene otro nivel de ingresos, más alternativas donde comprar, desconocemos cuáles serán sus hábitos de compra, y es un hecho que la mayoría de sus compras las realiza con tarjetas de crédito. Además de todo esto, los proveedores pueden ofrecer sus productos en un sinnúmero de locales, lo que nos impediría lograr tan buenas negociaciones de plazos y precios como aquí. En definitiva, si ustedes insisten en irse, sin realizar un estudio más acabado de dicho mercado y de cómo atacarlo, yo me retiro de esta sociedad”.

“Calmémonos, hijos”, intervino Juan, “la solución de todo esto no la lograremos separándonos. Si bien Diego tiene razón en algunas cosas, creo que es mucho más útil y sano pedirle la opinión a alguien que conozca más el mercado de San Tito”.

“De acuerdo, papá”, dijo Miguel, “yo conozco a la persona adecuada, un profesional que posee estudios en administración de negocios y tiene gran experiencia con los autoservicios de San Tito, ya que ha asesorado a las dos más grandes cadenas en los últimos cinco años”.

La reunión terminó con el acuerdo de que Miguel se comunicaría con la persona adecuada para pedirle un informe preliminar sobre las variables que deberían estudiarse a fondo, en el que se especificarían los agentes que se analizarían y las investigaciones que se deberían realizar. Dependiendo de la complejidad de este informe, se tomarían después las decisiones sobre los pasos que seguir.

BIBLIOGRAFIA

- ACEC. *Estudio de factibilidad económica de la reapertura del aeropuerto Chamonate*. Copiapó: Secretaría Regional de Planificación de la Región de Atacama, 1979.
- BLAIR, R. y KENNY, L. *Microeconomía con aplicaciones a la empresa*. Madrid: McGraw-Hill, 1983.
- BRIGHAM, E. y PAPPAS, J. *Economía y administración*. México: Nueva Interamericana, 1978.
- ELIAS, José y AWAD, Jorge. *Elementos primarios en el estudio de comercialización*. Santiago: CLADEM, 1968.
- KOTLER, Philip. *Dirección de mercadotecnia*. México: Diana, 1978.
- LEVITT, Theodore. *Innovaciones en marketing*. México: McGraw-Hill, 1977.
- SAPAG, Nassir y otros. *Estudio de factibilidad de la elaboración de pectinas*. Lima: ESAN- Ministerio de Industrias del Perú, 1981.
- SHAW, R., SEMENIK, R. y WILLIAMS, R. *Marketing: An Integrated Approach*. Cincinnati, Ohio: South Western, 1981.
- TAYLOR, W., SHAW, R. y LOPEZ-BALLORI, E. *Fundamentos de mercadeo*. Cincinnati, Ohio: South Western, 1977.

CAPITULO 6

TECNICAS DE PROYECCION DEL MERCADO

En el capítulo anterior se analizaron los principales componentes del estudio del mercado de un proyecto. La estimación del comportamiento futuro de algunas de estas variables puede realizarse utilizando diversas técnicas de pronóstico, cuyo estudio constituye el objetivo de este capítulo.

Cada una de las técnicas de proyección tiene una aplicación de carácter especial que hace de su selección un problema decisional influido por diversos factores, como, por ejemplo, la validez y disponibilidad de los datos históricos, la precisión deseada del pronóstico, el costo del procedimiento, los beneficios del resultado, los períodos futuros que se desee pronosticar y el tiempo disponible para hacer el estudio, entre otros. Tan importante como éstos es la etapa del ciclo de vida en que se encuentre el producto cuyo comportamiento se desea pronosticar.

Obviamente, en una situación estable la importancia de los pronósticos es menor. Pero a medida que ella crece en dinamismo y complejidad, más necesaria se torna la proyección de las variables del mercado.

La dificultad mayor de pronosticar comportamientos radica en la posibilidad de eventos que no hayan ocurrido anteriormente, como el desarrollo de nuevas tecnologías, la incorporación de competidores con sistemas comerciales no tradicionales, variaciones en las políticas económicas gubernamentales, etcétera. Los antecedentes históricos serán, por lo tanto, variables referenciales para el analista del proyecto, que debería usar los métodos de proyección como técnicas complementarias antes que como alternativas estimativas certeras.

El capítulo que aquí se inicia se concentra en la presentación y análisis de las técnicas más importantes para la proyección del mercado, así como en sus alcances y aplicabilidad.

6.1 El ámbito de la proyección

La multiplicidad de alternativas metodológicas existentes para estimar el comportamiento futuro de alguna de las variables del proyecto obliga al analista a tomar en consideración un conjunto de elementos de cada método, para poder seleccionar y aplicar correctamente aquél que sea más adecuado para cada situación particular.

Para que el producto resultante de la proyección permita su uso óptimo, la información deberá expresarse en la forma que sea más valiosa para el preparador del proyecto. Por ejemplo, en algunos casos la información deberá expresarse desglosada por zona geográfica o en función de algún atributo de los clientes, como sexo o edad.

La validez de los resultados de la proyección está íntimamente relacionada con la calidad de los datos de entrada que sirvieron de base para el pronóstico. Las fuentes de información de uso más frecuente son las series históricas oficiales de organismos públicos y privados, las opiniones de expertos y el resultado de encuestas especiales, entre otras.

La elección del método correcto dependerá principalmente de la cantidad y calidad de los antecedentes disponibles, así como de los resultados esperados. La efectividad del método elegido se evaluará en función de su precisión, sensibilidad y objetividad.

Precisión, porque cualquier error en su pronóstico tendrá asociado un costo. Aunque obviamente no podrá exigirse una certeza total a alguno de los métodos, sí podrá exigírsele que garantice una reducción al mínimo del costo del error en su proyección.

Sensibilidad, porque al situarse en un medio cambiante, debe ser lo suficientemente estable para enfrentar una situación de cambios lentos como dinámica para enfrentar cambios agudos.

Objetividad, porque la información que se tome como base de la proyección debe garantizar su validez y oportunidad en una situación histórica.

Los resultados que se obtienen de los métodos de proyección del mercado son sólo indicadores de referencia para una estimación definitiva, la cual, aunque difícilmente será exacta, deberá complementarse con el juicio y las apreciaciones cualitativas del analista, quien probablemente trabajará con más de un método en la búsqueda de la estimación más certera.

6.2 Métodos de proyección

Se mencionó en el apartado anterior que el preparador de proyectos dispone de varias alternativas metodológicas para proyectar el mercado y que la selección y uso de una o más de éstas dependía de una serie de variables. Una forma de clasificar las técnicas de proyección consiste en hacerlo en función de su carácter, esto es, aplicando métodos de carácter subjetivo, modelos causales y modelos de series de tiempo.

Los métodos de carácter subjetivo se basan principalmente en opiniones de expertos. Su uso es frecuente cuando el tiempo para elaborar el pronóstico es escaso, cuando no se dispone de todos los antecedentes mínimos necesarios o cuando los datos disponibles no son confiables para predecir algún comportamiento

futuro. Aun cuando la gama de métodos predictivos subjetivos es bastante amplia, es prácticamente imposible emitir algún juicio sobre la eficacia de sus estimaciones finales.

Los modelos de pronóstico causales parten del supuesto de que el grado de influencia de las variables que afectan al comportamiento del mercado permanece estable, para luego construir un modelo que relacione ese comportamiento con las variables que se estima son las causantes de los cambios que se observan en el mercado. Dervitsiotis¹ señala tres etapas para el diseño de un modelo de proyección causal: a) la identificación de una o más variables respecto a las que se pueda presumir que influyen sobre la demanda, como, por ejemplo, el producto nacional bruto, la renta disponible, la tasa de natalidad o los permisos de construcción; b) la selección de la forma de la relación que vincule a las variables causales con el comportamiento del mercado, normalmente en la forma de una ecuación matemática de primer grado, y c) la validación del modelo de pronósticos, de manera que satisfaga tanto el sentido común como las pruebas estadísticas, a través de la representación adecuada del proceso que describa.

Los modelos de series de tiempo se utilizan cuando el comportamiento que asuma el mercado a futuro puede determinarse en gran medida por lo sucedido en el pasado, y siempre que esté disponible la información histórica en forma confiable y completa. Cualquier cambio en las variables que caracterizaron a un determinado contexto en el pasado, como una recesión económica, una nueva tecnología o un nuevo producto sustituto de las materias primas, entre otros, hace que pierdan validez los modelos de este tipo. Sin embargo, es posible ajustar subjetivamente una serie cronológica para incluir aquellos hechos no reflejados en datos históricos.

6.3 Métodos subjetivos

La importancia de los métodos subjetivos en la predicción del mercado se manifiesta cuando los métodos cuantitativos basados en información histórica no pueden explicar por sí solos el comportamiento futuro esperado de alguna de sus variables, o cuando no existen suficientes datos históricos.

La opinión de los expertos es una de las formas subjetivas de estudiar el mercado más comúnmente usadas. Dentro de ésta, el método Delphi es quizás el más conocido. Este método consiste en reunir a un grupo de expertos en calidad de panel, a quienes se les somete a una serie de cuestionarios, con un proceso de retroalimentación controlada después de cada serie de respuestas. De aquí se obtiene como producto una serie de información que tratada estadísticamente entrega una convergencia en la opinión grupal, de la que nace una predicción. El método Delphi se fundamenta en que el grupo es capaz de lograr un razonamiento mejor que el de una persona sola, aunque sea experta en el tema.

Con el objeto de no inhibir a los participantes en el panel, el cuestionario se contesta anónimamente. La retroalimentación controlada sobre el panel se hace efectiva cada vez que se completa una ronda de cuestionario. Este proceso interac-

¹ DERVITSIOTIS, Kostas N. *Operations Management*. N. York: McGraw- Hill, 1981, p. 447-52.

tivo se repite hasta lograr la convergencia de opiniones de todos los expertos. El procedimiento del método evita las distorsiones que producen la presencia de individuos dominantes, la existencia de comunicaciones irrelevantes y la presión de parte del grupo para llegar a un consenso forzado, entre otros factores.

Aunque durante el transcurso del experimento se producen fugas inevitables entre los expertos, es importante intentar minimizarlas, para evitar los efectos de la discontinuidad en el proceso. De igual forma, debe intentarse que el lapso entre dos cuestionarios, así como el número de ellos, sea lo más reducido posible, para evitar un intercambio de opiniones que origine influencias distorsionantes en la opinión que hagan perder la independencia de ellas.

Un método más sistemático y objetivo, que se vale del método científico, es la investigación de mercado. Principalmente se utiliza en la recolección de información relevante para ayudar a la toma de decisiones o para probar o refutar hipótesis sobre un mercado específico, a través de encuestas, experimentos, mercados prueba u otra forma.

Este método constituye quizás un paso necesario para la aplicación y uso de cualquiera de los restantes métodos, por la información sistematizada y objetiva que provee.

La principal característica del método es su flexibilidad para seleccionar e incluso diseñar la metodología que más se adecúe al problema en estudio, requiriendo una investigación ya sea exploratoria, descriptiva o explicativa.²

Una técnica similar al método Delphi es la conocida como consenso de panel, que se diferencia de aquélla en que no existen secretos sobre la identidad del emisor de las opiniones y en que no hay retroalimentación dirigida desde el exterior. Este método "se basa en la suposición de que varios expertos serán capaces de producir un pronóstico mejor que una sola persona. No existen secretos y se estimula la comunicación. Algunas veces ocurre que los factores sociales influyen en los pronósticos y por ello éstos no reflejan un consenso verdadero".³ El peligro del método reside en la posibilidad de que emerja un grupo dominante que anule la interacción adecuada y se logre un consenso por la capacidad de la argumentación y no por la validez de la misma.

El método de los pronósticos visionarios se utiliza, como alternativa de los ya señalados, cuando se dispone de personal interno de la empresa a la que se le evalúa el proyecto y dicho personal tiene una experiencia y conocimiento del mercado que le permiten opinar respecto a estimaciones en la demanda prevista. El caso más usual es el de los vendedores, quienes, con el conocimiento de sus clientes adquirido en años de experiencia, pueden emitir opiniones respecto a reacciones y comportamientos posibles de esperar en el futuro. La proyección del mercado se hará tomando el resultado de la estimación directa del personal y corrigiéndola por antecedentes recopilados de una variable de fuentes atinentes al comportamiento de la economía, la competencia, etcétera.

² Para el estudio de este método, véase KINNEAR, T. y TAYLOR, J. *Investigación de mercados*. Bogotá: McGraw-Hill, 1981.

³ CHAMBERS, J. MULLICK, S. y SMITH, D. *Cómo elegir la técnica de pronóstico correcta*. Biblioteca Harvard.

Aun cuando este método presenta ventajas obvias respecto a costo y rapidez, sin requerir destrezas especiales, presenta algunas insuficiencias derivadas de la influencia dominante de las experiencias más recientes y de la falta de unidades de medida que den exactitud a la estimación.

Basándose en la suposición de que el mercado del proyecto que se estudia puede tener un comportamiento similar al de otros mercados en el pasado, el método de la analogía histórica aparece como el último de los métodos subjetivos analizados. El mercado que se toma como referencia puede ser para el mismo producto pero de otra marca, o en otra región geográfica o para un producto diferente pero con un mercado consumidor similar. La desventaja que manifiesta es la de suponer que las variables determinantes en el comportamiento pasado del mercado tomado como referencia se mantendrán en el futuro y, además, que tendrán el mismo efecto sobre el mercado del proyecto en estudio.

6.4 Modelos causales

Los modelos causales, a diferencia de los métodos subjetivos, intentan proyectar el mercado sobre la base de antecedentes cuantitativos históricos. Para ello, suponen que los factores condicionantes del comportamiento histórico de alguna o todas las variables del mercado permanecerán estables.

Los modelos causales de uso más frecuente son el modelo de regresión, el modelo econométrico, el método de encuestas de intenciones de compra y el modelo de insumo producto, llamado también método de los coeficientes técnicos. A continuación se analiza cada uno de ellos por separado.

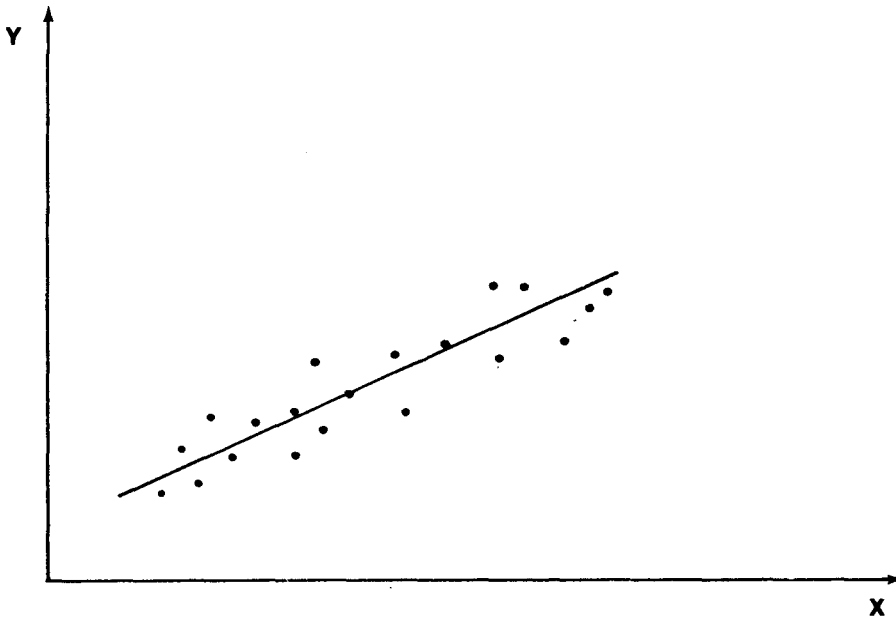
Es frecuente encontrar en los estudios empíricos y en la teoría microeconómica la afirmación de que la demanda de un bien o servicio depende de muchas causas o factores que explicarían su comportamiento a través del tiempo en un momento específico de él.

Las causales explicativas se definen como variables independientes y la cantidad demandada, u otro elemento del mercado que se desea proyectar, se define como variable dependiente. La variable dependiente, en consecuencia, se explica por la variable independiente. El análisis de regresión⁴ permite elaborar un modelo de pronóstico basado en estas variables, el cual puede tener desde una hasta n variables independientes.

Existen dos modelos básicos de regresión: el modelo de regresión simple o de dos variables, y el modelo de regresión múltiple. El primero indica que la variable dependiente se predice sobre la base de una variable independiente, mientras que el segundo indica que la medición se basa en dos o más variables independientes. En ambos casos, aunque los valores de la variable independiente pueden ser asig-

⁴El modelo de regresión se basa en tres supuestos básicos, los cuales, si son transgredidos, invalidan automáticamente cualquier proyección. El primer supuesto es que los errores de la regresión tienen una distribución normal, con media cero y varianza (σ^2) constante. El segundo supuesto es que los errores no están correlacionados entre ellos. Este fenómeno se denomina autocorrelación. El último supuesto es que todas las variables analizadas se comportan en forma lineal o son susceptibles de linealizar.

Gráfico 6.1.



nados, los de la variable dependiente deben obtenerse por medio del proceso de muestreo.

De la observación de las variables se deriva un diagrama de dispersión que indica la relación entre ambas. Gráficamente, se representa la variable independiente, x , en relación al eje horizontal y el valor de la variable dependiente, y , en relación al eje vertical. Cuando las relaciones entre ambas no son lineales, es usual determinar un método de transformación de valores para lograr una relación lineal.

El paso siguiente es determinar la ecuación lineal que mejor se ajuste a la relación entre las variables observadas. Para ello se utiliza el método de los mínimos cuadrados. Gráficamente, el diagrama de dispersión y la línea de regresión pueden representarse como lo muestra el Gráfico 6.1.

Los puntos de la gráfica representan las distintas relaciones observadas entre las variables x e y .

Matemáticamente, la forma de la ecuación de regresión lineal es:

$$y'x = a + bx, \quad (6.1)$$

donde $y'x$ es el valor estimado de la variable dependiente para un valor específico de la variable independiente x , a es el punto de intersección de la línea de regresión con el eje y ⁶, b es la pendiente de la línea de regresión y x es el valor específico de la variable independiente.

⁶ En este punto la variable independiente x tiene un valor cero.

El criterio de los mínimos cuadrados permite que la línea de regresión de mejor ajuste reduzca al mínimo la suma de las desviaciones cuadráticas entre los valores reales y estimados de la variable dependiente para la información muestral.

$$b = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (6.2)$$

y

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (6.3)$$

donde \bar{x} e \bar{y} son las medias de las variables y n el número de relaciones.

Alternativamente, b se puede calcular utilizando

$$b = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum(x - \bar{x})^2} \quad (6.4)$$

Por ejemplo, supóngase que los antecedentes históricos de producción y ventas de un determinado producto son los que se muestran en el Cuadro 6.1.

Cuadro 6.1.

Año	Demanda (millones)
1977	10
1978	20
1979	30
1980	45
1981	70
1982	90
1983	125
1984	150
1985	180
1986	220
1987	270

La línea de regresión se puede determinar a partir del siguiente cálculo:

Año	x	Demanda (y)	xy	x ²	y ²
1977	-5	10	-50	25	100
1978	-4	20	-80	16	400
1979	-3	30	-90	9	900
1980	-2	45	-90	4	2 025
1981	-1	70	-70	1	4 900
1982	0	90	0	0	8 100
1983	1	125	125	1	15 625
1984	2	150	300	4	22 500
1985	3	180	540	9	32 400
1986	4	220	880	16	48 400
1987	5	270	1 350	25	72 900
	<u>0</u>	<u>1 210</u>	<u>2 815</u>	<u>110</u>	<u>208 250</u>

Se asumió 1982 = 0 para que la suma de los valores de x sea cero.

Reemplazando en las ecuaciones 6.2 y 6.3, se tiene que

$$b = \frac{11(2815) - (0)(1210)}{11(110) - (0)^2} = \frac{30965}{1210} = 25.59$$

$$a = \frac{1210}{11} - 25.59 \left(\frac{0}{11} \right) = 110$$

De esta forma, la ecuación final de regresión es

$$y' = 110 + 25.59x$$

Para estimar la demanda esperada en 1988 ($x = 6$) se reemplaza

$$\hat{y} = 110 + 25.59(6) = 263.54$$

Al ser el modelo de regresión un método estadístico, es posible determinar la precisión y confiabilidad de los resultados de la regresión.

El coeficiente de correlación r mide el grado de correlación que existe entre x e y . Más utilizado es, sin embargo, el coeficiente de determinación, r^2 , que indica qué tan correcto es el estimado de la ecuación de regresión. Mientras más alto sea r^2 , más confianza se podrá tener en el estimado de la línea de regresión. Mas concretamente, representa la proporción de la variación total en y que se explica por la ecuación de regresión, pudiendo asumir un valor entre 0 y 1. Se calcula por

$$r^2 = 1 - \frac{\sum (y - y')^2}{\sum (y - \bar{y})^2} \quad (6.5)$$

o, alternativamente

$$r^2 = \frac{[n \sum xy - (\sum x)(\sum y)]^2}{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]} \quad (6.6)$$

Siguiendo con el ejemplo, se tiene que, al aplicar la fórmula 6.6, el coeficiente de determinación es

$$r^2 = \frac{[11(2815) - (0)(1210)]^2}{[11(110) - (0)^2][11(208250) - (1210)^2]} = 0.958$$

Esto significa que el 96% de la variación total de la demanda se explica por el año, estando el 4% restante sin explicar. Este es un caso típico de productos cuya demanda depende fuertemente de la población, ya que la tasa de crecimiento se expresa como una función anual.

Con los antecedentes disponibles es posible calcular el error "estándar" de una estimación, para determinar la desviación "estándar" de la variable independiente y para un valor específico de la variable independiente x . El error "estándar" del estimado, designado s_e , se define como la desviación "estándar" de la regresión y se calcula por:

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum y^2 - a\sum y - b\sum xy}{n - 2}} \quad (6.7)$$

Según los datos del ejemplo, se tendría

$$S_e = \sqrt{\frac{(208\,500) - (110)(1\,210) - (25.59)(2\,815)}{11-2}} = 18.60$$

Si se desea que la predicción sea de un 95% confiable, el intervalo de confianza sería la demanda estimada $\pm 2 (18.60)$. De esta forma, el error "estándar" muestra el intervalo de confianza de la estimación, y muestra la gama dentro de la cual se puede predecir la variable dependiente con diferentes grados de confianza estadística. Suponiendo que los términos del error están normalmente distribuidos en torno a la línea de regresión, existe un 68% de probabilidad de que las observaciones futuras estén dentro de $\hat{y} \pm S_e$, mientras que aumenta a un 95% si está $\hat{y} \pm 2 S_e$, y a 99% si se ubica entre $\hat{y} \pm 3 S_e$. Esto deja de manifiesto que la mayor precisión se asocia con los errores "estándares" más pequeños de la estimación.

En consecuencia, al estimar la demanda para 1988, se dirá que existe un 95% de probabilidad que ésta se ubique en el rango de 98,39 a 172,79.

El modelo de regresión múltiple, como se señaló, se aplica cuando hay dos o más variables independientes que se deben usar para calcular el valor de la variable dependiente. En este caso, la expresión 6.1 asume la forma:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n \quad (6.8)$$

La solución de la ecuación exige procedimientos bastante complejos para determinar el valor de las constantes. Sin embargo, hoy día existen programas computacionales disponibles que facilitan su cálculo.

Otro de los modelos causales es el econométrico, el cual, según Dervitsiotis, es un "sistema de ecuaciones estadísticas que interrelacionan a las actividades de diferentes sectores de la economía y ayudan a evaluar la repercusión sobre la demanda de un producto o servicio. En este respecto, es una prolongación del análisis de regresión".⁶

Lira⁷, por su parte, define un modelo para estimar la demanda de un producto, el que parte de la base de que el precio se determina por la interacción de la oferta y la demanda. Su modelo define una cantidad demandada (Qd) en función del precio del producto (P), el nivel de actividad (NA), el precio de los productos sustitutos (PS) y otras variables; una cantidad ofrecida (Qo) en función de P, la

⁶ DERVITSIOTIS, *Operations...*

⁷ LIRA, Ricardo. *Modelos econométricos de demanda*. Santiago: Universidad Católica de Chile, Instituto de Economía, 1976.

capacidad de producción (CA), el costo de los factores (c) y otras variables; el cambio en el inventario de productos terminados (ΔS), en función del cambio en la cantidad ofrecida (Δq), P y el precio esperado del producto (PE); el nivel de importaciones (M), en función del precio de importación (PM), P y otras variables, y el nivel de exportaciones (X), en función del precio de exportación (PX), P y otras variables, para definir:

$$Q_o = Q_d + \Delta s + X - M. \quad (6.9)$$

El modelo econométrico analizado no admite externalidades de ningún tipo, ni por eventuales cambios derivados de la expansión de la producción ni por rendimientos operativos fluctuantes que afecten a los niveles productivos. Por esto se señala que es esencialmente un modelo de corto plazo.

Un método bastante utilizado, aunque delicado, es el de encuestas de intenciones de compras. Su aplicación comienza con la selección de la unidad de análisis adecuada para cuantificar la intención de compra, siguiendo con la toma correcta de la encuesta por muestreo y finalizando con el análisis de los antecedentes recopilados. El peligro del método está en que depende mucho de las variables de contexto, y si estas son dinámicas las condiciones imperantes pueden llevar a modificar la intención de compra de la unidad de análisis o quizás sus respuestas a las encuestas, aun cuando ello no afecte a la decisión, induciendo a conclusiones erróneas.

Otro modelo causal es el denominado insumo-producto o método de los coeficientes técnicos, que permite identificar las relaciones interindustriales que se producen entre sectores de la economía, a través de una matriz que implica suponer el uso de coeficientes técnicos fijos por parte de las distintas industrias.*

Para estimar la demanda de un sector específico, el modelo descompone la demanda entre bienes finales e intermedios y establece sus relaciones a través de los denominados coeficientes técnicos. Este método es adecuado cuando la demanda de un sector está en estrecha relación con el nivel de actividad del sector y los demás elementos que pueden estar determinándolo son de poca significación. Lo que busca básicamente este modelo es determinar el grado de repercusión que la actividad de un sector tiene sobre los restantes. Una metodología muy usada para determinar los coeficientes técnicos de las funciones de producción de proporciones constantes es la del análisis de regresión.

6.5 Modelos de series de tiempo

Los modelos de series de tiempo se refieren a la medición de valores de una variable en el tiempo a intervalos espaciados uniformemente. El objetivo de la identificación de la información histórica es determinar un patrón básico en su comportamiento, que posibilite la proyección futura de la variable deseada.

En un análisis de series de tiempo pueden distinguirse cuatro componentes básicos que se refieren a una tendencia, a un factor cíclico, a fluctuaciones estacionales y a variaciones no sistemáticas.

* Supone funciones de producción de proporciones fijas, sin capacidad de sustitución de insumos.

El componente de tendencias se refiere al crecimiento o declinación en el largo plazo del valor promedio de la variable estudiada, por ejemplo, la demanda. Su importancia se deriva de considerar fluctuaciones en el nivel de la variable en el tiempo, con lo cual el estudio del nivel promedio de la variable a lo largo del tiempo es mejor que el estudio de esa variable en un momento específico de tiempo.

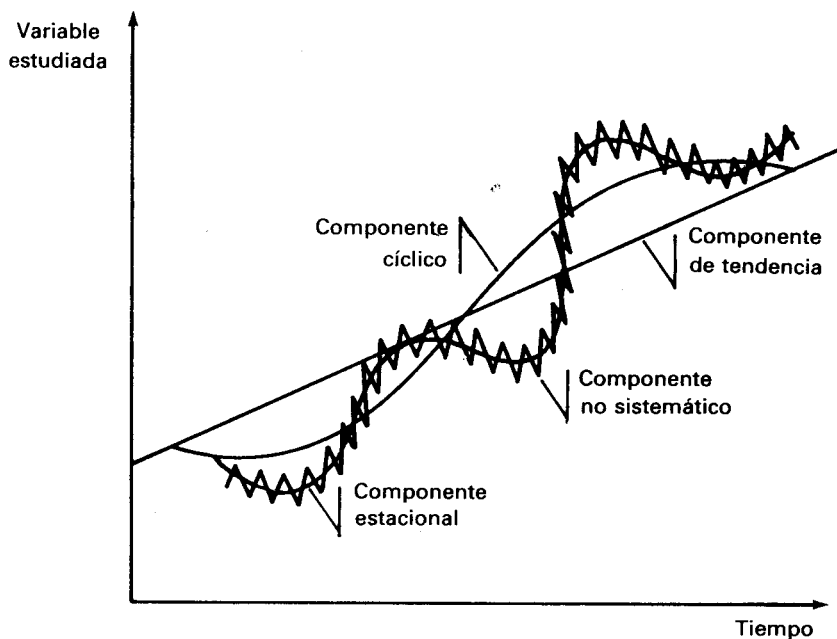
Aun cuando puede definirse una tendencia de largo plazo para la variable, pueden darse divergencias significativas entre la línea de tendencia proyectada y el valor real que exhiba la variable. Esta divergencia se conoce como el componente cíclico y se admite entre sus causas el comportamiento del efecto combinado de fuerzas económicas, sociales, políticas, tecnológicas, culturales y otras existentes en el mercado. La mayoría de estos ciclos no tienen patrones constantes que permitan prever su ocurrencia, magnitud y duración.

Contrariamente a los componentes cíclicos, existen otros componentes, llamados estacionales, que exhiben fluctuaciones que se repiten periódicamente y que normalmente dependen de factores como el clima (ropa de verano) y la tradición (tarjetas de Navidad), entre otros.

Aun conociendo los tres componentes señalados, una variable puede tener todavía un comportamiento real distinto del previsible por su línea de tendencia y por los factores cíclicos y estacionales. A esta desviación se le asigna el carácter de no sistemática y corresponde al llamado componente aleatorio.

En el Gráfico 6.2. se muestran los cuatro componentes de una serie cronológica. A largo plazo, los componentes estacionales y aleatorios son menos relevantes que el componente cíclico. Sin embargo, a medida que los pronósticos se van

Gráfico 6.2.



acortando, el componente no sistemático pasa a ser primordial, siendo la línea de tendencia la menos importante.

Dervitsiotis⁹ plantea dos modelos que podrían explicar la forma de interacción de los componentes de las series de tiempo: a) el aditivo, que permite calcular el comportamiento de una variable (demanda, por ejemplo) como la suma de los cuatro componentes y b) el multiplicativo, que dice que la variable se puede expresar como el producto de los componentes de la serie de tiempo.

Existen diversos métodos que permiten estimar el comportamiento de una variable y que aíslan, en general, el efecto tendencia. Estos son el método de los promedios móviles, el de afinamiento exponencial y el de ajuste lineal por el criterio de los mínimos cuadrados a que ya se hizo referencia.

Una serie cronológica con fuerte efecto estacional hace recomendable el uso de un promedio móvil simple de un número determinado de períodos, que normalmente es de los cuatro últimos trimestres. El promedio móvil (Pm) se obtiene de:

$$Pm_1 = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} \quad (6.10)$$

donde T_i es el valor que adopta la variable en cada período i y n es el número de períodos observados.

Así, si la demanda trimestral de un producto es en cada uno de los últimos cuatro trimestres de 180, 250, 210 y 150, el valor de Pm_1 sería de

$$Pm_1 = \frac{180 + 250 + 210 + 150}{4} = 197.50.$$

De acuerdo con este método, la demanda esperada para el trimestre siguiente es de 197,50. Cuando se conoce el valor real de la demanda del quinto período, se proyectará el sexto período incorporando este valor en reemplazo del más antiguo, que, en este caso, corresponde a 180 unidades. De esta forma Pm_1 abarcará el período comprendido entre los trimestres 1 y 4, Pm_2 entre 2 y 5, y así sucesivamente. Generalizando:

$$Pm_t = \frac{\sum_{i=t}^{t+n-1} T_i}{n} \quad (6.11)$$

El efecto estacional y algunas influencias no sistemáticas se determinan mediante el índice estacional específico. Al definir los valores Pm_1 y Pm_2 , por ejemplo, se está midiendo un intervalo en el cual Pm_1 queda entre T_2 y T_3 , y Pm_2 entre T_3 y T_4 . Por esto, ninguno de los dos es representativo de estos trimestres. Se hace entonces necesario determinar un promedio móvil centrado (PMC), calculando la media entre dos promedios móviles, de la siguiente forma:

⁹ DERVITSIOTIS, *Operations...*

$$PMC_t = \frac{Pm_t + Pm_{t+1}}{2} \quad (6.12)$$

Con el objeto de aislar el efecto estacional correspondiente a un trimestre, T_3 por ejemplo, se divide la demanda real de ese período por el PMC correspondiente. Así, el índice estacional específico (IE_3) podría expresarse:

$$IE_3 = \frac{T_3}{PMC_1}, \quad (6.13)$$

donde la suma de los IE de los cuatro trimestres debe ser igual a 4. Una vez calculados los IE de los 4 trimestres, se procede a ajustar la demanda trimestral promedio proyectada.

Considérese la siguiente demanda estacional para los datos del Cuadro 6.1.

Cuadro 6.2.

Año	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Total
1977	2	3	4	1	10
1978	5	6	7	2	20
1979	7	10	10	3	30
1980	10	17	16	2	45
1981	13	20	28	9	70
1982	19	34	34	3	90
1983	27	39	48	11	125
1984	26	44	58	22	150
1985	38	51	70	21	180
1986	44	67	81	28	220
1987	51	79	107	33	270

El promedio móvil calculado de acuerdo con la fórmula 6.10, correspondería a

$$PM_1 = \frac{2 + 3 + 4 + 1}{4} = 2.50$$

$$PM_2 = \frac{3 + 4 + 1 + 5}{4} = 3.25$$

PM_1 se encuentra entre primavera y verano de 1977 y PM_2 entre verano y otoño del mismo año. Igual procedimiento se sigue hasta 1987, donde el último promedio móvil que se puede calcular es el que considera las últimas cuatro observaciones. Esto es, entre primavera y verano de ese año.

Una vez calculados los promedios móviles, que se resumen en el Cuadro 6.3, es posible calcular los promedios móviles centrados, usando la expresión 6.12. De esta forma, los primeros promedios móviles serían:

$$PMC_1 = \frac{2.50 + 3.25}{2} = 2.88$$

$$PMC_2 = \frac{3.25 + 4.00}{2} = 3.63$$

El Cuadro 6.3 muestra también estos resultados para todo el período de análisis.

El índice estacional se obtiene aplicando la fórmula 6.13, la que en este caso daría:

$$IE_1 = \frac{4.00}{2.88} = 1.39$$

$$IE_2 = \frac{1.00}{3.63} = 0.28$$

El Cuadro 6.3 muestra los resultados del análisis estacional histórico.

La demanda trimestral ajustada se obtiene de:

Año	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
1977	-	-	1.39	0.28
1978	1.14	1.23	1.33	0.33
1979	1.02	1.36	1.27	0.33
1980	0.93	1.49	1.38	0.16
1981	0.91	1.20	1.53	0.43
1982	0.82	1.46	1.45	0.12
1983	0.98	1.29	1.54	0.35
1984	0.78	1.22	1.49	0.53
1985	0.87	1.13	1.53	0.43
1986	0.85	1.24	1.45	0.48
1987	0.81	1.18	-	-
Total	9.11	12.80	14.36	3.44
Promedio	0.911	1.280	1.436	0.344

Dado que la suma de los promedios alcanza a 3 971, el índice debe ajustarse por regla de tres simple para que sume cuatro. El resultado así ajustado da:

Invierno	0.918
Primavera	1.289
Verano	1.446
Otoño	0.347
	<u>4.000</u>

Con esta información se puede proyectar la demanda estacional para el año 1988. Como se recordará, ésta se había proyectado en 263 540 unidades. Dado que la estacionalidad es trimestral, esta cifra deberá dividirse entre cuatro y el resultado multiplicarse por el índice estacional calculado. De esta forma, se tiene

$$\frac{263\ 540}{4} = 65\ 885$$

Invierno	(65 885) (0.918) =	60 482
Primavera	(65 885) (1.289) =	84 926
Verano	(65 885) (1.446) =	95 270
Otoño	(65 885) (0.347) =	22 862
		<u>263 540</u>

Cuadro 6.3.

AÑO	ESTACION	DEMANDA	PM	PMC	IE
		ACTUAL			
1977	Invierno	2.00			
	Primavera	3.00			
	Verano	4.00	2.50	2.88	1.39
	Otoño	1.00	3.25	3.63	0.28
1978	Invierno	5.00	4.00	4.38	1.14
	Primavera	6.00	4.75	4.88	1.23
	Verano	7.00	5.00	5.25	1.33
	Otoño	2.00	5.50	6.00	0.33
1979	Invierno	7.00	6.50	6.88	1.02
	Primavera	10.00	7.25	7.38	1.36
	Verano	10.00	7.50	7.88	1.27
	Otoño	3.00	8.25	9.13	0.33
1980	Invierno	10.00	10.00	10.75	0.93
	Primavera	17.00	11.50	11.38	1.49
	Verano	16.00	11.25	11.63	1.38
	Otoño	2.00	12.00	12.38	0.16
1981	Invierno	13.00	12.75	14.25	0.91
	Primavera	20.00	15.75	16.63	1.20
	Verano	28.00	17.50	18.25	1.53
	Otoño	9.00	19.00	20.75	0.43
1982	Invierno	19.00	22.50	23.25	0.82
	Primavera	34.00	24.00	23.25	1.46
	Verano	34.00	22.50	23.50	1.45
	Otoño	3.00	24.50	25.13	0.12
1983	Invierno	27.00		27.50	0.98
	Primavera	39.00	29.25	30.25	1.29
	Verano	48.00	31.25	31.13	1.54
	Otoño	11.00	31.00	31.63	0.35
1984	Invierno	26.00	32.25	33.50	0.78
	Primavera	44.00	34.75	36.13	1.22
	Verano	58.00	37.50	39.00	1.49
	Otoño	22.00	40.50	41.38	0.53
1985	Invierno	38.00	42.25	43.75	0.87
	Primavera	51.00	45.25	45.13	1.13
	Verano	70.00	45.00	45.75	1.53
	Otoño	21.00	46.50	48.50	0.43
1986	Invierno	44.00	50.50	51.88	0.85
	Primavera	67.00	53.25	54.13	1.24
	Verano	81.00	55.00	55.88	1.45
	Otoño	28.00	56.75	58.25	0.48
1987	Invierno	51.00	59.75	63.00	0.81
	Primavera	79.00	66.25	66.88	1.18
	Verano	107.00	67.50		
	Otoño	33.00			

Un método alternativo para el pronóstico de corto plazo es el de afinamiento exponencial, que para pronosticar el valor de, por ejemplo, las ventas futuras, toma un promedio ponderado de las ventas reales durante el último período y del pronóstico realizado para ese período. La expresión que representa la forma de cálculo es la siguiente:

$$Y'_{t+1} = \alpha (Y_t) + (1 - \alpha) (Y'_t), \quad (6.14)$$

donde Y'_{t+1} representa el pronóstico para el próximo período, α la constante de afinamiento, Y_t la demanda real del período vigente e Y'_t el pronóstico de la demanda realizado para el período vigente.

El valor de α se determina por tanteo, donde mientras menor sea α , más estable es el sistema de predicción. El valor de α se calcula de manera tal que se minimice la medida de error del pronóstico.

Cuando se consideran los períodos anteriores en el análisis, se les da una ponderación menor al expresar α , que es menor o igual a uno, con una potencia que reduce su grado de influencia a medida que se aleja en el tiempo.

6.6 Resumen

La somera presentación de las técnicas de pronóstico que se analizaron en este capítulo deja de manifiesto la poca controlabilidad y confianza en los hechos futuros. Cada técnica tiene características propias que hacen de su elección un proceso decisorio especial.

La posibilidad, real por cierto, de que en el futuro se den combinaciones nuevas de las condicionantes de un proyecto, hace muchas veces inadecuado el uso de técnicas cuantitativas. Sin embargo, el uso complementario de más de una técnica parece ser lo más recomendable.

Cualquiera sea el método utilizado, la validez de sus resultados dependerá de la calidad de los antecedentes considerados para el pronóstico. Por esto, la cantidad, oportunidad y veracidad de los datos disponibles serán determinantes en la selección del método.

Los métodos de proyección se clasificaron, en este capítulo, en subjetivos, causales y de series de tiempo. Los primeros se basan principalmente en opiniones de expertos y se utilizan cuando el tiempo es escaso, cuando la información cuantitativa no está disponible o cuando se espera que cambien las condiciones del comportamiento pasado de la variable que se desea proyectar. Los métodos más conocidos en este grupo son el Delphi, la investigación de mercados, el consenso de panel, los pronósticos visionarios y el de analogía histórica.

Los modelos de pronóstico causales se basan en un supuesto de permanencia de las condicionantes que influyeron en el comportamiento pasado de una o más de las variables que se ha de proyectar. El pronóstico, en consecuencia, se basa en los antecedentes cuantitativos históricos. Los métodos causales analizados en este capítulo son el modelo de regresión, el modelo econométrico, el método de encuestas de intenciones de compra y el modelo de insumo producto, conocido también como método de los coeficientes técnicos.

Los modelos de series de tiempo se emplean también cuando el comportamiento futuro del mercado puede estimarse por lo sucedido en el pasado. Por esto mismo, cualquier cambio en las variables que caracterizaron al ambiente en el pasado, como el avance tecnológico, una recesión, la aparición de productos sustitutos y otros, hace que estos modelos pierdan validez, a menos que subjetivamente se ajuste una serie cronológica para incluir los hechos no reflejados en los datos históricos. Los modelos de series de tiempo analizados en este capítulo son el de los promedios móviles y el de afinamiento exponencial.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. Analice las variables más determinantes, a su juicio, para seleccionar una técnica de proyección.
2. Explique de qué depende el grado de validez del resultado de una proyección.
3. Explique los conceptos de precisión, sensibilidad y objetividad del método de pronóstico.
4. Explique las principales características y diferencias de los métodos subjetivos, causales y de series de tiempo.
5. ¿Qué validez tienen, a su juicio, los resultados que se derivan de los métodos Delphi y consenso de panel?
6. Defina la línea de tendencia del conjunto de observaciones de distancias, X, y tiempos de entrega, Y, en la distribución de un producto que se señalan en el cuadro siguiente:

EMBARQUE OBSERVADO	DISTANCIA (km)	TIEMPO DE ENTREGA (días)
1	146	1.0
2	1 167	6.5
3	328	2.0
4	582	3.5
5	675	4.0
6	173	1.0
7	786	4.5
8	534	3.0
9	637	3.5
10	270	1.5

7. Con los datos del problema anterior, calcule el error “estándar” de la estimación.
8. Calcule, con los datos del Problema 6, el coeficiente de correlación y explique el significado del resultado.
9. Explique las características y uso del modelo econométrico.
10. Analice en qué consisten y en qué se diferencian los componentes de tendencia, cíclicos, estacionales y no sistemáticos.
11. Calcule, por el método de los promedios móviles, la demanda esperada para el primer trimestre de 1979, si la demanda trimestral de 1978, fue la siguiente:

Invierno	340
Primavera	290
Verano	175
Otoño	245

12. Con los datos del ejemplo anterior, calcule la demanda estimada para el trimestre primavera de 1979, si la demanda real del trimestre invierno inmediatamente anterior fue de 310 unidades.
13. Con los datos siguientes, calcule la demanda trimestral, para 1982, que incorpore el efecto estacional.

AÑO	TRIMESTRE	DEMANDA REAL
1979	T ₁	371
	T ₂	514
	T ₃	490
	T ₄	312
1980	T ₁	308
	T ₂	485
	T ₃	500
	T ₄	410
1981	T ₁	390
	T ₂	505
	T ₃	457
	T ₄	427

14. Con los siguientes antecedentes, determine la línea de regresión y calcule y explique el coeficiente de determinación y el error "estándar" de la estimación:

$$\begin{aligned}\Sigma x &= 1239 \\ \Sigma y &= 79 \\ \Sigma xy &= 1613 \\ \Sigma x^2 &= 17322 \\ \Sigma y^2 &= 293\end{aligned}$$

CASO: XV-19

La empresa Alfa, famosa por sus productos de la línea XV, se encuentra abocada al proyecto de lanzamiento de su nuevo producto XV-19. Cada uno de sus productos le ha permitido un desarrollo creciente en la consecución de nuevos mercados desde 1968, cuando se inició con el XV-1.

El prestigio ganado le impide lanzarse en una aventura con el XV-19 que la haga perder la imagen ganada en estos 14 años, por lo cual le ha otorgado prioridad al estudio de mercado y a las proyecciones que de él resulten, antes de decidir su lanzamiento.

El XV-19 reemplazaría totalmente al antiguo XV-7, por lo cual se estima que el análisis de este último permitiría perfectamente pronosticar la demanda del primero.

Los ejecutivos de Alfa encargan a LECTOR S.A., la proyección de la demanda, ya que entre varias empresas consultoras sólo ellos ofrecieron aplicar métodos de alternativa.

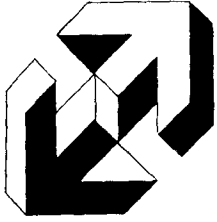
La empresa Alfa se responsabilizó de proveer la información histórica de las ventas del producto para los últimos 11 años, por trimestres y totales anuales.

VENTAS XV-7

AÑO	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	TOTAL ANUAL
1972	1 497	2 130	2 193	1 943	7 763
1973	1 980	1 744	2 562	2 468	8 754
1974	1 343	3 286	2 978	2 650	10 257
1975	2 797	3 576	3 870	4 160	14 403
1976	3 049	3 387	3 285	3 390	13 111
1977	2 516	4 364	3 775	3 873	14 528
1978	3 344	3 660	4 043	4 844	15 891
1979	4 398	4 454	4 702	4 528	18 082
1980	4 686	3 247	4 385	4 755	17 073
1981	5 502	4 836	5 309	4 871	20 518
1982	5 240	5 140	5 513	5 327	21 220

BIBLIOGRAFIA

- CHAMBERS, J., MULLICK, S. y SMITH, D. *Cómo elegir la técnica de pronóstico correcta*. Biblioteca Harvard.
- DERVITSIOTIS, Kostas N. *Operations Management*. N. York: McGraw-Hill, 1981.
- KAZMIER, Leonard. *Estadística aplicada a la administración y la economía*. Bogotá: McGraw-Hill, 1978.
- KINNEAR, T. y TAYLOR, J. *Investigación de mercados*. Bogotá: McGraw-Hill, 1981.
- LIRA, Ricardo. *Modelos econométricos de demanda*. Santiago: Universidad Católica de Chile, Instituto de Economía, 1976.



PARTE III

EL ESTUDIO TECNICO

CAPITULO 7

INGENIERIA DEL PROYECTO

En el capítulo 3 se analizó el estudio técnico de un proyecto en función de sus relaciones con las variables de carácter económico que intervienen en su evaluación. En este sentido, la ingeniería del proyecto, a través de consideraciones de tipo tecnológico que son fundamentales para la definición del comportamiento económico del mismo, debe respaldar, en forma demostrativa y desde un punto de vista técnico, la información económica que proveerá para el posterior estudio financiero.

En el presente capítulo se exponen las bases principales de origen técnico que proveen la información económica al preparador del proyecto. Al igual que en el estudio de mercado, muchas decisiones se basan en la experiencia de las personas más que en el desarrollo de complejos métodos de estudio. La combinación de ambos parece lo más recomendable.

Los procedimientos de ordenamiento, clasificación y presentación de la información se tratan en el capítulo siguiente. Las decisiones sobre tamaño y localización, por su importancia, se tratan en forma especial en los capítulos 9 y 10.

7.1 Alcances del estudio de ingeniería

El estudio de ingeniería del proyecto debe llegar a determinar la función de producción óptima para la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado. Para ello, deberán analizarse las distintas alternativas y condiciones en que se pueden combinar los factores productivos, identificando, a través de la cuantificación y proyección en el tiempo de los montos

de inversiones de capital, los costos y los ingresos de operación asociados a cada una de las alternativas de producción.

De la selección del proceso productivo óptimo se derivarán las necesidades de equipos y maquinaria. De la determinación de su disposición en planta (*layout*) y del estudio de los requerimientos del personal que los operen, así como de su movilidad, podrían definirse las necesidades de espacio y obras físicas.

El cálculo de los costos de operación de mano de obra, insumos diversos, reparaciones, mantenimiento y otros se obtendrá directamente del estudio del proceso productivo seleccionado.

El estudio técnico, como se señalaba en el capítulo 3, no se realiza en forma aislada del resto. El estudio de mercado definirá ciertas variables relativas a características del producto, demanda proyectada a través del tiempo, estacionalidad en las ventas, abastecimiento de materias primas y sistema de comercialización adecuado, entre otras materias, información que deberá tomarse en consideración al seleccionar el proceso productivo. El estudio legal podrá señalar ciertas restricciones a la localización del proyecto, que podrían de alguna manera condicionar el tipo de proceso productivo. Por ejemplo, la calidad de las aguas subterráneas es prioritaria en la fabricación de bebidas gaseosas. Si ésta no cumple con todas las exigencias requeridas en las localizaciones optativas permitidas, el proyecto deberá incorporar los equipos necesarios para su purificación, aun cuando en otras zonas, donde la localización esté prohibida, pudiera evitarse esta inversión por tener el agua la calidad requerida. El estudio financiero, por otra parte, podrá ser determinante en la selección del proceso, si en él se definiera la imposibilidad de obtener los recursos económicos suficientes para la adquisición de la tecnología más adecuada. En este caso, el estudio deberá tender a calcular la rentabilidad del proyecto, haciendo uso de la tecnología que está al alcance de los recursos disponibles.

De la misma forma en que otros estudios afectan a las decisiones del estudio técnico, éste condiciona a los otros estudios, principalmente al financiero y organizacional.

7.2 Proceso de producción

El proceso de producción se define como la forma en que una serie de insumos se transforman en productos mediante la participación de una determinada tecnología (combinación de mano de obra, maquinaria, métodos y procedimientos de operación, etcétera).

Los distintos tipos de procesos productivos pueden clasificarse en función de su flujo productivo o del tipo de producto, teniendo cada caso efectos distintos sobre el flujo de fondos del proyecto.

Según el flujo, el proceso puede ser en serie, por pedido o por proyecto. El proceso de producción es en serie cuando ciertos productos, cuyo diseño básico es relativamente estable en el tiempo y que están destinados a un gran mercado, permiten su producción para existencias. Las economías de escala obtenidas por el alto grado de especialización que la producción en serie permite, van normalmente asociadas a bajos costos unitarios. En un proceso por pedido, la producción sigue secuencias diferentes, que hacen necesaria su flexibilización, a través de

mano de obra y equipos suficientemente dúctiles para adaptarse a las características del pedido. Este proceso afectará a los flujos económicos por la mayor especialidad del recurso humano y por las mayores existencias que será preciso mantener. Un proceso de producción por proyecto corresponde a un producto complejo de carácter único que, con tareas bien definidas en términos de recursos y plazos, da origen, normalmente, a un estudio de factibilidad completo. Ejemplos claros de esto son los proyectos de construcción y de filmación de películas, entre otros.

Según el tipo de producto, el proceso se clasificará en función de los bienes o servicios que se va a producir. Por ejemplo, procesos extractivos, de transformación química, de montaje, de salud, transporte, etcétera.

Muchas veces un mismo producto se puede obtener utilizando más de un proceso productivo. Si así fuera, deberá analizarse cada una de estas alternativas, determinando la intensidad con que se utilizan los factores productivos. Esto determinará en gran medida el grado de automatización de proceso y, por ende, su estructura de costos. Aquellas formas de producción intensivas en capital requerirán de una mayor inversión, pero de menores costos de operación por concepto de mano de obra, además de otras repercusiones, positivas o negativas, sobre otros costos y también sobre los ingresos. La alternativa tecnológica que se seleccione afectará directamente a la rentabilidad del proyecto. Por ello, más que la tecnología más avanzada, se deberá elegir aquella que optimice los resultados.

7.3 Efectos económicos de la ingeniería

El proceso productivo y la tecnología que se seleccionen influirán directamente sobre la cuantía de las inversiones, costos e ingresos del proyecto.

La cantidad y calidad de las maquinarias, equipos, herramientas, mobiliario de planta, vehículos y otras inversiones se caracterizarán normalmente por el proceso productivo elegido. En algunos casos la disponibilidad de los equipos se obtiene no por su compra, sino por su arrendamiento, con lo cual, en lugar de afectar al ítem de inversiones, influirá en el de costos.

Las necesidades de inversión en obra física se determinan principalmente en función de la distribución de los equipos productivos en el espacio físico (*layout*). Sin embargo, será preciso además considerar posibles ampliaciones futuras en la capacidad de producción que hagan aconsejable disponer desde un principio de la obra física necesaria, aun cuando se mantenga ociosa por algún tiempo. La distribución en planta debe buscar evitar los flujos innecesarios de materiales, productos en proceso o terminados, personal, etcétera.

Los cálculos de requerimientos de obra física para la planta, más los estudios de vías de acceso, circulación, bodegas, estacionamiento, áreas verdes, ampliaciones proyectadas y otros, serán algunos de los factores determinantes en la definición del tamaño y características de terreno.

La importancia de la incidencia de la obra física en la estructura del flujo de caja del proyecto se manifiesta al considerar como ejemplo las múltiples alternativas que una variable que parece muy simple, como el edificio de la fábrica, presenta. Por ejemplo, se puede: a) comprar un terreno y construir; b) comprar un edificio que cumpla con las condiciones mínimas deseadas y remodelarlo; c)

comprar un edificio por su ubicación, demolerlo y construir uno nuevo, o d) arrendar un edificio. Cada uno de los tres primeros casos tiene montos de inversión distinta, siendo el cuarto caso un problema de costo de operación. En todas las alternativas se debe considerar si son reales, puesto que podrán estar asociadas, además de a costos distintos, a beneficios distintos. Así, por ejemplo, la alternativa c), si bien puede ser la más cara, podría ser la más conveniente, si su localización es preferencial por la cercanía al mercado consumidor o proveedor.

El proceso productivo, a través de la tecnología usada, tiene incidencia directa sobre el costo de operación. Como se mencionó anteriormente, la relación entre costos de operación e inversión será mayor mientras menos intensiva en capital sea la tecnología.

En muchos casos el estudio técnico debe proporcionar información financiera relativa a ingresos de operación. Es el caso de los equipos y maquinarias que se deben reemplazar y que al ser dados de baja permiten su venta. En otros casos, los ingresos se generan por la renta de subproductos, como, por ejemplo, el desecho derivado de la elaboración de envases de hojalata, que se vende como chatarra, o la cáscara de limón, que se obtiene como residuo en la fabricación de aceites esenciales y que puede venderse para la fabricación de pesticidas. Otros ingresos pueden obtenerse dando servicios que permitan usar la capacidad ociosa, como por ejemplo, una fábrica de helados que arriende sus bodegas frigoríficas para congelar mariscos.

7.4 Masa crítica técnica¹

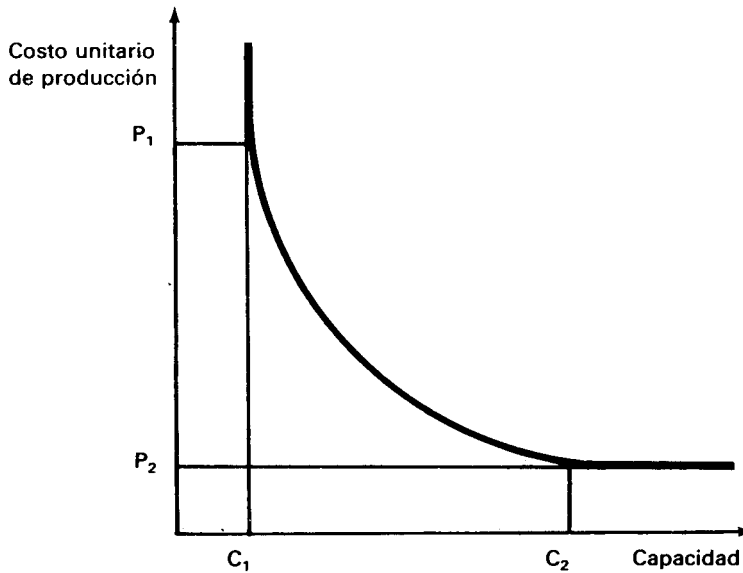
Deslandes plantea que para medir la capacidad de competir debe estimarse el costo fabril en distintos niveles de la capacidad de producción. Para ello propone definir los componentes más relevantes del costo: consumo de materias primas y materiales, utilización de mano de obra, mantenimiento, gastos fabriles en general (energía, combustible, etcétera). 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 de la dimensión de la empresa sobre los gastos administrativos o la consideración de no trabajar a plena capacidad.

Al relacionar el costo unitario de operación (P) con la capacidad de la planta (C), dada en número de unidades de producto por unidad de tiempo resulta una expresión de la forma siguiente:

$$\frac{P_2}{P_1} = \left[\frac{C_2}{C_1} \right]^{-a}, \quad (7.1)$$

donde a es el factor de volumen. El Gráfico 7.1. expone visualmente esta relación.

¹ Este apartado se basa en DESLANDES, H. "Las 8 etapas de un estudio de factibilidad", *Administración de empresas* 6 (61), 1975.

Gráfico 7.1. Costo unitario de producción

Al relacionar el costo en equipos por unidad de capacidad (Q) con una función de capacidad creciente, se obtiene un resultado como el que se ilustra en el Gráfico 7.2. y que tiene la siguiente expresión:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \left[\frac{C_2}{C_1} \right]^{-b}, \quad (7.2)$$

donde b es el factor de volumen.

Al relacionar la capacidad (C) con la inversión total (I), resulta una expresión similar a la anterior, pero con coeficiente positivo, de la forma siguiente:

$$\frac{I_2}{I_1} = \left[\frac{C_2}{C_1} \right]^f, \quad (7.3)$$

donde f es el factor de volumen. Cuando f se aproxima a 1, son despreciables las economías que pueden obtenerse por el crecimiento de la capacidad. Visualmente se aprecia su comportamiento contrario en el Gráfico 7.3., lo cual es obvio al considerar que cualquier aumento de capacidad va asociado a un incremento en las inversiones en los equipos que así lo permitan.

El factor de volumen f está definido para cada tipo de industria como resultado de múltiples observaciones de proyectos en ejecución. Por ejemplo, el coeficiente de las industrias petroquímicas y aceiteras es de 0.50 en las fábricas de amoníaco; en las de cemento, de 0.60; en las de motores eléctricos, de 0.70 y en las hilanderías, de 1.

Gráfico 7.2. Costo de los equipos por unidad de capacidad

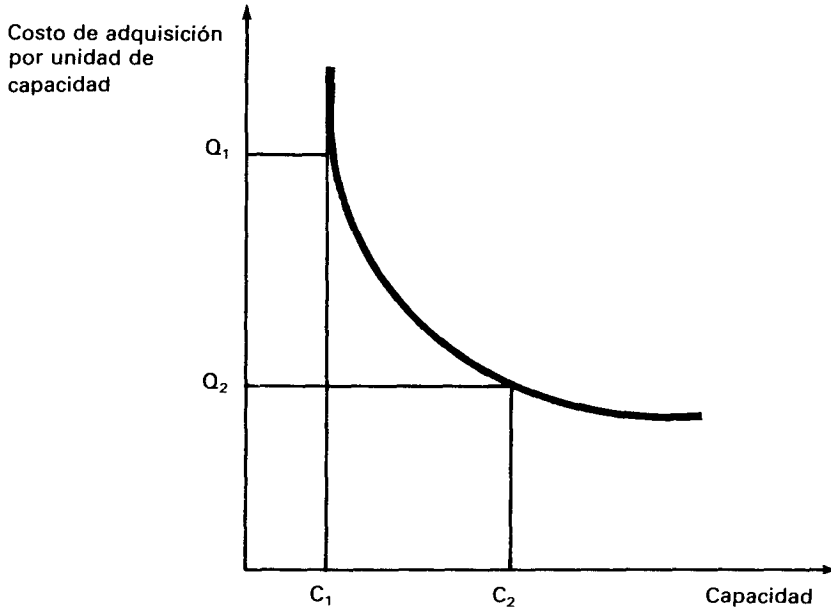
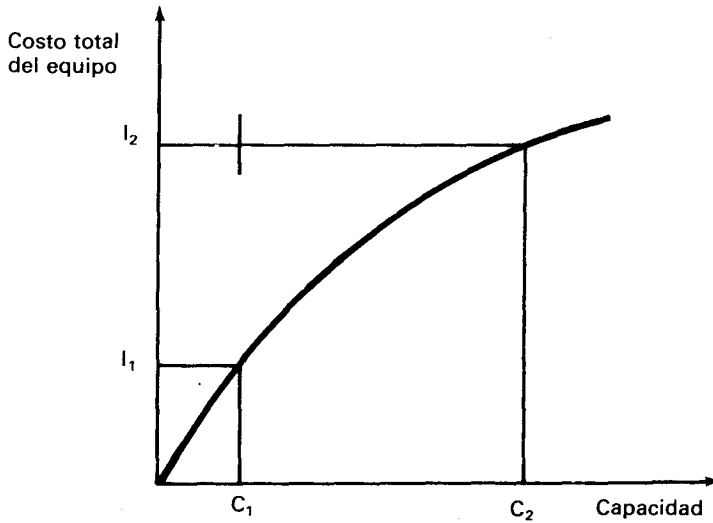


Gráfico 7.3. Costo de adquisición de los equipos



El coeficiente 0,50 indica que si se deseara duplicar la capacidad de una planta, la inversión deberá incrementarse sólo en 41,41%. Esto resulta de aplicar la fórmula 7.3, donde I_2 es la incógnita:

$$\frac{I_2}{I_1} = \left[\frac{2}{1} \right]^{0.5},$$

de donde $I_2 = 1.4142$.

El problema de capacidad se trata con mayor profundidad en el capítulo 9.

7.5 Elección entre alternativas tecnológicas

Partiendo del supuesto de que los ingresos son iguales para todas las alternativas tecnológicas, Guadagni² propone elegir la alternativa que tenga el menor valor actualizado de sus costos. Según este autor, una alternativa puede tener altos costos de capital y reducidos costos operativos, en circunstancias de que otra tecnología tiene menores inversiones pero mayores costos de operación. Por esto, el valor actualizado de ambos calendarios de desembolsos se modificará con variaciones en la tasa de descuento utilizada.³ A medida que se aumenta esta tasa, sus valores actuales se reducirán, pero a distinto ritmo, puesto que a bajas tasas de descuento la alternativa con mayores inversiones tendrá un menor valor actual. Sin embargo, para tasas de descuento mayores, la situación se invierte, siendo la alternativa con mayores costos de operación la que tendrá el menor valor actualizado de sus costos.

Obviamente, la alternativa de mayor riesgo es aquella que tiene mayor intensidad en capital, por el mayor riesgo de obsolescencia técnica que lleva aparejado. Comúnmente, al tomar esta alternativa, se exige al proyecto un período de recuperación más acelerado que si se optara por una con mayor intensidad en mano de obra.

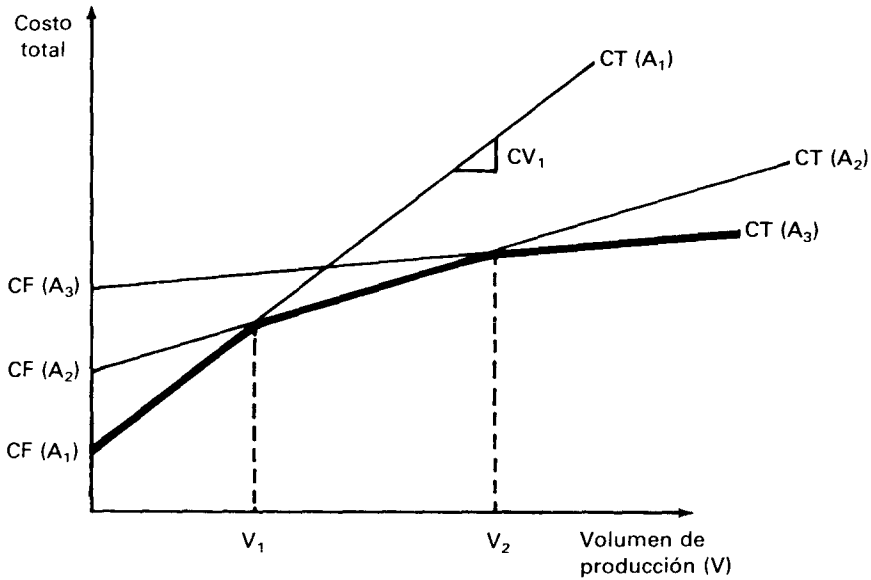
Dervitsiotis⁴, partiendo también del supuesto de ingresos iguales para distintas alternativas de tecnología, propone calcular el costo de las diferentes tecnologías, pero a distintos volúmenes de producción. Esto, porque como cada tecnología presenta una estructura de costos diferente, ante variaciones en la capacidad, medida como volumen de producción, puede pasar una alternativa tecnológica de menor costo a ser la de mayor costo. Lo señalado se puede visualizar en el Gráfico 7.4., donde A_1 , A_2 y A_3 son tres tecnologías con tres estructuras de costos diferentes, siendo A_1 intensiva en mano de obra y A_3 intensiva en capital.

Si el volumen de producción es menor que V_1 , A_1 es la mejor alternativa, ya que minimiza el costo total. Si el volumen de producción se encuentra entre V_1 y V_2 , la alternativa de menor costo pasa a ser A_2 . Pero, si el volumen de producción esperado es mayor que V_3 , la alternativa más económica es A_3 .

² GUADAGNI, A.A. "El problema de la optimización del proyecto de inversión: consideración de sus diversas variantes". En BID-ODEPLAN, *Proyecto de adiestramiento en preparación y evaluación de proyectos*. Santiago, 1976.

³ Véase el capítulo 17.

⁴ DERVTSIOTIS, Kostas N. *Operations Management*. N. York: McGraw-Hill, 1981.

Gráfico 7.4. Funciones lineales de costo total de alternativas tecnológicas

La función de costo total se obtiene de la suma de los costos fijos y variables asociados a cada alternativa. Los primeros definen el punto de intersección de la función con el eje vertical y representan un monto no susceptible a cambios ante diferentes volúmenes de producción. El costo variable define la pendiente de la función y representa el costo de producir cada unidad, por el número de unidades para producir. Gráficamente, esto puede representarse como lo muestra el Gráfico 7.5.

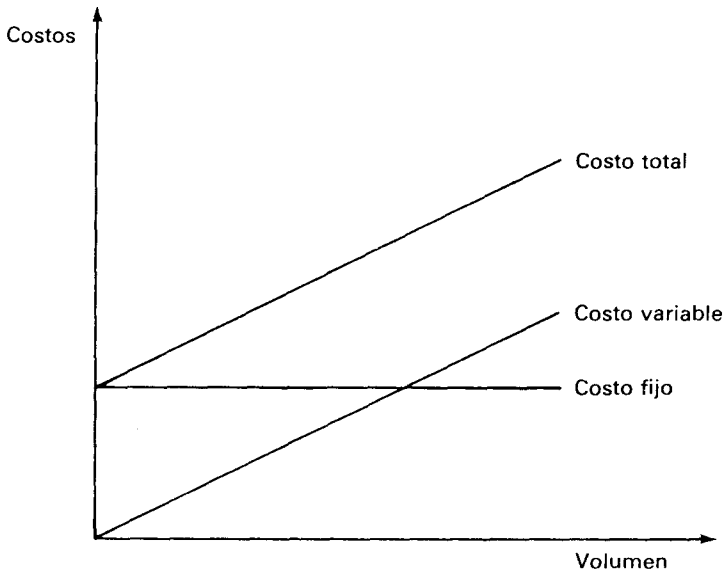
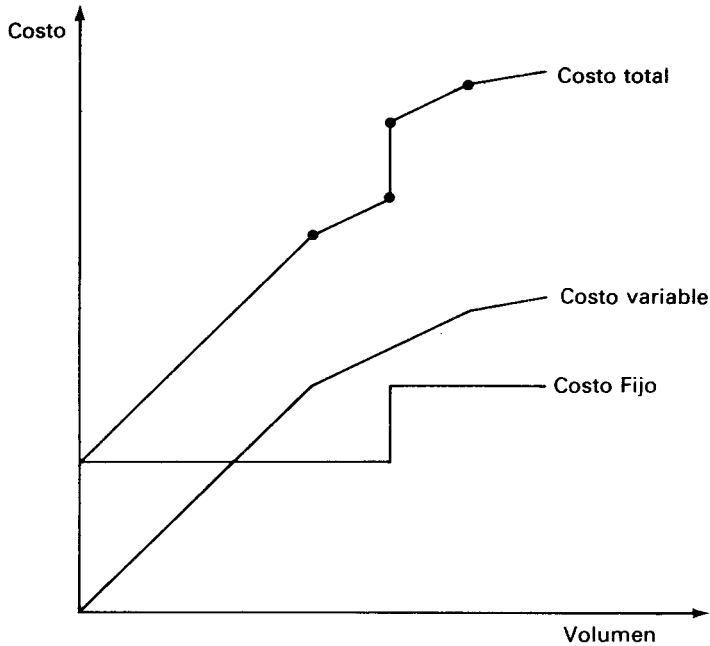
Gráfico 7.5. Funciones lineales de costo respecto a volumen

Gráfico 7.6. Funciones no lineales de costo respecto a volumen

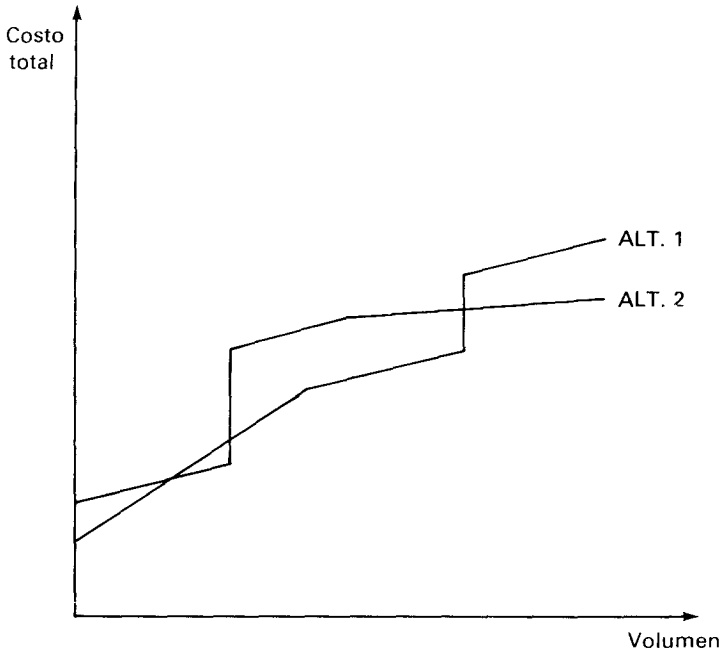
En su modelo, Dervitsiotis no considera tres factores extremadamente importantes en la elección de alternativas tecnológicas: a) que la estructura de costos fijos y variables cambia a distintos niveles de producción; b) que las alternativas tecnológicas podrían implicar cambios en las características del producto y, en consecuencia, en los precios; y c) que existen otros costos indirectos relevantes, como los impuestos y el costo de capital.

Es muy probable que ante aumentos en los volúmenes de producción se logren economías de escala, por ejemplo, por la posibilidad de obtener descuentos por volúmenes de compra. De igual forma, es probable que para la fabricación de más de un número determinado de unidades, se requiera incrementar el costo fijo, ya sea por tener que contratar más personal o ampliar la capacidad de planta con los consiguientes mayores costos de operación.

Si esto fuera así, la función de costo total asumiría la forma que muestra el Gráfico 7.6. Luego, la comparación de alternativas tecnológicas del Gráfico 7.4. pasa a tener características como las que se muestran en el Gráfico 7.7.

Como se aprecia en el Gráfico 7.7., una alternativa tecnológica puede ser la mejor en rangos diferentes de volúmenes de producción.

El que las alternativas tecnológicas podrían implicar precios diferentes y, por lo tanto, ingresos diferentes, obliga a optar no por la alternativa de menor costo, sino que por aquella de mayor rentabilidad. Usualmente, esto se mide por la comparación de los ingresos con la suma de los costos fijos y variables asociados a

Gráfico 7.7. Funciones no lineales de costo total de las alternativas tecnológicas

cada alternativa. El modelo opcional que aquí se plantea⁵ incorpora todos los elementos que componen el costo total de cada una y que el modelo tradicional no permite considerar.

Para ello deberá considerarse el concepto de rentabilidad en el modelo. El cual debe incorporar el efecto de la recuperación de la inversión y el efecto del costo de capital, tanto de la deuda para financiar capital fijo y capital de trabajo como del retorno que exige el inversionista sobre sus aportes al financiamiento del capital fijo y capital de trabajo, teniendo en cuenta también los efectos tributarios correspondientes.

La recuperación de la inversión se considerará prorrateada en partes iguales durante todos los períodos de su vida útil, evitando asignarle beneficios tributarios no atribuibles al proyecto. Esto se determinará linealmente como sigue:

$$I_i = \frac{I_o - VD}{n},$$

donde I_i representa el valor prorrateado en n períodos de la inversión total I_o , menos los valores de desecho VD de esa inversión.

⁵SAPAG Ch. Nassir. "Un modelo opcional para el análisis costo-volumen-utilidad". PARADIGMAS en Administración No. 10, Universidad de Chile, 1987, p. 33-40.

La depreciación se incluye para efectos de aprovechar los beneficios tributarios, pero se excluye posteriormente, por no constituir un egreso efectivo de caja y para no duplicar la parte correspondiente a la recuperación de la inversión.

Debido a que el mayor uso del análisis costo-volumen-utilidad se manifiesta en la revisión del comportamiento esperado en una variable ante valores dados que asumen las restantes, es preciso incorporar de alguna forma en el modelo el probable cambio en el monto para invertir en capital de trabajo ante cambios en el nivel esperado de actividad. Por otra parte, será necesario incorporar también el efecto tributario de financiar parte de esta inversión con deuda cuyos intereses son deducibles de impuestos.

Con este objeto, se diferenciará entre una inversión en capital fijo, K_f , y una inversión en capital variable, K_v , que corresponde en gran medida a capital de trabajo, aun cuando éste tiene normalmente un componente fijo importante, esto es:

$$K = K_f + K_v \quad (7.5)$$

$$K_f = D + A \quad (7.6)$$

y

$$K_v = K_{vd} + K_{va}, \quad (7.7)$$

donde D representa la parte de la inversión en capital fijo financiada con deuda y A la parte financiada con capital propio, mientras que K_{vd} representa la parte del capital variable financiada con deuda y K_{va} la financiada con capital propio.

Dado que la recuperación del capital se expresará incorporándola como una variable especial, sólo deberá incluirse adicionalmente el cargo financiero y el efecto tributario de los intereses a la deuda, además del retorno esperado por el inversionista, que no es descontado de impuestos.

Si se denomina i a la tasa de interés del préstamo y r a la tasa exigida por el inversionista, se tiene:

$$C_i = iD + iK_{vd} \quad (7.8)$$

y

$$C_r = rA + rK_{va}, \quad (7.9)$$

donde C_i y C_r muestran el costo de financiarse con deuda y con capital propio, respectivamente.

Si, por otra parte, se considera que el mayor uso de análisis costo-volumen-utilidad se realiza en la sensibilización de las distintas variables que determinan el resultado de la operación y que una de ellas es el volumen, se concluye la necesidad de expresar una parte de la inversión en capital de trabajo como un factor variable en función del volumen. Conocidos son el caso de los proyectos lácteos, donde se verifica que la inversión en capital de trabajo representa normalmente un porcentaje (65%) del costo total de la materia prima necesaria para un año de operación, o el de muchos rubros que lo expresan como una relación del total de ventas.

Si, por ejemplo, el monto para invertir en capital variable tiene la forma

$$K_v = j(px), \quad (7.10)$$

donde $j(px)$ representa un porcentaje j de los ingresos por venta, las ecuaciones 7.7, 7.8 y 7.9 quedarían como:

$$Kv = j(px)d + j(px)a \quad (7.11)$$

$$Ci = iD + ij(px)d \quad (7.12)$$

$$Cr = rA + rj(px)a \quad (7.13)$$

El modelo general plantea que el resultado es igual a la diferencia entre ingresos y egresos. Al incorporar en él las variables definidas, se tiene:

$$R = [px - vx - F - Dep - iD - ij(px)d] (1 - t) + Dep - rA - rj(px)a - li \quad (7.14)$$

Un método diferente del de Dervitsiotis podría considerar el valor actual de los desembolsos frente a volúmenes de producción variables.

7.6 El modelo de Lange para determinar la capacidad productiva óptima⁶

Lange define un modelo particular para fijar la capacidad productiva óptima de una nueva planta, basándose en la hipótesis real de que existe una relación funcional entre el monto de la inversión (I_o) y la capacidad productiva del proyecto, lo cual permite considerar I_o como medida de la capacidad productiva.

Al relacionar la inversión inicial (I_o) con los costos de operación (C), resulta una función $I_o(C)$ cuya derivada $I'_o(C)$ es negativa. Es decir, que a un alto costo de operación está asociada una inversión inicial baja, o, viceversa, que a bajos costos de operación corresponde una alta inversión inicial. Esto, porque el mayor uso de un factor permite una menor inversión en otro factor.

Aun cuando el número de asociación de I_o y C es limitado, el modelo efectúa una interpolación para lograr una función $I_o(C)$ continua, de la forma que muestra el Gráfico 7.8.

De acuerdo con el modelo, el problema se reduce a una elección de un C_i tal que el costo total (D) sea lo menor posible. Para ello, se define:

$$D = I_o(C) + nC = \text{mín.} \quad (7.15)$$

Por lo tanto, D será mínimo cuando:

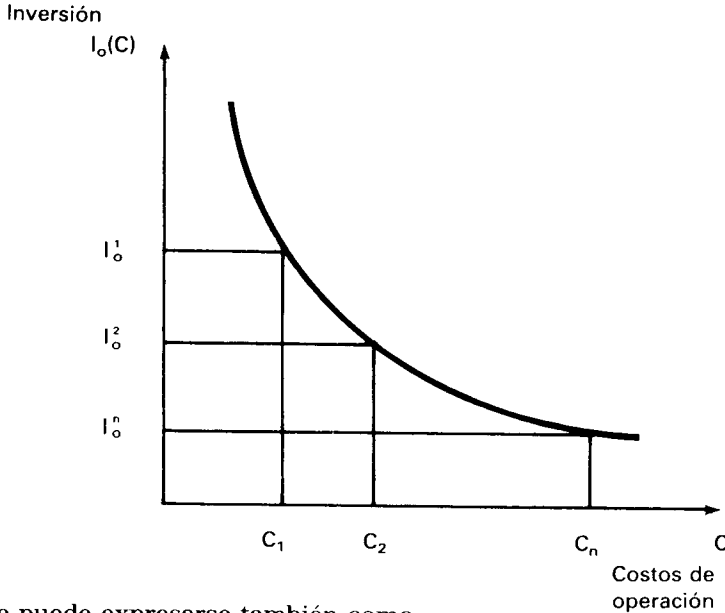
$$D' = I'_o(C) + n = 0. \quad (7.16)$$

Luego:

$$I'_o(C) = -n, \quad (7.17)$$

⁶ Para la redacción de esta sección se tomó como referencia a LANGE, Oskar. *Teoría general de la programación*. Barcelona: Ariel, 1968, pp. 244-249.

Gráfico 7.8. Costo unitario de producción respecto a la inversión



lo que puede expresarse también como

$$dI_o = -n dC. \tag{7.18}$$

Para cualquier otra alternativa de inversión donde el costo anual de operación sea menor en dC , el costo de operación en el período n se incrementa en ndC . En el punto óptimo, el costo adicional de inversión, dI_o , se iguala con el ahorro en los costos de operación en el período n .

Gráficamente, la solución es sencilla. D será mínimo para un C_i de la abscisa en que el punto de la recta dependiente $-n$ es tangente a la curva $I_o(C)$.

Queda por analizar si la solución de la ecuación 7.17 determina un valor para C_i que hace a D mínimo o máximo. Considerando que $D'' = I''_o(C)$, D alcanza un mínimo si $I''_o(C) > 0$. De acuerdo con esto, cuando el costo de operación aumenta, la inversión inicial disminuye, aunque cada vez más lentamente. Sin embargo, más allá del C_i óptimo, los nuevos incrementos en el costo de operación hacen que el descenso en la inversión sea menor que el incremento en aquél. La curva que representa esta situación es decreciente y cóncava hacia arriba, tal como se muestra en el Gráfico 7.9.

Si $I''_o(C) < 0$, la solución de la ecuación 7.17 determinaría un valor para C_i que haría el costo total D máximo. Gráficamente, la función $I_o(C)$ sería convexa hacia arriba, como lo muestra el Gráfico 7.10.

En este caso, el costo de operación aumenta en dC y la inversión inicial disminuye en $dI_o(C)$, de manera que el costo total disminuye al ser $dI_o(C) > ndc$.

Lange mejora el modelo incorporando el valor tiempo del dinero en los costos. Para ello, corrige la ecuación 7.15, descontando los costos de operación que supone se desembolsan en n periodos y a comienzos de cada año. La expresión así corregida queda de la siguiente forma:

$$D = I_0(C) + \sum_{t=0}^{n-1} \frac{C}{(1+i)^t} = \min. \quad (7.19)$$

Gráfico 7.9. Punto de mínimo costo de la función de costo total

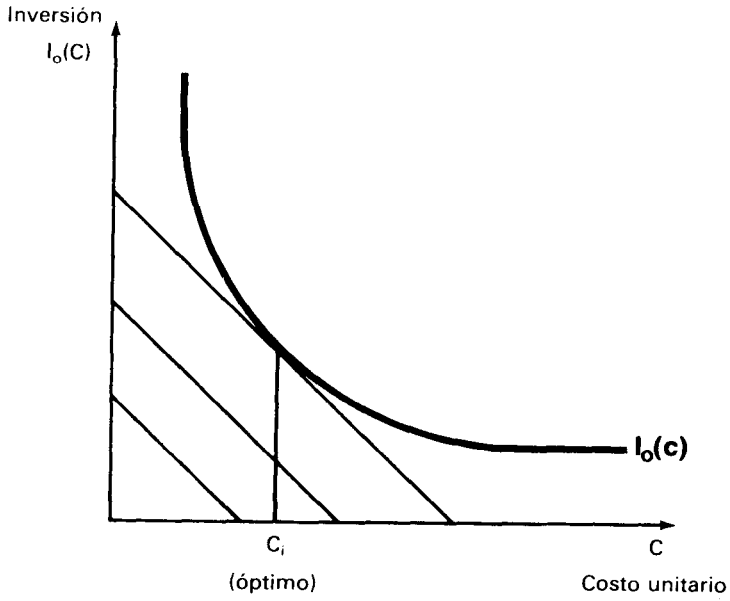
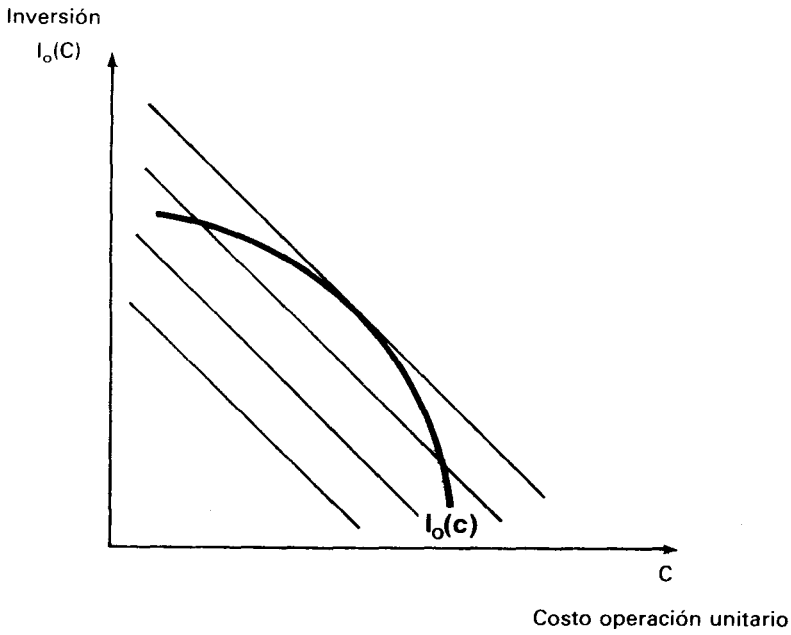


Gráfico 7.10. Punto de máximo costo de la función de costo total



En estas condiciones, el costo total alcanzará el mínimo cuando el incremento de la inversión inicial sea igual a la suma descontada de los costos de operación que esa mayor inversión permite ahorrar.

7.7 Factores cualitativos

Los factores predominantes en la selección de la mejor alternativa técnica son obviamente de carácter económico. Sin embargo, complementariamente puede ser necesario considerar algunos elementos de orden cualitativo que en algún momento adquieran tanta relevancia como los factores de orden económico.

Los factores no económicos más comunes de considerar son la disponibilidad de insumos y la oportunidad de su abastecimiento, ya sea de tipo material como humano o financiero. La flexibilidad de adaptación de la tecnología a distintas condiciones de procesamiento de materias primas y la capacidad para expandir o contraer los niveles de producción frente a estacionalidades en el proceso o frente a la inestabilidad del flujo de abastecimiento de materias primas, pueden también adquirir importancia en un momento dado. Como éstos, muchos otros factores cualitativos pueden llegar a ser preponderantes en la selección de la alternativa tecnológica.

7.8 Resumen

El estudio de ingeniería, aun cuando tiene por principal finalidad entregar la información económica al preparador de proyectos, debe permitir la selección de la alternativa tecnológica más adecuada para el proyecto.

El objetivo del estudio técnico es llegar a determinar la función de producción óptima para la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado. De la selección de la función óptima se derivarán las necesidades de equipos y maquinarias que, junto con la información relacionada con el proceso de producción, permitirán cuantificar el costo de operación.

Las necesidades de inversión en obra física se determinan principalmente en función de la distribución de los equipos productivos en el espacio físico, tanto actual como proyectado.

En muchos casos, el estudio técnico debe proporcionar información financiera relativa a ingresos de operación. Por ejemplo, cuando los equipos y maquinarias que deben reemplazarse tienen un valor de venta o cuando el proceso permite la venta de desechos o subproductos.

La capacidad de la planta se relaciona directamente con la inversión realizada. El estudio de la "masa crítica técnica" permite identificar la interrelación de estas variables y entre el costo de fabricación y la capacidad.

La elección de la mejor alternativa tecnológica se efectúa normalmente cuantificando los costos y actualizándolos, para optar por la que presente el menor valor actualizado. Es importante tener presente que para distintos volúmenes de producción pueden existir alternativas óptimas distintas, lo que obliga a considerar los efectos en forma integral.

Un modelo para determinar la capacidad productiva óptima del proyecto es el propuesto por Lange, el cual, basándose también en la relación entre inversión y capacidad, incorpora el costo de operación para definir una fórmula de cálculos de un costo total mínimo (inversión inicial más costos de operación actualizados), el que se obtiene cuando el incremento de la inversión inicial se iguala a la suma descontada de los costos de operación que esa mayor inversión permite descontar.

En consideración de que las particularidades técnicas de cada proyecto son normalmente muy diferentes entre sí y frente a la especialización requerida para cada una de ellas, este capítulo tuvo por objeto dar un marco de referencia al estudio técnico. Sin embargo, puesto que la sistematización de la información económica que este estudio prevea, debe realizarse por todo preparador de proyectos, en el capítulo siguiente se presentan los procedimientos y formas de facilitar esa sistematización.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. ¿Qué relación existe entre el estudio de ingeniería y los restantes estudios del proyecto?
2. En un proceso de producción por pedido es importante la fabricación para existencias, debido a las dificultades que se presentan en la programación de la producción. Comente.
3. Identifique los procesos productivos que se dan en un proyecto de hospital, de universidad y de una estación de servicios para automóviles.
4. ¿En qué aspectos la selección del proceso productivo puede afectar a la evaluación económica del proyecto?
5. Identifique las variables más importantes que se deben considerar en la decisión de selección de un proceso productivo.
6. Siempre es mejor elegir un proceso productivo intensivo en capital que otro intensivo en mano de obra, ya que la automatización provoca menores costos unitarios de producción. Comente.
7. El proceso productivo óptimo para el proyecto es aquél que maximiza la producción para un nivel dado de inversión. Comente.
8. Cuando se comparan dos procesos productivos, uno intensivo en capital y el otro en mano de obra, ¿en qué forma la tasa de descuento de los costos utilizada afecta a la elección del proceso?
9. Analice tres factores cualitativos para seleccionar el proceso productivo de un proyecto metalúrgico.
10. Explique en qué consiste la masa crítica técnica.
11. Analice el modelo de Lange para seleccionar la capacidad productiva óptima.
12. Defina una metodología de análisis identificando las principales variables, para realizar el estudio técnico de los siguientes proyectos: a) creación de un colegio de educación media, b) reapertura de un aeropuerto, c) operación de una planta lechera.
13. En el estudio de una nueva línea de productos para una empresa en funcionamiento, la investigación del mercado concluye que es posible vender 30.000 unidades anuales adicionales de un producto a \$350 cada uno, pagando una comisión de venta de un 1%. El estudio técnico calcula que para ese nivel de operación podrían esperarse los siguientes costos variables:
 - material directo \$ 80
 - mano de obra directa \$ 40
 - gastos de fabricación \$ 30
 Los costos fijos anuales de fabricación, administración y ventas, alcanzan a \$3 800 000,

los cuales incluyen \$2 000 000 de depreciación.

La inversión en equipos alcanza a \$20 000 000, los que serán financiados en un 70% con préstamos bancarios al 10% de interés y el saldo con capital propio al que se exige una rentabilidad del 12% anual. Lo anterior es compatible con la estructura deuda-capital de la empresa.

La nueva línea de productos requerirá ampliar la inversión en capital de trabajo, el que se estima en 4 meses de costos de operación desembolsables, antes de impuestos y gastos financieros. El capital de trabajo se financiará en la misma proporción y costos que el capital fijo.

Los equipos tienen una vida útil real de 10 años, al cabo de los cuales no tendrán valor de desecho. Para fines contables, se deprecian linealmente a una tasa del 10% anual. Los impuestos ascienden al 10% de las utilidades.

Alternativamente, el estudio técnico señala la existencia de un equipo menor, con capacidad de hasta 25.000 unidades anuales, que permitiría reducir los gastos de fabricación a \$20 y los costos fijos a \$3 300 000 anuales, en consideración a que habrían ahorros de \$300 000 en mantenimiento y de \$200 000 en depreciación, por cuanto este equipo costaría \$18 000 000.

El responsable del estudio de mercado indica que la producción de 25.000 unidades no es suficiente para cubrir la demanda esperada. Sin embargo, dejar la demanda insatisfecha permitiría subir el precio a \$390 la unidad. Por otro lado, los proveedores otorgan un descuento por volumen de compra que se logra con 30.000 unidades, aunque no con 25.000. Esto implicaría considerar, para este nivel de operación, un costo por material directo unitario de \$88. ¿Qué alternativa tecnológica recomendaría seleccionar? ¿Qué precio de equilibrio tiene cada alternativa?

14. En el estudio de un nuevo proyecto la investigación del mercado concluye que es posible vender 40.000 unidades anuales de un producto a \$450 cada uno.

El estudio técnico calcula que para ese nivel de operación podría esperarse un costo variable de \$60.

Los costos fijos anuales de fabricación, administración y ventas, alcanzan a \$4 800 000, los cuales incluyen \$2 500 000 de depreciación.

La inversión en equipos alcanza a \$25 000 000, los que serán financiados en un 60% con préstamos bancarios al 10% de interés y el saldo con capital propio al que se exige una rentabilidad del 12% anual.

El nuevo producto requerirá una inversión en capital de trabajo, el que se estima en 40% de los costos totales desembolsables.

El capital de trabajo se financiará en 100% con capital propio.

Los equipos tienen una vida útil real de 20 años, al cabo de los cuales no tendrán valor de desecho. Para fines contables, se deprecian linealmente a una tasa del 10% anual.

Los impuestos ascienden al 10% de las utilidades. Al décimo año, los equipos tendrán un valor de mercado de \$5 000 000.

Alternativamente, se puede producir un producto similar con otro equipo que costaría \$35 000 000, pero que opera con costos variables de sólo \$52 y con costos fijos de \$5 300 000.

Su vida útil real es de 20 años, al cabo de los cuales tendrá un valor esperado de mercado de \$8 000 000.

Si todas las demás variables fuesen comunes, ¿qué alternativa recomienda? ¿Cuál es el volumen de equilibrio que hace indiferente a ambas alternativas?

CASO: PROFRUT, S.A.

La empresa PROFRUT, S.A., perteneciente al sector agroindustrial, se creó en 1960 e inicialmente producía sólo salsa de tomates, alcanzando ventas que la han hecho ocupar uno de los primeros lugares en el mercado nacional. Posteriormente se diversificó su producción, creándose dos nuevas líneas de productos: conservas de frutas y mermeladas.

Actualmente se analiza la factibilidad de producir y comercializar una nueva línea de productos, que son los platos preparados enlatados. El proyecto se está evaluando para 10 años.

Dado que la capacidad instalada actual está trabajando casi al 100%, no sería posible ocuparla en la producción de los nuevos productos.

Del estudio técnico que se está realizando, se concluyó la existencia de 2 procesos productivos de alternativa, factibles de implementarse.

La primera alternativa, que involucra un grado de automatización mayor que el utilizado actualmente, requeriría de los siguientes costos:

Compra de terreno	\$ 5 000 000
Construcción de la planta (edificios)	14 000 000
Máquinas y equipos	16 000 000
Obras complementarias	4 000 000
Energía, reparaciones y otros (al año)	1 000 000
Costo unitario de mano de obra	5
Costo unitario de materias primas	8

El segundo proceso demanda los siguientes egresos:

Compra de una planta y su remodelación	\$15 000 000
Equipos y máquinas	10 000 000
Energía y otros (al año)	700 000
Costo unitario de mano de obra	8
Costo unitario de materias primas	10

Para ambos procesos productivos, los ingresos son los mismos y se prevé que no se requeriría de reinversiones durante la vida útil del proceso.

El volumen de producción en el segundo proceso puede alterarse fácilmente sin incurrir en mayores costos, dado que su tecnología es bastante flexible. En cambio, en el otro proceso esta flexibilidad es menor, ya que requiere de mayores tiempos de ajuste.

En caso de aumentos inesperados en la demanda, la posibilidad del primer proceso para expandir su capacidad más allá de la capacidad máxima proyectada es mayor que en el otro proceso.

Por otra parte, en términos relativos, es más abundante la mano de obra para el segundo proceso que para el primero, ya que éste requiere de cierto personal calificado que, si bien no es escaso, no se encuentra en gran cantidad, como en la otra alternativa.

Otra característica del primer proceso descrito es su mayor facilidad para adaptarlo a la producción de jugos de fruta, línea de producto no explotada aún por la empresa.

En marzo de 1983, en una reunión del equipo que estudia el proyecto, se discutía acerca de la estimación de la demanda para el producto. El gerente general de PROFRUT S.A., Sr. Philips, encontraba demasiado optimista la demanda proyectada, pues según él, "no sólo debe considerarse como productos competitivos los platos preparados enlatados existentes en el mercado, sino también aquéllos que eran presentados en otros tipos de envases, como por ejemplo las bandejas de aluminio". Después de criticar otros aspectos considerados en la estimación de la demanda, sugirió castigarla en un 30%.

El Sr. Solar, responsable del estudio de mercado, no consideraba como competitivos los productos mencionados por Philips, ya que éstos “no ofrecen las ventajas de transporte, almacenamiento y rapidez en su preparación para el consumidor que poseen los productos enlatados”. Además argumentaba: “Creo firmemente que podremos vender las 250.000 unidades mensuales estimadas en la proyección de la demanda, ya que existe una fuerte necesidad de nuestro producto en el mercado al que lo ofreceremos”.

La reunión terminó sin que se llegara a un acuerdo, posponiéndolo para el siguiente encuentro. Al retirarse de la sala, el Sr. Philips le pide a usted, responsable del estudio técnico, que presente en la próxima sesión su recomendación sobre el proceso productivo que deberá adoptarse.

BIBLIOGRAFIA

- BACKER, M.; JACOBSEN, L. y RAMIREZ, D. *Contabilidad de costos: un enfoque administrativo para la toma de decisiones*. México: McGraw-Hill, 1983.
- DERVITSIOTIS, Kostas N. *Operations Management*. N. York: McGraw-Hill, 1981.
- DESLANDES, H. “Las 8 etapas de un estudio de factibilidad”, *Administración de empresas* 6 (61), 1975.
- DEVINE, Carl. “Boundaries and Potentials of Reporting on Profit-Volume Relationships”, *NAA Bulletin* 42(5):5-14, enero 1961.
- GUADAGNI, A.A. “El problema de la optimización del proyecto de inversión: consideración de sus diversas variantes”. En BID-ODEPLAN, *Programa de adiestramiento en preparación y evaluación de proyectos*. Santiago, 1976, vol. V.
- HEITGER, L., y MATULICH, S. *Cost Accounting*. N. York: McGraw-Hill, 1985.
- ILPES. *Guía para la presentación de proyectos*. Santiago: Siglo Veintiuno - Editorial Universitaria, 1971.
- LANGE, Oskar. *Teoría general de la programación*. Barcelona: Ariel, 1965.
- LOEVY, Jay. “Análisis del punto de equilibrio y de la contribución como herramienta en la elaboración de presupuestos”, en SWEENEY, Allen y RACHLIN, Robert, eds., *Manual de Presupuestos*. México: McGraw-Hill, 1984, p. 213-228.
- NACIONES UNIDAS. *Manual de proyectos de desarrollo económico* (publicación 5.58.11.G.5). México, 1958.
- ODEPLAN. *Preparación y presentación de proyectos de inversión*. Santiago, 1975.
- OECD. *Manual of Industrial Project Analysis in Developing Countries*. Paris: Development Centre of the Organization for Economic Cooperation and Development, 1972.
- POLIMENI, R. y otros. *Cost Accounting, Concepts and Applications for Managerial Decision-Making*. N. York: McGraw-Hill, 1986.
- SAPAG, Nassir. *Un modelo opcional para el análisis costo-volumen-utilidad*. PARADIGMAS en Administración No. 10, 1987.

CAPITULO 8

VALORIZACION ECONOMICA DE LAS VARIABLES TECNICAS

En el capítulo anterior se señaló la importancia del estudio técnico en la generación de información relativa a inversiones, costos e ingresos relacionados principalmente con los aspectos de fabricación del producto.

Las diferencias que cada proyecto presenta respecto a su ingeniería hacen muy complejo intentar generalizar un procedimiento de análisis que sea útil a todos ellos. Sin embargo, obviando el problema de evaluación técnica a que se hacía referencia en el capítulo tercero, es posible desarrollar un sistema de ordenación, clasificación y presentación de la información económica derivada del estudio técnico. Los antecedentes técnicos de respaldo a esta información de precios y costos deben necesariamente incluirse en el texto del proyecto.

El objetivo de este capítulo es presentar un sistema de formularios que permita la recopilación y sistematización de la información relevante de precios y costos que pueda extraerse del estudio de ingeniería.

8.1 Inversiones en obra física

En el capítulo anterior se identificó la inversión en obra física como aquella que se realiza para la adquisición de terrenos, construcciones, remodelaciones y otras obras complementarias relacionadas principalmente con el sistema productivo del proyecto.

Sin embargo, habrá otras inversiones en obras físicas que se derivarán de los estudios organizacionales (necesidades de espacios físicos para oficinas, por ejemplo) y de mercado (salas de ventas), que también deberá incluir el estudio técnico.

Para cuantificar estas inversiones es posible utilizar estimaciones aproximadas de costo (por ejemplo, el costo del metro cuadrado de construcción), si el estudio se hace en nivel de prefactibilidad. Sin embargo, en nivel de factibilidad la información debe perfeccionarse mediante estudios complementarios de ingeniería que permitan una apreciación exacta de las necesidades de recursos financieros en las inversiones del proyecto.

Por ejemplo, cuando se estudió el proyecto de creación de un puerto seco en Santiago¹, el estudio de factibilidad debió considerar incluso las dimensiones de cada una de las vías de acceso y estacionamiento, puesto que su espesor, y por lo tanto sus costos, variaba dependiendo de si era zona de estacionamiento o acceso, e incluso si estaba reservada a camiones pesados o livianos, vehículos particulares o peatones.

La ordenación de la información relativa a inversiones en obra física se hace en un cuadro que se denomina "balance de obras físicas" y que contiene la información que muestra el Cuadro 8.1. La columna de valor residual indicará el valor que tendría cada uno de los ítems considerados en el balance al término, no de la vida útil de cada ítem, sino al término del período de evaluación.²

El balance de obras físicas debe contener todos los ítems que determinan una inversión en el proyecto. No es necesario un detalle máximo, puesto que se busca más que nada agrupar en función de ítems de costo. Así, por ejemplo, en la primera columna deberá ir cada una de las construcciones requeridas (plantas, bodegas, etcétera), los terrenos, vías de acceso, instalaciones (sanitarias, redes de agua potable, eléctricas, etcétera), cierres y otras que dependerán de cada proyecto en particular. Es necesario identificar cada una de las unidades de medida, para calcular el costo total del ítem. Por ejemplo, metros cuadrados, metros lineales, unidades, etcétera.

Cuadro 8.1. Balance de obras físicas

ITEM	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD (DIMENS.)	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$	VIDA UTIL	VALOR RESIDUAL
Planta A	m. ²	2 000	500	1 000 000	40	750 000
Planta B	m. ²	1 200	500	600 000	40	450 000
Cercos	ml.	1 500	80	120 000	40	80 000
Oficinas admin.	m. ²	200	650	130 000	40	60 000
Caseta vigilan.	unidad	1	14 000	14 000	20	2 000
INVERSION OBRAS FISICAS				1 864 000		

¹ MINMETAL CONSULTORES, *Estudio de factibilidad Puerto Seco*. Santiago, 1978.

² Este punto se analiza en más detalle en la Parte V.

La columna de costo total se obtiene de multiplicar la columna cantidad, que indica, por ejemplo, el número de metros cuadrados de construcción en bodegas, por la columna costo unitario, que indica el valor unitario de la unidad de medida identificada. A este respecto, cabe destacar la necesidad de definir correctamente la unidad de medida que represente de mejor forma la cuantificación del costo total de las obras. Así, por ejemplo, en muchos casos el diseño arquitectónico obligará a medir el costo de función a perímetros y no a metros cuadrados.

Dos obras físicas pueden tener igual cantidad de metros cuadrados pero distinta cantidad de metros lineales construidos y, por lo tanto, costos diferentes.

Si el proyecto contempla el arrendamiento de alguna obra física, por ejemplo una bodega frigorizada, se omite en este balance y se incluye en los costos de operación del proyecto, ya que no constituye una inversión y sí un desembolso durante la operación.

La suma de los montos de la columna costo total dará el valor total de la inversión en obras físicas. Como se verá más adelante, lo más probable es que esta inversión se haga desfasada en el tiempo, por lo cual deberá considerarse un costo adicional por concepto de gastos financieros durante la construcción. Para esto se requiere elaborar un calendario de inversiones que presente un programa de desembolsos en el tiempo.³

No todas las inversiones en obra física se realizan antes de la puesta en marcha del proyecto. En muchos casos será necesario hacer inversiones durante la operación, sean ellas por ampliaciones programadas en la capacidad de operación de la planta o por inversiones de reemplazo de las obras existentes. La proyección de la demanda puede hacer en muchos casos aconsejable no efectuar toda la inversión simultáneamente en forma previa al inicio de la operación, sino que a medida que una programación desfasada así lo determine. En otros casos, podrá ser recomendable realizar una obra en forma transitoria para reemplazarla por algo definitivo en un período futuro.

Lo anterior hace necesario elaborar tantos "balances de obra física" como variaciones en su número o características se identifiquen.

Normalmente, al estudiar las inversiones en obra física se puede determinar las necesidades de mantenimiento de las mismas en el tiempo. El programa de mantenimiento puede implicar en muchos casos un ítem de costo importante, lo cual hace necesaria su inclusión como flujo en los costos de operación del proyecto.

8.2 Inversiones en equipamiento

Por inversión en equipamiento se entenderán todas las inversiones que permitan la operación normal de la planta de la empresa creada por el proyecto. Por ejemplo, maquinarias, herramientas, vehículos, mobiliario y equipos en general. Al igual que en la inversión en obra física, aquí interesa la información de carácter económico que deberá necesariamente respaldarse técnicamente en el texto mismo del informe del estudio que se elabore en los anexos que se requieran.

³ Este punto será tratado en detalle en el capítulo 14.

La sistematización de la información se hará mediante balances de equipos particulares. Así, por ejemplo, en función de la complejidad, diversidad y cantidad de equipos, podrán elaborarse balances individuales de maquinaria, vehículos, herramientas, etcétera.

La importancia de cada uno de estos balances se manifiesta en que de cada uno se extraerá la información pertinente para la elaboración del flujo de efectivo del proyecto sobre inversiones, reinversiones durante la operación e inclusive, ingresos por venta de equipos de reemplazo. El Cuadro 8.2 muestra un formulario de balance de maquinaria que puede utilizarse indistintamente para cada uno de los grupos de equipos identificados.

Normalmente este balance va acompañado de las cotizaciones de respaldo a la información, de las especificaciones técnicas y otros antecedentes que no hace necesaria una caracterización de cada máquina en el balance.

La primera columna incluirá un listado de todos los tipos distintos de maquinarias. Por ejemplo, si existieran dos o más tipos distintos de tornos, será preciso identificarlos y listarlos por separado. De los estudios de la tecnología que se usará se obtiene la información sobre la cantidad requerida de cada equipo. Su costo unitario puesto en planta e instalado se determina generalmente por la información de las propias cotizaciones.

Cuadro 8.2. Balance de maquinaria

MAQUINA	CANTIDAD	VALOR ADQUISIC. UNITARIO \$	VALOR ADQUISIC. TOTAL \$	VIDA UTIL (AÑOS)	VALOR RESIDUAL TOTAL
Tornos	10	500	5 000	6	500
Soldadoras	5	800	4 000	5	800
Prensas	3	2 000	6 000	10	100
Pulidoras	1	3 500	3 500	11	300
Sierras	8	400	3 200	3	250
INVERSION INICIAL EN MAQUINAS			21 700		

Mención especial merece la vida útil, puesto que normalmente se considera como tal la máxima utilización de la maquinaria, en circunstancias de que debería considerarse el período óptimo de reemplazo. Por ejemplo, en un balance de vehículos, muchas veces podría encontrarse un camión repartidor con tres años de vida útil, aun cuando su vida de operación será mucho mayor. Esto se debe a que, por efectos de imagen corporativa, será necesario el reemplazo de los camiones repartidores, para dar permanentemente una imagen de renovación y modernismo. Nótese que, en el caso de los camiones repartidores de vino, por la misma razón

de imagen, muchas veces se toma la decisión contraria, es decir, dar la imagen de tradición y antigüedad en el vino, lo que se logra, entre otros factores, por la no renovación de esos vehículos.

La última columna incluye el valor de las maquinarias al término de la vida útil real definida. En algunos casos puede ser negativo, lo que indica que para deshacerse de la unidad respectiva es preciso pagar.

Al igual que en el caso de las obras físicas, es necesario elaborar un calendario de inversiones de equipos que identifique en el tiempo el momento de hacer la inversión.

Durante la operación del proyecto puede ser necesaria la inversión en equipos, ya sea por ampliación de capacidad o por reemplazo de equipos. El Cuadro 8.2, además de permitir calcular la inversión inicial en equipos, permite elaborar un calendario de reinversiones durante la operación y un calendario de ingresos por venta de equipos y reemplazo.

En el primer caso, tomando como referencia la vida útil de cada equipo, se puede programar las inversiones de reemplazo de aquéllos cuya vida útil termine antes de finalizar el período de evaluación del proyecto. Usando el mismo ejemplo del Cuadro 8.2, puede elaborarse el calendario de reinversiones durante la operación que se indica en el Cuadro 8.3 y que supone que la compra se realiza al término de la vida útil de la maquinaria por reemplazar.

Cuadro 8.3. Calendario de reinversiones en maquinaria durante la operación

MAQUINARIA	MOMENTOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tornos						5 000				
Soldadoras					4 000					4 000
Prensas										6 000
Pulidoras										
Sierras			3 200			3 200			3 200	
Calendario de reinversiones en maquinaria			3 200		4 000	8 200			3 200	10 000

La denominación “momento de reemplazo” y no “daño de reemplazo” se debe a la necesidad de definir los flujos en función de un instante en el tiempo, el que de todas maneras está definido para una unidad de tiempo específica (mes, semestre, año).

Un “momento” representará el instante en que termina un año y se inicia el siguiente. Así, por ejemplo, el momento 3 indica el término del tercer año y el inicio del cuarto año. Por esta razón se supone que las sierras, que son reemplazadas en el momento 3, se comprarán o pagarán en un mes cercano al término del

año tres o al inicio del año cuarto. Sin embargo, en un proyecto donde puede determinarse que el desembolso de la nueva máquina se hace, ya sea con una anticipación o un atraso tal respecto al momento 3, debería incluirse en el momento 2 o en el momento 4, según corresponda. En muchos casos la adquisición y pago⁴ de una maquinaria debe hacerse con relativa anticipación al inicio de su operación. En otros casos, es posible adquirir la maquinaria mediante un crédito directo que permita la postergación del pago a un período posterior al de su compra. Ambas situaciones deben tenerse presentes para la elaboración del calendario de reinversiones.

Si el proyecto se evalúa, como en el ejemplo, a un número de años cuyo término coincide con el momento de reemplazo de la maquinaria, puede optarse ya sea por incluir en ese período la reinversión u omitirla. Sin embargo, cualquiera sea la opción elegida, ésta deberá ser consecuente con el valor que se asignará al proyecto.⁵

El balance de equipos permite también elaborar un cuadro de ingresos por venta de equipos de reemplazo. Al final de la vida útil real de cada equipo, lo más probable es que se destinen a la venta. Siguiendo el mismo raciocinio que en el caso de las reinversiones, se supone que la venta de los equipos se hará lo más cerca posible del momento del reemplazo. Si el proyecto se evalúa en períodos anuales, basta con estimar que la recepción de los ingresos por la venta se hará antes de seis meses, para incluirlos en el momento de reemplazo. Por ejemplo, si la sierra se puede reemplazar en el término del tercer año (momento 3) y se estima su venta antes de seis meses, el ingreso se asignará al momento 3. Sin embargo, si el plazo estimado supera los seis meses, ocho por ejemplo, estará más cerca del momento 4. En consecuencia, se asignará a ese momento.

Las alternativas de valoración de estos equipos pueden ser a valor de mercado, valor libros u otra forma. En parte este punto se analizará en el capítulo 15.

En el Cuadro 8.4 se muestra la forma que adquiere el programa de ingresos por venta de equipos de reemplazo que, como se había señalado, puede aplicarse a maquinarias, vehículos, mobiliario de planta, herramientas y otros. La unidad monetaria que se utilice, debe ser consecuente con la tasa de capitalización que se emplee en el cálculo de un valor global de inversión.

Como se puede apreciar, basta que el estudio técnico proporcione el balance de equipos correspondiente para que el mismo responsable de este estudio o el del estudio financiero elabore los cuadros de cálculo de reinversiones o ingresos por venta de equipos respectivos. Toda la información de respaldo técnico se debe incluir en el texto de la presentación del proyecto.

⁴ Nótese que el factor de referencia es el momento del desembolso y no de la recepción de los equipos.

⁵ En el capítulo 15 se analiza este punto.

Cuadro 8.4. Calendario de ingresos por venta de maquinaria de reemplazo

MAQUINARIA	MOMENTOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tornos						500				
Soldadoras					800					800
Prensas										100
Pulidoras										
Sierras			250			250			250	
Calendario de ingresos por venta de maquinaria			250		800	750			250	900

8.3 Balance de personal

El costo de mano de obra constituye uno de los principales ítems de los costos de operación de un proyecto. La importancia relativa que tenga dentro de éstos dependerá, entre otros aspectos, del grado de automatización del proceso productivo, de la especialización del personal requerido, de la situación del mercado laboral, de las leyes laborales, del número de turnos requeridos, etcétera.

El estudio del proyecto requiere de la identificación y cuantificación del personal que se necesitará en la operación, para determinar el costo de remuneraciones por período. En este sentido, es importante considerar, además de la mano de obra directa (la que trabaja directamente en la transformación del producto), la mano de obra indirecta que presta servicios en tareas complementarias como el mantenimiento de equipos, supervisión, aseo, etcétera.

El cálculo de la remuneración deberá basarse en los precios del mercado laboral vigentes y en consideraciones sobre variaciones futuras en los costos de la mano de obra. Para su cálculo deberá considerarse no el ingreso que percibirá el trabajador, sino el egreso para la empresa que se creará con el proyecto, que incluye, además del sueldo o salario, las leyes sociales, los bonos de *colación* o de alimentación y movilización, gratificaciones, bonos de producción, etcétera.

La elaboración de un balance de personal permite sistematizar la información referida a la mano de obra y calcular el monto de la remuneración del período. En el Cuadro 8.5 se muestra una forma de ordenamiento de la información pertinente al personal que se desprende del estudio técnico.

La primera columna del balance de personal especifica cada uno de los cargos de la planta. Muchas veces es necesario hacer más de un balance, según la magnitud y diversidad de tareas y procesos de producción. En otros casos, es posible prever cambios en los volúmenes de producción que podrían demandar cantidades distintas de personal. Por ello es importante precisar a qué volumen de producción se

Cuadro 8.5. Balance de personal

CARGO	VOLUMEN DE PRODUCCION: XX UNIDADES		
	NUMERO DE PUESTOS	REMUNERACION ANUAL	
		\$ UNITARIO	\$ TOTAL
Supervisores	2	6 000	12 000
Mecánico 1°.	12	4 000	48 000
Mecánico 2°.	20	2 500	50 000
Electricista	10	2 000	20 000
Ayudante 1°.	25	1 600	40 000
Ayudante 2°.	20	1 500	30 000
Jornaleros	30	1 400	42 000
Bodegueros	2	1 200	2 400
Vigilante	4	1 200	4 800

hace el balance, o se trabaja con el supuesto del tamaño técnico del proyecto, para el cual se requiere una nómina específica.

El número de puestos cuantifica en cada cargo el número de personas y su grado de cualificación que se requiere. En las columnas de remuneraciones, unitario y total, se indicará el costo de la mano de obra para la empresa. Es importante destacar que la remuneración debe expresarse en función del período que se considera en la evaluación (mes, año). Así, al sumar la última columna, se obtendrá el monto del costo de la mano de obra por período.

Como se mencionó, en aquellos casos en que el proyecto estima variaciones en los niveles de producción, debido a la existencia de estacionalidades en las ventas o por proyecciones de crecimiento en la demanda, se deberá construir tantos balances de personal como situaciones de éstas se definan, para garantizar la inclusión de todos sus efectos sobre los flujos de fondos definitivos del proyecto.

8.4 Costo de los materiales

El cálculo de los materiales se realiza a partir de un programa de producción que define en primer término el tipo, calidad y cantidad de materiales requeridos para operar a los niveles de producción esperados. Posteriormente, compatibilizándolo con los niveles de inventarios y políticas de compras, se costeará su valor.

La consideración de los niveles de existencias es importante, ya que permitirá determinar lotes de compras que compatibilicen el costo de almacenamiento y conservación de esas existencias con los descuentos que pueden conseguirse en la compra por volumen de los materiales requeridos.

Es importante considerar que los materiales que se debe estudiar no sólo son aquéllos directos (elementos de conversión en el proceso), sino también los indirectos o complementarios del proceso, que van desde útiles de aseo hasta lubricantes de mantenimiento o envases para el producto terminado.

Estimando los costos de materiales, es posible determinar su costo para distintos volúmenes de producción y así obtener el costo total de materiales por

Cuadro 8.6. Balance de materiales

MATERIAL	VOLUMEN DE PRODUCCION: XX UNIDADES			
	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO ANUAL	
			\$ UNITARIO	\$ TOTAL
Harina	Quintal métrico	3 000	10 000	30 000 000
Azúcar	Toneladas	225	110 000	24 750 000
Grasas hidrogenadas	Kilos	3 000	300	900 000
Leche	Litros	150 000	100	15 000 000
Agentes leudantes	Kilos	300	4 00	120 000
Sal	Kilos	2 000	50	100 000
Aromas natural.	Litros	150	500	75 000
Envases	Unidades	2 750 000	5	13 750 000

período, al igual como se señaló, para la mano de obra. También aquí el período en que se cuantifique el costo de los materiales debe determinarse por la unidad de tiempo usada en la evaluación del proyecto. Un balance de materiales se tipifica en el Cuadro 8.6.

Las mismas consideraciones planteadas para el balance de personal deberían reiterarse en un balance de materiales, con la única diferencia de que la diversidad de materiales hace necesario explicitar la unidad de medida que permita su cuantificación, por ejemplo litros, kilogramos, barras, metros lineales, etcétera. En otros términos, debería aplicarse los coeficientes de consumo por unidad de producto para luego aplicar los costos correspondientes.

8.5 Otros costos de fábrica

Cada proyecto tendrá entre sus ítems de costos de fábrica algunos más relevantes que el resto. Según su importancia, será necesario desarrollar tantos balances como ítems lo hagan necesario.

Existen, sin embargo, muchos costos que por su índole no puede agruparse en torno a una variable común. En este caso, se recurrirá a un balance de insumos generales que incluirá todos aquellos insumos que quedan fuera de clasificación. Por ejemplo agua potable, energía eléctrica, combustible, seguros, arriendos, etcétera.

El balance de insumos generales es igual al balance de materiales, con la sola diferencia de que agrupará insumos de carácter heterogéneo. El cuadro 8.7. muestra la forma como debe adoptarse este balance.

Todas las consideraciones hechas para el balance de materiales son válidas para el balance de insumos generales. En muchos casos algunos insumos generales, materiales y principalmente equipos, son importados del exterior. En este caso,

Cuadro 8.7. Balance de insumos generales

INSUMO	VOLUMEN DE PRODUCCION: XX UNIDADES			
	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO ANUAL	
			\$ UNITARIO	\$ TOTAL
Agua potable	m. ³	480 000	15	7 200 000
Energía	Kw.	5 000 000	14	70 000 000
Petróleo	litros	120 000	50	6 000 000
Soldadura	Metros	14 000	200	2 800 000
Pintura	Galones	200	1 600	320 000

será importante especificar los costos FOB y CIF, así como todas las variables que permitan caracterizar los efectos sobre el proyecto. Por ejemplo, país de origen, tipo y costo del flete, tipo de cambio vigente, condiciones de compra, mermas y pérdidas estimadas, etcétera. De igual manera deberá incluirse todos aquellos juicios que permitan visualizar posibles cambios en las condiciones entre el período de evaluación y la implementación del proyecto.

Un ítem de resguardo que se incluye comúnmente en los proyectos es el de imprevistos. Este puede considerarse como un ítem global sobre la inversión o costos del proyecto o como distintos ítems asociados a cada variable o elemento de costo. Así, por ejemplo, se calcula un margen de imprevistos en la construcción de la obra física, otro en el equipamiento de maquinarias, otro en el de herramientas, en los costos de operación en materiales, mano de obra o insumos generales. Como se verá en el capítulo 19, a través de la sensibilización del proyecto es posible obviar el ítem de imprevistos en los flujos originales del proyecto, para disponer un flujo lo más real posible que queda sujeto a ajuste como resultado de la sensibilización.

8.6 Resumen

En el capítulo 8 se analizó un procedimiento de ordenación y presentación de la información relativa a las inversiones, costos de operación e ingresos que se desprenden del estudio de ingeniería del proyecto.

A este respecto, la elaboración de distintos tipos de balances pasa a constituir la principal fuente de sistematización de la información económica que se desprende del estudio técnico. Deberán utilizarse formularios similares para presentar los antecedentes económicos que se desprendan del estudio organizacional.

El estudio técnico no es un estudio aislado ni tampoco uno que se refiera exclusivamente a cuestiones relacionadas con la producción del proyecto. Por el contrario, deberá tomar la información del estudio de mercado referente a necesidad de locales de venta y distribución, para determinar la inversión en la obra física respectiva. De igual forma deberá procederse respecto al estudio organiza-

cional para el dimensionamiento y cuantificación de la inversión en oficinas, bodegas, accesos y otras inversiones de carácter administrativo y gerencial.

La ordenación de la información relativa a obra física se efectúa en un cuadro que se denomina balance de obra física que permite identificar individualmente todos los ítems de costo, así como su valoración. De esta forma se posibilita el análisis sistematizado de los elementos de costo.

En muchos casos la obra física requerida se arrienda, en lugar de adquirirla o construirla. En esta situación, el canon de arrendamiento constituye un costo de operación que se excluye de la inversión inicial para considerarlo en el flujo de egresos del proyecto.

No todas las inversiones en obra física se realizan antes de la puesta en marcha del proyecto. En muchos casos será necesario hacer inversiones durante la operación, sean ellas por ampliaciones programadas o por reemplazo de obras.

La presentación de la información que se refiere a equipamiento se hace a través de un balance de equipos, que permite identificar cada uno de ellos, su costo, número, fecha de renovación y valor residual al momento de su liquidación. En función de la complejidad, diversidad y cantidad de equipos, podrán elaborarse balances particulares de maquinarias, vehículos, herramientas, mobiliario de planta, etcétera.

Si durante la operación del proyecto se consideran inversiones en equipos, deberán hacerse tantos balances como tamaños de planta existan.

La información contenida en estos balances permitirá por sí sola la elaboración de un calendario de reinversiones en equipos y un calendario de ingresos por venta de equipos de reemplazo.

La presentación de los elementos de volumen y calificación de costo de la mano de obra requerida se hacen mediante un balance de mano de obra, que incluye, para cada tamaño de planta, una descripción del cargo, el número de puestos y la remuneración unitaria y total de ellos.

De igual forma, la información sobre todos los materiales requeridos en la operación del proyecto se ordena en un balance de materiales que identifica el ítem, la cantidad requerida, la unidad de medida, el costo unitario en función de su unidad de medida y del costo total.

El resto de los costos de fábrica se ordenan en un balance de insumos generales, que tiene un formato idéntico al del balance de materiales.

Un ítem de resguardo que se incluye normalmente es el de imprevistos, el cual puede considerarse como un ítem especial o bien incorporarse en el valor de cada una de las otras variables.

Dos aspectos específicos, como son tamaño y localización, se analizan por separado en los dos capítulos siguientes.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. Analice los distintos tipos de inversiones en obra física que se realizan durante la operación del proyecto.
2. Identifique los principales tipos de balances de equipos y las variables que debe incluir cada uno.
3. Explique el concepto de vida útil en un balance de equipos.

4. El valor residual que se obtiene en la venta de un equipo puede ser negativo. Comente.
5. Explique en qué consisten el "calendario de reinversiones en equipo durante la operación" y el "calendario de ingresos por venta de equipos de reemplazo".
6. Analice en qué casos es pertinente identificar el volumen de producción en un balance de mano de obra.
7. ¿Qué variables influyen principalmente en la determinación del programa de compra de materiales?
8. ¿Cuáles son los principales elementos que se debe especificar en las inversiones de origen extranjero?
9. Analice la forma de considerar los imprevistos del proyecto.

BIBLIOGRAFIA

- HEITGER, L. y MATULICH, S. *Cost Accounting* U.S.A.: McGraw-Hill, Inc., 1985.
- MATTHEWS, Lawrence. *Estimación de costos de fabricación*. México: Mc Graw-Hill, 1984.
- SAPAG, Nassir, DEL PEDREGAL, A. y DEL SOLAR, C. *El estudio técnico en la preparación y evaluación de proyectos* (tesis). Santiago: Universidad de Chile, Depto. de Administración, 1981.

CAPITULO 9

DECISIONES DE TAMAÑO

Uno de los aspectos fundamentales del estudio técnico de un proyecto es la definición de su tamaño. El estudio de mercado provee información para la estimación de una demanda futura, que puede ser variable en el tiempo y que sirve como referencia para la determinación del tamaño del proyecto.

Sin embargo, si bien el tamaño es controlable a largo plazo, manifiesta una considerable inflexibilidad para adecuarse a las condiciones imperantes a través del tiempo. Por ello, es fundamental que el criterio de decisión se base en la máxima rigurosidad científica posible para evitar arbitrariedades.

En este capítulo se analizan distintos métodos para la definición del tamaño adecuado para un proyecto. Obviamente, se deberá elegir el más apropiado a cada situación sobre la base de los criterios que se proporcionan en las siguientes páginas.

9.1 El análisis del tamaño de un proyecto

El tamaño de un proyecto mide la relación de la capacidad productiva durante un período considerado normal para las características de cada proyecto en particular. Por ejemplo, el tamaño de una embotelladora se mide como 60.000.000 de unidades al año, durante 300 días hábiles con turno de trabajo de 8 horas diarias. En ciertos casos, el proceso técnico propio del proyecto hace innecesario definir un período de tiempo normal, puesto que exige una operación de tipo continuo.

El tamaño está íntimamente ligado con las variables de oferta y demanda del producto y con todos los demás aspectos del proyecto. En términos óptimos, el tamaño no debería ser mayor que la demanda actual y esperada del mercado, ni la cantidad demandada menor que el tamaño mínimo económico del proyecto.

Al definir el tamaño como una función de la capacidad, se hace necesario diferenciar las capacidades teórica, máxima y normal. La capacidad teórica es aquel volumen de producción que, con técnicas óptimas, permite operar al mínimo costo unitario. La capacidad máxima es el volumen máximo de producción que se puede lograr sometiendo los equipos a su pleno uso, independientemente de los costos de producción que genere. La capacidad normal es aquella que, en las condiciones que se estima regirán durante la ejecución del proyecto ya implementado, permitan operar a un mínimo costo unitario. En la definición del tamaño del proyecto deberá utilizarse el concepto de capacidad normal, aun cuando para algún equipo en particular se defina una capacidad máxima.

Al adecuarse la producción principalmente a la demanda y a la disponibilidad de insumos, la capacidad normal generalmente no corresponderá a la capacidad instalada máxima.

Por otra parte, al definir el tamaño también como una función del tiempo, es preciso considerar que la estacionalidad en el suministro de algunas materias condiciona el uso de la capacidad instalada. En estos casos, cuando sólo se puede operar a plena capacidad en algunos períodos del año, no existe una sobrestimación del tamaño, ya que la capacidad de la planta se determina para aquellos períodos de operación máxima.

De igual forma, debe considerarse la operación en su conjunto para definir los tamaños específicos de cada centro de producción, e incluso en nivel de cada máquina en particular. Esto, por la posible existencia de "cuellos de botella" que hagan necesarios segundos y terceros turnos de trabajo en sólo algunas unidades de producción.

9.2 Variables determinantes del tamaño

Generalmente se define la dimensión del mercado como la más importante variable determinante del tamaño del proyecto. Sin embargo, no es posible tomar una decisión fundándose exclusivamente en este factor. Complementariamente, debe evaluarse la tecnología del proceso productivo, la disponibilidad de insumos, la localización y el financiamiento del proyecto, entre otros factores, puesto que condicionan interrelacionadamente su tamaño.

El mercado tiene una influencia tan grande como compleja para definir el tamaño del proyecto. Según las Naciones Unidas, es posible distinguir tres situaciones básicas del tamaño respecto al mercado: aquella en que la demanda total sea claramente menor que la menor de las unidades productoras posibles de instalar; aquella en que la demanda sea igual a la capacidad mínima que se puede instalar, y aquella en que la demanda sea superior a la mayor de las unidades productoras posibles de instalar.¹

Para medir esto se define la función demanda con la cual se enfrenta el proyecto en estudio y se analizan sus proyecciones futuras. El objeto de esto es

¹ NACIONES UNIDAS. *Manual de proyectos de desarrollo económico* (publicación 5.58.11.G.5.). México, 1958, p. 36.

que el tamaño no debe responder a una situación coyuntural de corto plazo, sino que debe optimizarse frente al dinamismo de la demanda. Esto podría, por ejemplo, hacer recomendable definir un tamaño superior al necesario para cubrir la demanda actual, pero adecuado a las expectativas de su crecimiento.

Lo anterior tiene que evaluarse considerando los costos unitarios que imponen las economías de escala. Obviamente, éstas disminuirán a medida que se utilice un mayor porcentaje de la capacidad instalada.

Si bien el volumen de materia prima consumida varía casi proporcionalmente con la producción, los requerimientos de mano de obra y bienes de capital aumentan menos que proporcionalmente respecto al producto. Lo mismo ocurre con los gastos de distribución y ventas, que varían en relación menos que proporcional frente a cambios en la producción.

El análisis del costo de operación debe medirse en función de la capacidad instalada y la capacidad de uso. Mientras más se utiliza la capacidad instalada, menor es el costo de fabricación unitario, ya que los gastos fijos se prorratan entre un mayor número de productos. Sin embargo, no siempre las economías de escala se obtienen con tamaños mayores. Puede suceder que sobre cierto tamaño empiecen a producirse deseconomías de escala, por las nuevas inversiones de capital, entre otras, que se requerirían.

Las principales causas que motivan economías de escala son las posibilidades de obtener mejores precios por la compra al por mayor de materia prima, por la distribución entre más productos de los gastos fijos de administración, comercialización y supervisión; por la especialización del trabajo; por la integración de procesos; por el movimiento continuo de materiales, etcétera.

El análisis de la demanda proyectada tiene tanto interés como la distribución geográfica del mercado. Muchas veces esta variable conducirá a seleccionar distintos tamaños, dependiendo de la decisión respecto a definir una o varias fábricas de tamaño igual o diferente situadas en distintos lugares y con número de turnos que pudieran variar entre ellos. Por ejemplo, las economías de escala harán recomendable una planta de mayor tamaño que cubra una mayor extensión geográfica. Sin embargo, esto hará subir los costos de distribución, con un efecto contrario a las economías de escala.

Otra variable que condiciona el tamaño del proyecto es el proceso tecnológico. Muchas veces éste impone una escala de producción mínima que, en algunos casos, podría ser superior a la capacidad de uso planeada y que, por lo tanto, eleva los costos de operación a niveles que pueden hacer recomendable el abandono de la idea del proyecto. Este mismo problema se presenta si se considera que los insumos pueden no estar disponibles en la cantidad deseada, limitando la capacidad de uso del proyecto a la disponibilidad de cualquier insumo, elevando también los costos y produciendo los mismos efectos señalados. En este caso es preciso analizar, además de los niveles de recursos existentes en el momento del estudio, aquéllos que se esperan a futuro. Entre otros aspectos, será necesario analizar las reservas de recursos renovables y no renovables, la existencia de insumos sustitutos y problemas de orden político.

La identificación de las variables pertinentes se hace principalmente necesaria, ya que no todos los factores tienen el mismo grado de influencia en la determinación del tamaño. Junto con su identificación deben definirse y analizarse las interrelaciones existentes entre ellos.

Los factores definidos como pertinentes deben estudiarse con el objeto de determinar las restricciones que limitan tanto el tamaño mínimo del proyecto como el máximo. En algunos casos pueden existir restricciones al tamaño que lo hagan no factible en relación con otras variables. Por ejemplo, el proceso productivo puede implicar un tamaño mínimo que la capacidad financiera del inversionista no puede financiar.

En algunos casos la tecnología utilizada permite la ampliación de la capacidad productiva en tramos fijos. En otras ocasiones, la tecnología del proceso impide el crecimiento paulatino de la capacidad, por lo que puede ser recomendable invertir inicialmente en una capacidad instalada superior a la requerida en una primera etapa, si se prevé que en el futuro el comportamiento del mercado, la disponibilidad de insumos u otra variable hará posible una utilización rentable de esa mayor capacidad. El análisis de los rangos de variación del tamaño permitirá determinar los límites dentro de los cuales se fijará el tamaño del proyecto.

9.3 La optimización del tamaño²

La determinación del tamaño debe basarse en dos consideraciones que confieren un carácter cambiante a la optimalidad del proyecto: 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 evaluación que se realice de estas variables tiene por objeto determinar los costos y beneficios de las diferentes alternativas posibles de implementar.

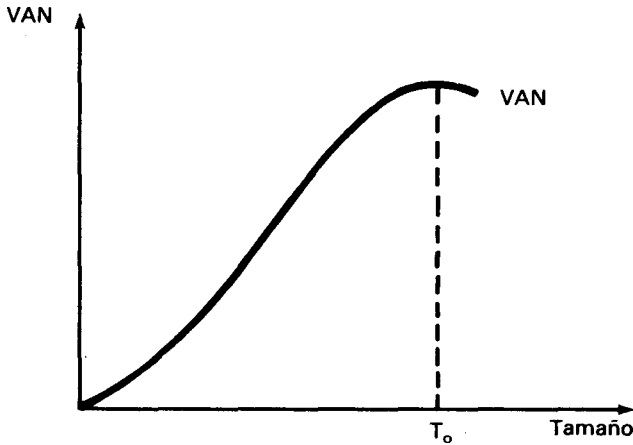
Mediante un análisis de sensibilidad, se analiza el efecto de variaciones en una alternativa de tamaño dada, expandiéndolo o reduciéndolo, para que a través de aproximaciones sucesivas pueda definirse aquella a la que corresponda un mayor valor actual neto.

El criterio que se emplea en este cálculo es el mismo que se sigue para evaluar el proyecto global y que se define en el capítulo 17. La única diferencia en el procedimiento es que al evaluar el valor actual neto para determinar el tamaño se permiten aproximaciones en las cifras, que al evaluar el proyecto deben desagregarse lo suficiente para permitir su análisis individual.

La complejidad de este procedimiento, no tanto por dificultad como por magnitud, hace recomendable el análisis mediante flujos adecuados. En este caso, es posible definir una tasa interna de retorno marginal del tamaño, que correspondería a la tasa de descuento que hace nulo al flujo de las diferencias entre los ingresos y egresos de los tamaños de alternativa.

Mientras la tasa marginal sea superior a la tasa de corte definida para el proyecto, convendrá aumentar el tamaño. El nivel óptimo estará dado por el punto en el cual ambas tasas se igualan. Esta condición se cumple cuando el tamaño del proyecto se incrementa hasta que el beneficio marginal del último aumento sea igual a su costo marginal, medidos ambos en moneda de un mismo período. En otras palabras, cuando se maximiza su valor actual neto.

² El estudio de esta sección requiere del análisis previo de los capítulos 16 y 17.

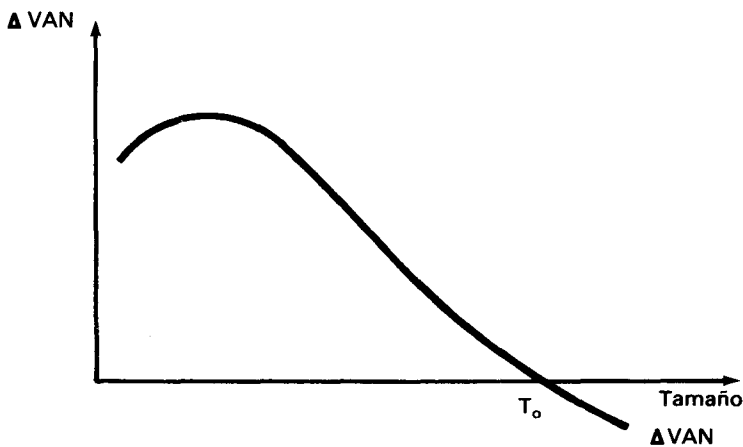
Gráfico 9.1. Relación entre el VAN y el tamaño del proyecto

La función VAN del proyecto para distintos tamaños puede adoptar una forma como la del Gráfico 9.1.

El tamaño óptimo T_0 corresponde al mayor valor actual neto de las alternativas analizadas, es decir, cuando la diferencia entre ingresos y egresos actualizados se maximiza. Si se determina la función de la curva, este punto 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.

El mismo resultado se obtiene si se analiza el incremento de VAN que se logra con aumentos de tamaño. En este caso, la curva adopta la forma del Gráfico 9.2.

El punto T_0 indica que el incremento del tamaño no incrementa al VAN en ese punto. Es decir, el costo marginal se iguala al ingreso marginal.

Gráfico 9.2. Relación entre el VAN incremental y el tamaño del proyecto

Matemáticamente, el tamaño óptimo se puede calcular derivando esta función. Si se expresa el VAN en función del tamaño, se podría definir la siguiente igualdad:

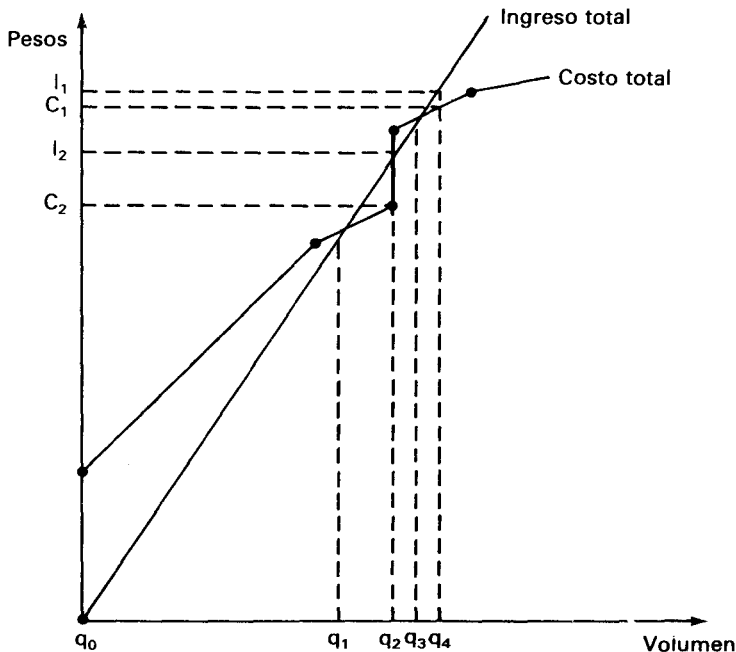
$$VAN(T) = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t(T)}{(1+i)^t} - I_0(T). \tag{9.1}$$

Luego, para calcular el punto que hace igual a cero al VAN marginal, se deriva la función de la siguiente forma:

$$\frac{dVAN(T)}{dT} = \sum_{t=1}^n \frac{dBN_t(T)}{dT} - \frac{dI_0(T)}{dT} = 0. \tag{9.2}$$

La mayor demanda de un producto que tiene un margen de contribución positivo, no siempre hace que la utilidad se incremente. De acuerdo con lo señalado en el capítulo 7, la estructura de costos se mantiene constante dentro de ciertos límites. Sobre cierto nivel de producción, es posible que ciertos costos bajen, por economías de escala, mientras otros suben. También es posible que para poder vender más de cierto volumen, los precios deben reducirse, con lo cual el ingreso marginal se incrementa a tasas decrecientes. Suponiendo que no hay cambios en los ingresos, es posible retomar el análisis del capítulo 7, incorporando el efecto ingreso en la función de costo del Gráfico 7.6. Esto se muestra en el Gráfico 9.3., donde se aprecia que el ingreso supera los costos totales en dos tramos diferentes. Si el tamaño está entre q_0 y q_1 , o entre q_2 y q_3 , los ingresos no alcanzan a cubrir los costos, con lo que se tendrían pérdidas. Si el tamaño estuviese entre q_1 y q_2 o sobre q_3 , se tendrían utilidades.

Gráfico 9.3. Puntos de equilibrio



El Gráfico 9.3. permite explicar un problema frecuente en las evaluaciones. En muchos casos se mide la viabilidad de un proyecto para un tamaño que satisfaga la demanda esperada, determinándose su rentabilidad y, por ende, recomendándose la inversión. Sin embargo, a veces es posible encontrar tamaños inferiores que satisfagan menos demanda pero que maximicen el retorno para el inversionista. En el Gráfico 9.3., la demanda esperada podría recomendar un tamaño q_4 que permite la obtención de utilidades, pero en forma menos atractiva que la utilidad que podría obtenerse para un tamaño q_2 , que además podría involucrar menores inversiones y menor riesgo, al quedar supeditado el resultado a una menor cobertura del mercado.

9.4 El modelo de la máxima utilidad

En la Parte V de este texto se demostrará que los análisis de resultados basados en informaciones contables carecen de validez para tomar una decisión. Sin embargo, como se planteó en la sección anterior, la decisión de tamaño puede realizarse sobre la base de aproximaciones confiables. Una de estas aproximaciones es el método de la máxima utilidad contable.

El modelo de la máxima utilidad propone un procedimiento de bastante mayor simplicidad que el indicado en la sección anterior, al fundamentarse en una estimación de las ventas y costos asociados a distintas alternativas de tamaño, donde se opta por el que maximiza la utilidad. Se diferencia del anterior, entre otras características, en que trabaja con flujos devengados y no reales, no considera la inversión inicial (sólo su equivalente en depreciación) y supone que no existen ni reinversiones ni un valor residual del proyecto.

El peligro de este método reside en considerar la utilidad como una medida de rentabilidad. Las Naciones Unidas³ plantean que la alternativa de mayor utilidad será la misma que tenga la mayor rentabilidad sólo si los costos totales de producción son proporcionales al capital. Si esto fuese así, siguiendo su mismo raciocinio, se tendría:

$$\frac{V}{C} = \frac{C + U}{C}, \quad (9.3)$$

que es lo mismo que:

$$\frac{V}{C} = 1 + \frac{U}{C}, \quad (9.4)$$

donde por V se denomina a las ventas, por C al costo y por U a la utilidad.

Si además se denomina K al capital y r a una constante de proporcionalidad en cuya virtud $C = rK$, la ecuación 9.4 se traduciría en:

³ NACIONES UNIDAS, *Manual de Proyectos...*, p. 116.

$$\frac{V}{C} = 1 + \frac{U}{rK}, \quad (9.5)$$

que es lo mismo que:

$$\frac{V}{C} = 1 + a \frac{U}{K}, \quad (9.6)$$

siendo a igual a la inversa de r .

Sólo en este caso $\frac{U}{K}$ y $1 + a \frac{U}{K}$ alcanzarán el máximo simultáneamente, por ser una constante.

Sin embargo, la proporcionalidad entre los costos totales y el capital no existe para diferentes tamaños. La duplicación del tamaño, por ejemplo, no necesariamente requerirá de una duplicación del capital ni de cada uno de los insumos. Al variar su composición, a deja de ser constante y por lo tanto la rentabilidad máxima puede lograrse en un tamaño diferente al de la utilidad máxima.

Un modelo alternativo es el que se propuso en el capítulo 7, donde se analizaron algunas modificaciones al modelo de costo-volumen-utilidad, incorporando al modelo tradicional algunas variables que determinan que el criterio de evaluación basado en el valor actual neto tenga más utilidad como elemento de decisión.

Para ello es posible retomar la ecuación 7.14 y medir el resultado esperado para diferentes tamaños alternativos de operación. Despejando en esa ecuación el tamaño x , se calcula el nivel mínimo de operación que hace atractiva la implementación del proyecto para una alternativa tecnológica y estructura de costos determinada. Esto es:

$$x = \frac{(F + \text{Dep} + iD)(1 - t) - rA + Ii}{(p - v - i \text{ jpd})(1 - t) - rjpa} \quad (9.7)$$

9.5 Economía del tamaño

En la sección anterior se señaló que no existe una proporcionalidad entre los costos totales y el tamaño del proyecto. Lo mismo sucede con las inversiones iniciales. Al no tener un carácter de linealidad, su duplicación no doblará el tamaño.

Para relacionar las inversiones inherentes a un tamaño dado con las que corresponderían a un tamaño mayor, se define la siguiente ecuación:

$$I_t = I_o \left[\frac{T_t}{T_o} \right]^\alpha, \quad (9.8)$$

donde

I_t = Inversión necesaria para un tamaño T_t de planta

I_o = Inversión necesaria para un tamaño T_o de planta

T_o = Tamaño de planta utilizado como base de referencia

α = Exponente del factor escala

El exponente del factor de escala es, obviamente, el antecedente más difícil de calcular. Sin embargo, las Naciones Unidas⁴ publicaron una lista de factores calculados para las industrias químicas, petroquímicas y automovilísticas. Por ejemplo, los factores de escala calculados para la industria química y petroquímica fueron, por producto, los siguientes:

PRODUCTOS	α
Acido sulfúrico (procedimiento de contacto)	0,73
Azufre (a partir de SH_2)	0,64
Acido nítrico	0,93
Oxígeno	0,65
Estireno	0,65
GR-S (caucho sintético)	0,63
Etileno	0,86
Reformación catalítica	0,62
Refinación de petróleo	0,67

Si, por ejemplo, se ha determinado que la inversión necesaria para implementar un proyecto para la producción de azufre a partir de SH_2 y con una capacidad de 30 000 toneladas anuales es de \$18 000 000, para definir la inversión requerida para producir 60 000 toneladas anuales se reemplazan estos valores en la ecuación 9.8 utilizando el α correspondiente. De esta forma, se tiene que:

$$I_t = 18\,000\,000 \left[\frac{60\,000}{30\,000} \right]^{0.64},$$

de donde resulta que la inversión asociada a este tamaño de planta sería \$28 049 925.

9.6 El tamaño de un proyecto con demanda creciente

Al analizar las variables determinantes del tamaño del proyecto, se planteó la necesidad de considerar el comportamiento futuro de la demanda como una forma de optimizar la decisión, no tanto en respuesta a una realidad coyuntural como a una situación dinámica en el tiempo.

Si se han estimado con cierta certeza la vida útil de los equipos por utilizar y el crecimiento de la demanda, el tamaño óptimo del proyecto será aquél que permita mantener al mínimo los costos totales durante la vida útil estimada.

Al proyectar la demanda esperada, se puede disponer de un cuadro anual de demandas normalmente crecientes. Al aplicar la ecuación 9.9, se calcula el número de períodos (años) en que se desarrolla el mercado desde que se inicia la producción de la empresa creada por el proyecto. La demanda que se observa en el período en que el mercado llega a su desarrollo óptimo, corresponde al tamaño óptimo.

⁴ NACIONES UNIDAS, *Industrialización y productividad*. Boletín N° 20, abril de 1974.

$$\frac{1}{R^n} = 1 - 2 \left[\frac{1 - \alpha}{\alpha} \right] \left[\frac{R - 1}{R + 1} \right]^{N-n}, \tag{9.9}$$

donde

- R = Desarrollo porcentual de la demanda
- α = Exponente del factor de escala
- N = Vida útil del equipo
- n = Período óptimo

El desarrollo porcentual de la demanda (R) es una función de la tasa de crecimiento estimada del mercado (r), que se puede expresar de la siguiente forma:

$$R = (1 + r). \tag{9.10}$$

Una vez calculado el n óptimo , se incorpora en la fórmula siguiente, para determinar el tamaño óptimo del proyecto:

$$D_n = D_0 (1 + r)^n, \tag{9.11}$$

donde:

- D_0 = Magnitud del mercado actual
- D_n = Tamaño óptimo

Obviamente, este procedimiento sólo considera la restricción del mercado, sin incorporar las limitaciones que imponen las variables señaladas en la sección 9.2. anterior.

La aplicación de estas fórmulas supone disponer de información confiable relativa a la magnitud del mercado actual, al desarrollo esperado del mercado, a la vida útil del equipo y al exponente del costo de capital.

Supóngase que se ha determinado una magnitud del mercado actual de 1.000 unidades diarias. Para definir el tamaño óptimo se dispone de la siguiente información:

- Tasa de crecimiento del mercado: 5% anual
- Vida útil estimada de los equipos: 10 años
- Exponente del factor de escala: 0.6

Al reemplazar mediante estos valores en la ecuación 9.9 se tiene:

$$\frac{1}{(1 + 0.05)^n} = 1 - 2 \left[\frac{1 - 0.6}{0.6} \right] \left[\frac{(1 + 0.05) - 1}{(1 + 0.05) + 1} \right]^{10-n},$$

qué es lo mismo que:

$$1 = (1 + 0.05)^n - 2(1 + 0.05)^n \left[\frac{1-0.6}{0.6} \right] \left[\frac{(1+0.05) - 1}{(1+0.05) + 1} \right]^{10-n},$$

o sea:

$$1 = (1.05)^n - 1.33(1.05)^n (0.0244)^{10-n}.$$

Por el método de aproximaciones sucesivas se determinó que el valor de n es 9,6 años, aproximadamente.

Al aplicar el valor calculado a la ecuación 9.11 se tiene:

$$D_{9,6} = 1\ 000 (1.05)^{9,6},$$

de donde se obtiene que:

$$D_n = 1\ 597.41.$$

Esto señala que el tamaño óptimo en función de las expectativas de crecimiento del mercado debería programarse para satisfacer una demanda de 1. 597 unidades. Es obvio que éste es sólo un antecedente más para tomar la decisión.

9.7 Resumen

En el capítulo 9 se desarrolló uno de los factores más importantes en la preparación de un proyecto: su tamaño. La gran influencia de este factor en el resultado de la evaluación ha significado que prosperen escasas técnicas de análisis para su aplicación a decisiones sobre esta materia. Una de ellas, que presenta grandes ventajas comparativas sobre el resto, es la de la optimización del VAN del proyecto. Es decir, el tamaño no se considera como un objetivo en sí mismo, sino que se determina en función de su contribución al resultado del proyecto. Las alternativas de tamaño que se incluyen en la optimización del VAN son condicionadas, a su vez, por las que se han denominado variables determinantes del tamaño. De esta forma, las alternativas consideradas superan las restricciones planteadas por el mercado, la tecnología, las economías de escala y otras.

Otros modelos, como el de la máxima utilidad, contribuyen como técnica individual de análisis, pero sólo incorporando información aproximada, por el carácter contable de sus fuentes. Es preciso señalar, sin embargo, que las estimaciones contables no son más complejas que las necesarias para la evaluación por el criterio del VAN, aunque sus resultados sí son menos confiables.

De igual forma, los procedimientos para calcular las inversiones para distintos tamaños, basados en exponentes de algún factor de escala previamente determinado, constituyen sólo una aproximación válida únicamente en nivel de prefactibilidad y nada más que en los casos en que la aproximación se justifique.

Cualquiera sea el caso, el comportamiento futuro de la demanda no puede excluirse de ningún análisis. Aunque lo óptimo sería incluir sus variaciones futuras en el flujo de caja elaborado para calcular el VAN del proyecto, existen algunos procedimientos que se aproximan a un resultado. Su aplicación, salvo contadas excepciones, conduce a error, por no considerar otras variables determinantes del tamaño.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. El tamaño de un proyecto nunca debe ser mayor que la demanda actual. Comente.
2. ¿Por qué se dice que el tamaño es función del tiempo?
3. ¿Cuáles son las principales variables determinantes del tamaño?
4. ¿Qué se entiende por “economías de escala”?
5. ¿Cuáles son las principales causas que motivan la búsqueda de economías de escala?
6. Explique la relación que existe entre el tamaño y la distribución geográfica de un proyecto.
7. ¿De qué manera el proceso tecnológico condiciona el tamaño de un proyecto?
8. ¿Qué se entiende por “tasa interna de retorno marginal del tamaño”?
9. ¿Cómo es posible determinar conceptual y matemáticamente el tamaño óptimo de un proyecto?
10. ¿Cuáles son las características principales del modelo de la máxima utilidad?
11. ¿Qué es el “exponente del factor de escala”?
12. ¿Qué limitación presenta el método de demanda creciente para el cálculo del tamaño óptimo de un proyecto y en qué condiciones es aplicable?
13. En la fabricación de cada unidad de un producto se consume una hora máquina y una hora de mano de obra.
La tasa de MO es de \$400. Los materiales usados en cada unidad se valoran en \$300 y los CIF variables se estiman en \$200 por unidad.
Los CIF fijos anuales alcanzan a \$12 000 000.
Los costos de MO corresponden a \$24 000 000. La tasa de \$400 es el resultado de su prorrateo entre 60.000 unidades que se espera producir el próximo año.
Los gastos de administración y ventas variables alcanzan a \$100 la unidad, mientras que los fijos anuales a \$3 000 000. Para producir 60.000 unidades se requieren activos valorados en \$60 000 000. Para capital de trabajo, se deberá considerar una inversión equivalente a un 25% de las ventas.
El inversionista desea una rentabilidad del 20%. Si la tasa de impuestos es de un 10%, ¿cuál es el resultado esperado para este tamaño de operación? Para mantener una rentabilidad de 20%, ¿qué cantidad se deberá vender para poder hacerlo a \$1 300 la unidad?
14. En un estudio de prefactibilidad, se busca determinar la demanda mínima que el estudio de mercado debe demostrar para que el proyecto continúe evaluándose.
Se dispone de los siguientes antecedentes:
 - a) La competencia cobra un precio único de \$1 000 la unidad.
 - b) Existe un tamaño de planta mínimo que claramente supera la capacidad de demanda del mercado.
 - c) La inversión total se espera sea del orden de los \$40 000 000. Será financiado en un 75% por préstamo al 10% y el resto con aportes que requieren un retorno del 14%.
 - d) El costo variable unitario es de \$300.
 - e) El costo fijo, incluyendo depreciación, es de \$6 000 000 anuales.
 - f) El capital de trabajo equivale a un 40% de las ventas anuales. Será financiado todo con capital propio.
 - g) La tasa de impuesto es de un 10%.
15. Para un nuevo proyecto, se estiman los siguientes costos fijos en función del nivel de producción.

Unidades		Costos fijos anuales
0	a	500 000
		\$ 5 000 000
500 001	a	1 000 000
		\$ 8 500 000
1 000 001	a	1 500 000
		\$ 10 200 000
1 500 001	a	2 000 000
		\$ 12 200 000

A una capacidad normal de 1 400 000 unidades se estimaron costos variables de \$8 400 000. La capacidad total instalada permite una producción de 2 000 000 unidades anuales.

A una demanda asegurada de 1 000 000 de unidades anuales con un precio de venta \$15, ¿cuál es el número mínimo de unidades adicionales que se necesita vender al precio de \$13 por unidad para mostrar una utilidad de \$1 000 000 anuales?

CASO: CIA. AEREA NACIONAL, S.A.

La dirección de la Compañía Aérea Nacional, S.A., se encontraba reunida para dar solución al problema de aumento en la demanda de viajes a las ciudades de Texia y Wanda, desde y hacia la capital, Incor.*

El directorio estaba formado por cinco miembros; el Sr. Zolti, su presidente; cuatro directores, los señores Piazz, Chira, Covas y Olk, los cuales tenían distintas posiciones frente al problema. Participaba además en la reunión un sobrino del Sr. Zolti, el Sr. Kunz, egresado de administración de la Universidad de Incor.

Transcurridas ya casi dos horas de reunión se había logrado consenso respecto a que sería necesario adquirir un nuevo avión que permitiera satisfacer el exceso de demanda detectado en los tramos Texia-Incor y Wanda-Incor.

Ahora la discusión se ha centrado fundamentalmente en la elección de uno de dos modelos de aviones existentes en el mercado, que permitirían satisfacer los mayores niveles de demanda.

"Yo opino", dice el Sr. Piazz, "que el modelo F-25 es el que más nos conviene, ya que tiene una capacidad de 50 pasajeros; en cambio el F-20 sólo posee una capacidad de 38 pasajeros".

"Yo creo", dice el Sr. Zolti, "que no debemos olvidar los costos. Es cierto que el F-25 posee mayor capacidad, pero también requiere de 222 litros de combustible (\$1 = 1 lt) por hora de vuelo; en cambio, el F-20 sólo necesita 180 litros".

"Es necesario agregar, además", plantea el Sr. Chira, "que también existen ahorros del F-20 en relación al F-25, en términos de tripulación, ya que por ser un modelo más pequeño requiere sólo de cuatro tripulantes, en lugar de cinco, lo que se traduce en un ahorro de \$6 por hora de vuelo".

"Yo no sé cuál es el problema", opina el Sr. Covas, "si ambos modelos de aviones tardarán cinco horas entre Incor y Texia, ida y vuelta, y tres y media hora entre Incor y Wanda, ida y vuelta. Además, los dos modelos nos significan una inversión de \$680 000".

"Es cierto lo que usted dice, Sr. Covas", plantea el Sr. Olk, "respecto a los niveles de inversión y horas de vuelo, pero no debemos olvidar que el F-25 que se nos ofrece ha cumplido un año volando ocho horas diarias, y sus horas de vuelo útil recién salido de fábrica estaban estimadas en 18.420 horas; en cambio, el F-20 cuenta con sólo 15.500 horas de vuelo útil recién salido de fábrica".

"Además", plantea el Sr. Zolti, "el F-20 lo compramos nuevo y sus costos de mantención son de \$54 por hora de vuelo, en comparación con los \$60 del F-25".

"Creo que hemos dejado de lado", opina el Sr. Covas, "que el estudio de mercado realizado por nuestro Departamento de Marketing determinó el siguiente cuadro de demanda diaria de pasajes para nuestra línea":

	INCOR	WANDA	TEXIA
INCOR	—	22	45
WANDA	22	—	—
TEXIA	45	—	—

*Véase el Anexo I.

“Usted tiene mucha razón”, dice el Sr. Chira, “y también es rescatable de dicho estudio la variable precio para los distintos itinerarios de viaje, la que es de \$60 por pasajero para el tramo Incor-Texia-Incor y de \$55 para el de Incor-Wanda-Incor”.

“No han pensado ustedes”, recalca el Sr. Piazz, “en los costos variables, que son de \$4 por hora de vuelo por concepto de alimentación, tintorería, etcétera, y que son iguales para ambos modelos, al igual que los seguros que son de \$4 por hora de vuelo”.

Se había tornado tan acalorada la reunión que el Sr. Zolti se percató de que se requería de un estudio más acabado de la situación, para poder así llegar a la solución óptima. Por tal motivo encomendó al Sr. Kunz la evaluación de ambas alternativas y que recomendará una solución técnicamente analizada.

Anexo 1

Itinerario de vuelo

Incor	Llega	
	Sale	8:30
Wanda	Llega	11:00
	Sale	12:00
Incor	Llega	14:30
	Sale	16:00
Texia	LLlega	17:45
	Sale	18:45
Incor	Llega	20:30
	Sale	

BIBLIOGRAFIA

- GUADAGNI, A.A. “El problema de la optimización del proyecto de inversión: consideración de sus diversas variantes”. En BID-ODEPLAN, *Programa de adiestramiento en preparación y evaluación de proyectos*. Santiago, 1976, vol V.
- ILPES. *Guía para la presentación de proyectos*. Santiago: Siglo Veintiuno - Editorial Universitaria, 1977.
- NACIONES UNIDAS. *Manual de proyectos de desarrollo económico* (publicación 5.58.11. G. 5.). México, 1958.
- _____. “Tamaño de la fábrica y economías de escala”. En BID-ODEPLAN, *Programa de adiestramiento en preparación y evaluación de proyectos*. Santiago, 1976, vol. V.
- OCHOA, H.J. “Tamaño”. En BID -ODEPLAN, *Programa de adiestramiento en preparación y evaluación de proyectos*. Santiago, 1976, vol.V.
- ODEPLAN. *Preparación y presentación de proyectos de inversión*. Santiago, 1975.
- OECD. *Manual of Industrial Project Analysis in Developing Countries*. Paris: Development Centre of the Organization for Economic Cooperation and Development, 1972.

CAPITULO 10

DECISIONES DE LOCALIZACION

En los capítulos anteriores se han considerado los principales temas del estudio técnico de un proyecto. Queda todavía un punto de interés cuya trascendencia se manifiesta en la totalidad de los factores que condicionan el resultado de la evaluación: su localización. Esta no sólo determinará la demanda real del proyecto, sino que también será fundamental en la definición y cuantificación de sus ingresos y costos.

La importancia de una selección apropiada para la localización del proyecto se manifiesta en diversas variables cuya recuperación económica podría hacer variar el resultado de la evaluación, comprometiendo en el largo plazo una inversión de probablemente grandes cantidades de capital, en un marco de carácter permanente de difícil y costosa alteración.

La decisión de localización de un proyecto es una decisión de largo plazo, con repercusiones económicas importantes que deben considerarse con exactitud. Esto requiere que su análisis se realice en forma integrada a las restantes variables del proyecto: demanda, transporte, competencia, etcétera. El objetivo de este capítulo es presentar los principales criterios y técnicas de evaluación de la localización del proyecto.

10.1 El estudio de la localización

La localización tiene un efecto condicionador sobre la tecnología utilizada en el proyecto, tanto por las restricciones físicas que importa como por la variabilidad de los costos de operación y capital de las distintas alternativas tecnológicas asociadas a cada ubicación posible.

Al estudiar la localización del proyecto es posible concluir que hay más de una solución factible adecuada. Más todavía cuando el análisis se realiza en nivel de prefactibilidad, donde las variables relevantes no son determinadas en forma concluyente. De igual forma, una localización que se ha determinado como óptima en las condiciones vigentes puede no serlo en el futuro. Por lo tanto, la selección de la ubicación debe considerar su carácter definitivo o transitorio y optar por aquella que permita obtener el máximo rendimiento del proyecto.

El estudio de la localización no será entonces una evaluación de factores tecnológicos. Su objetivo es más general que la ubicación por sí misma; es elegir aquella que permita las mayores ganancias entre las alternativas que se consideran factibles. Sin embargo, tampoco el problema es puramente económico. Los factores técnicos, legales, tributarios, sociales, etcétera, deben necesariamente tomarse en consideración, sólo que la unidad de medida que homologue sus efectos en el resultado del proyecto pueden reducirse, en algunos casos, a términos monetarios. Siempre quedará la variable subjetiva no cuantificable que afectará la decisión, como, por ejemplo, las motivaciones personales del empresario.

La teoría económica de la localización reduce el problema a un aspecto de ganancias máximas. Esto es, considerar el objetivo más general del proyecto: aquella localización que le otorgue la mayor rentabilidad. Para esto, es necesario elaborar y evaluar el flujo de efectivo relevantes de cada alternativa, en los términos que se definirán en el capítulo 17.

El análisis de la ubicación del proyecto puede realizarse con distintos grados de profundidad, que dependen del carácter de factibilidad, prefactibilidad o perfil del estudio. Independientemente de ello, hay dos etapas necesarias que realizar: la selección de una macrolocalización y, dentro de ésta, la de la microlocalización definitiva. Muchas veces se considera que en nivel de prefactibilidad sólo es necesario definir una macrozona. Sin embargo, no hay una regla al respecto.

La selección de la macro y microlocalización está condicionada al resultado del análisis de lo que se denomina factor de localización. Cada proyecto específico tomará en consideración un conjunto distinto de estos factores. Así también, la selección de la macrozona tendrá que considerar, para un mismo proyecto, muchos factores de localización diferentes de los que se utilizarán en la elección de la microubicación. Por ejemplo, factores como las políticas impositivas, las influencias climáticas y otras que tienen preponderancia en la selección de la macrolocalización, no son relevantes para elegir una microzona dentro de aquella, puesto que su efecto sería común a toda ella.

Teóricamente, las alternativas de ubicación de un proyecto son infinitas. En términos prácticos, el ámbito de elección no es tan amplio, pues las restricciones propias del proyecto descartan muchas de ellas. La selección previa de una macrolocalización permitirá, a través de un análisis preliminar, reducir el número de soluciones posibles, al eliminar los sectores geográficos que no respondan a las condiciones requeridas por el proyecto. Sin embargo, debe tenerse presente que el estudio de la microlocalización no corregirá los errores en que se pudo haber incurrido en la macrolocalización. El análisis de microlocalización sólo indicará cuál es la mejor alternativa de instalación dentro de la macrozona elegida.

La deficiente recolección de datos es la principal causa de los errores de la selección, lo que se manifiesta generalmente en costos excesivamente altos, debidos

a la "seducción del lugar, a medios de transporte insuficientes, a dificultades para captar mano de obra especializada en número suficiente, a la falta de agua y a la incapacidad de deshacerse de desechos"¹, entre otros factores.

10.2 Factores de localización

Los factores que más comúnmente influyen en la decisión de la localización de un proyecto se analizan en este apartado.

Las alternativas de instalación de la planta deben compararse en función de las fuerzas locacionales típicas de los proyectos. Se han elaborado muchas listas de esta fuerza como elementos de referencia para su evaluación. Algunas, como la publicada por la revista *Industrial Development*², por ejemplo, han llegado a presentar una lista de 753 de estos factores. Una clasificación más concentrada debería incluir por lo menos los siguientes factores globales:

- Medios y costos del transporte
- Disponibilidad y costo de mano de obra
- Cercanía de las fuentes de abastecimiento
- Factores ambientales
- Cercanía del mercado
- Costo y disponibilidad de terrenos
- Topografía de suelos
- Estructura impositiva y legal
- Disponibilidad de agua, energía y otros suministros
- Comunicaciones
- Posibilidad de desprenderse de desechos

La cercanía de las fuentes de materias primas, por ejemplo, depende del costo del transporte, tanto cuando el proceso redunda en una reducción de peso significativa como cuando se elaboran o envasan artículos perecederos. Normalmente, cuando la materia prima (como la madera) es procesada para obtener productos diferentes, la localización tiende hacia la fuente del insumo; en cambio, cuando el progreso requiere de variados materiales o piezas para ensamblar un producto final, la localización tiende hacia el mercado. La disponibilidad de los insumos, cualquiera sea su naturaleza, se debe estudiar en términos de la regularidad de su abastecimiento, perecibilidad, calidad y costo.

Respecto a la mano de obra, la cercanía del mercado laboral adecuado se convierte generalmente en un factor predominante en la elección de la ubicación. Más aun cuando la tecnología que se emplee sea intensiva en mano de obra. Sin embargo, diferencias significativas en los niveles de remuneraciones entre alternativas de localización podrían hacer que la consideración de este factor sea puramente de carácter económico.

La tecnología del proceso puede también en algunos casos convertirse en un factor prioritario de análisis, si requiriera algún insumo en abundancia y a bajo

¹ "Site Selection", *Factory* 122 (5): 197, 1960.

² "The factors for Expansion Planning", *Industrial Development* 129 (11): 64, 1960.

costo, tal como el agua en una una planta productora de bebidas alcohólicas o la electricidad en una planta de la industria metalmecánica.

Existen, además, una serie de factores no relacionados directamente con el proceso productivo, pero que condicionan en algún grado la localización del proyecto. Dervitsiotis³ señala al respecto tres factores, que denomina genéricamente ambientales: a) la disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de apoyo, donde incluye los servicios públicos de electricidad y agua, protección contra incendios, comunicación rápida y segura y otros; b) las condiciones sociales y culturales, donde se estudian no sólo las variables demográficas como tamaño, distribución, edad y cambios migratorios, entre otras, sino también aspectos como la actitud hacia la nueva industria, disponibilidad, calidad y confiabilidad en los trabajadores en potencia, tradiciones y costumbres que pueden interferir con las modalidades conocidas de realizar negocios, etcétera y c) las consideraciones legales y políticas, que dan el marco de restricciones y oportunidades al análisis, tales como leyes sobre niveles de contaminación, especificaciones de construcción, franquicias tributarias o agilidad en la obtención de permisos para las nuevas instalaciones.

Otro factor importante en la decisión es el costo del transporte. La distancia entre las alternativas de localización con las fuentes de abastecimiento y el mercado consumidor debe considerarse, principalmente, en función de los costos que implica el transporte.

No sólo se deben estudiar las tarifas y las distancias al estudiar el transporte. El acceso, en cuanto al tiempo y demoras, a la cantidad de maniobras necesarias para llegar a destino, a la congestión del tránsito, al paso por calles centrales de una ciudad o la posibilidad de detenciones no controlables originadas por las características de cada ruta (nevazones en la cordillera, aludes, etcétera), condicionarán el costo del transporte.

Al estudiar la localización, muchas veces será el factor transporte el único determinante de la decisión. Es común, especialmente en nivel de prefactibilidad, que se determine un costo tarifario, sea en volumen o en peso, por kilómetro recorrido. Si se emplea esta unidad de medida, su aplicación difiere según se compre la materia puesta en planta o no. Por ejemplo, si el proyecto fuese agroindustrial e implicase una recolección de la materia prima en varios predios, el costo de ésta puesto en planta dependerá de la distancia en que se transporta, ya que el costo del flete deberá incorporarse a su precio.

Supóngase el siguiente ejemplo para explicar lo anterior. Una planta requiere 300 toneladas anuales de remolacha como insumo y las disponibilidades conocidas para una localización dada en función de las distancias son las indicadas en el Cuadro 10.1.

Cuadro 10.1. Distancias y producciones disponibles para el proyecto

PREDIO	DISTANCIA A LA PLANTA	PRODUCCION DISPONIBLE PARA EL PROYECTO
A	30 km.	150 ton.
B	40 km.	50 ton.
C	60 km.	100 ton.

³ DERVITSIOTIS, Kostas N. *Operations Management*. N. York: McGraw-Hill, 1981, p. 385.

Si el precio de la remolacha puesta en el predio fuese de \$100 la tonelada y el flete se ha calculado en \$2 ton/km, se puede elaborar el Cuadro 10.2 de costos comparativos.

Cuadro 10.2. Costos de transporte

PREDIO	DISTANCIA		COSTO DE		COSTO TOTAL	COSTO MARGINAL	COSTO MEDIO
	A PLANTA	PRODUCCION DISPONIBLE	LA MATERIA PRIMA	COSTO DEL TRANSPORTE			
A	30	150	15 000	9 000	24 000	160	160
B	40	50	5 000	4 000	9 000	180	165
C	60	100	10 000	12 000	22 000	220	183

Si la materia prima se adquiere en los predios y se transporta en vehículos (propios o ajenos) a la planta, obviamente el costo medio, \$183 la tonelada, es el costo real para el proyecto.

Pero si el producto se compra puesto en planta, deberá ofrecerse a un precio tal que satisfaga el interés del productor localizado en el predio C. Es decir, \$220 la tonelada. Se podrá argumentar que primero se ofrecerá un precio de \$160, hasta haber satisfecho las expectativas del productor situado en el predio A, que luego se subirá a \$180, hasta adquirir la producción de B, y luego a \$220, llegando también a un promedio de \$183. Sin embargo, esto podría resultar una vez. Al año siguiente el productor del predio más cercano a la planta no responderá al precio inicial, a la espera del alza ocurrida el año anterior. El análisis, si bien debe responder a las características de cada proyecto, debe considerar este factor, que puede llegar a ser determinante en la elección de una localización.

La naturaleza, disponibilidad y ubicación de las fuentes de materia prima, las propiedades del producto terminado, y la ubicación del mercado son también factores generalmente relevantes en la decisión de la localización del proyecto. Muchas veces el volumen de la materia prima por transportar es superior al volumen del producto terminado. Por ejemplo, la leche para producir quesos y mantequilla, las papas para elaborar puré deshidratado, los minerales en la industria siderúrgica, etcétera. En estos casos la tendencia es situar la planta cerca de las fuentes de los recursos. Pero también puede suceder que el volumen de materia prima por transportar sea menor que el del producto terminado o que el costo del transporte de este último sea mayor, por su naturaleza, que el de la materia prima. En estas situaciones se tiende a localizar la planta cerca de los mercados.

Sin embargo, no siempre son tan evidentes las ventajas de una u otra localización. Los volúmenes, pesos, distancias, tarifas vigentes, carácter perecedero del producto transportado, etcétera, se deben evaluar en forma conjunta, para medir los efectos complementarios.

La disponibilidad y costo de los terrenos en las dimensiones requeridas para servir las necesidades actuales y las expectativas de crecimiento futuro de la empresa creada por el proyecto, es otro factor relevante que hay que considerar. De igual forma, pocos proyectos permiten excluir consideraciones acerca de la topografía y condiciones de suelos o de la existencia de edificaciones útiles aprovechables o del costo de la construcción.

Muchos países utilizan la incentivación tributaria para el desarrollo de determinadas zonas geográficas de interés geopolítico. Por esto es necesario el estudio de las políticas de descentralización existentes y de las ventajas legales y tributarias de las localizaciones optativas, así como de las restricciones o prohibiciones que pudieran existir en la instalación de ciertas industrias en determinadas zonas.

10.3 Métodos de evaluación por factores no cuantificables

Las principales técnicas subjetivas utilizadas para remplazar la planta consideran sólo factores cualitativos no cuantificados, que tienen mayor validez en la selección de la macrozona que de la ubicación específica. Los tres métodos que se destacan son los denominados de *antecedentes industriales*, *factor preferencial* y *factor dominante*.

El método de los antecedentes industriales supone que si en una zona se instala una planta de una industria similar, ésta será adecuada para el proyecto. Como escribe Reed, "Si el lugar era el mejor para empresas similares en el pasado, para nosotros también ha de ser el mejor ahora".⁴ Las limitaciones de este método son obvias, desde el momento que realiza un análisis estático cuando es requerido uno dinámico para aprovechar las oportunidades optativas entre las localidades posibles de elegir.

No más objetivo es el criterio del factor preferencial que basa la selección en la preferencia personal de quien debe decidir (ni siquiera del analista). Así, el deseo de vivir en un lugar determinado puede relegar en prioridad a los factores económicos al adoptar la decisión final. Aunque no es un método basado en la racionalidad económica, es adecuado si se asigna un "costo" a las alternativas de localización no preferidas, evaluándose cuantitativamente por algunos de los métodos que se verán más adelante.

El criterio del factor dominante, más que una técnica, es un concepto, puesto que no otorga alternativas a la localización. Es el caso de la minería o el petróleo, donde la fuente de los minerales condiciona la ubicación. La alternativa de instalarse en la fuente es no instalarse.

10.4 El análisis dimensional

La técnica conocida por el nombre de análisis dimensional es un procedimiento de selección de una localización basado en la eliminación sistemática de una entre dos alternativas comparadas. La simplicidad del procedimiento del análisis se complica al considerar que la unidad de medida para la comparación, aun siendo cuantitativa, tiene un carácter de alta subjetividad, puesto que, como se verá enseguida, asigna puntajes relativos basados en una estimación cualitativa de los factores relevantes de localización no cuantitativos.

El primer paso de este procedimiento consiste en definir todos los factores relevantes de localización, determinando si se utilizará un elemento de costo o un

⁴ REED, Ruddell. *Localización, layout y mantenimiento de planta*. B. Aires: El Ateneo, 1976, p. 20.

puntaje como unidad de medida. Si es de costo, se asignará éste a las dos alternativas que se estén comparando. Si es por puntaje, se le asignará en una escala cualquiera (de uno a diez, por ejemplo) que manifieste la posición relativa de una respecto a la otra alternativa de localización en estudio. Puesto que se comparan en términos de costo, se asignará un puntaje menor a la mejor alternativa.

El siguiente paso, de relativa subjetividad, es asignar un orden prioritario a los factores de localización que, al igual que entre las alternativas de ubicación, represente la posición relativa de los factores.

Definiendo por S_{ij} los puntajes o costos de la localización i asociados al factor de localización j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$, donde n es el número de factores considerados relevantes para la decisión) y por P_j la ponderación relativa de los factores j , el procedimiento de eliminación se reduce a la aplicación directa de la siguiente expresión:

$$\pi \prod_{j=1}^n \left[\frac{S_{Aj}}{S_{Bj}} \right]^{P_j}, \quad (10.1)$$

donde π representa la multiplicatoria de los $\left[\frac{S_{Aj}}{S_{Bj}} \right]^{P_j}$ y donde A y B son las dos localizaciones que se comparan.

Si el resultado de la ecuación 10.1 es mayor que uno, los méritos de la alternativa B son mayores que los de la alternativa A.⁵ Si el resultado es menor que uno, la localización A es mejor, y si es uno, ambas alternativas son indiferentes. En este último caso debe necesariamente elegirse una, puesto que el procedimiento de eliminación sistemática determina que por comparaciones sucesivas de pares de alternativas se seleccione una sola en definitiva.

El siguiente ejemplo muestra la aplicación del análisis dimensional. Supóngase que se desea comparar los méritos de dos localizaciones probables, para lo que se han seleccionado cinco factores pertinentes, dos de costos y tres de puntaje, cuyas posiciones relativas se resumen en el Cuadro 10.3.

Cuadro 10.3. Valores relativos de los factores locacionales

FACTOR	CARACTER	LOCALIZACION		FACTOR PONDERADO
		A	B	
1	Costo	10 000	30 000	1
2	Costo	2 000 000	1 500 000	4
3	Puntaje	5	2	3
4	Puntaje	4	4	3
5	Puntaje	4	7	4

⁵ Esto es así porque se comparan costos. Si fuesen beneficios, A sería mayor que B. Nótese que si fuesen beneficios, la asignación de puntaje también sería inversa a la señalada para ambas alternativas de localización.

Aplicando la fórmula 10.1 se tiene:

$$\left[\frac{10\,000}{30\,000} \right]^1 \times \left[\frac{2\,000\,000}{1\,500\,000} \right]^4 \times \left[\frac{5}{2} \right]^3 \times \left[\frac{4}{4} \right]^3 \times \left[\frac{4}{7} \right]^4 = 1.76.$$

En consecuencia, la localización B es superior en méritos a la A, en función de los cinco factores considerados. Si hubiera una tercera alternativa de localización, C, se repetiría el mismo procedimiento entre C y B.

El ejemplo anterior permite explicar también por qué utilizar la fracción $\frac{S_{A_i}}{S_{B_i}}$.

De esta forma, y sólo así, todas las expresiones se reducen a un término único de posición relativa, evitando considerar dos unidades de medida distintas (costo y puntaje).

10.5 Métodos por suma de costos

Los métodos de orden cuantitativo más comúnmente utilizados para seleccionar la ubicación de un proyecto se basan en la suma de los costos (o ganancias) relacionados con cada localización. Para ello, basta con enumerar los factores para los cuales es posible calcular un costo o ganancia pertinente para el análisis de alternativas, eligiendo aquella que presente la menor suma de costos o el mayor beneficio.

La evaluación por este método puede ser más compleja si las posibles localizaciones involucran modificaciones entre sus variables significativas. Por ejemplo, si se determina que una planta reduce sus costos unitarios mientras se aleja del mercado, puede suceder que su mercado potencial también disminuya por el carácter perecedero que podría tener el producto o por las mayores dificultades para cumplir con los plazos de entrega exigidos por el mercado. De esta forma, no sólo se ve afectada la variable ventas, sino que probablemente también la variable tamaño o el monto de la inversión en capital de trabajo, entre otras, si se compensa la dificultad de cumplimiento de plazos con mayores ventajas crediticias para el cliente.

Hay también situaciones en que no es claro, por las múltiples implicaciones señaladas, llegar a una conclusión única en esta etapa del estudio. En estos casos, se tratará de seleccionar, en un análisis preliminar, aquellas localizaciones que podrían ser significativas para los resultados del proyecto, y evaluar éste tantas veces como alternativas de localización se preseleccionen. En el capítulo 20, relativo a la sensibilización del proyecto, se volverá a este tema.

Las alternativas de localización, en muchos casos, podrían implicar la generación de flujos de caja diferentes en el tiempo. Si es así, es necesario reemplazar el criterio de la suma simple de costos por un factor de corrección del valor del dinero en el tiempo. El procedimiento que permite esta operación es el mismo que se emplea para evaluar económica o financieramente un proyecto, y se explica detalladamente en el capítulo 17. Frente a cualquier situación como la indicada es preciso seguir el procedimiento que en ese capítulo se plantea.

10.6 El método de Brown y Gibson

Brown y Gibson⁶ proponen también un método que combina factores objetivos posibles de cuantificar con factores subjetivos que se pueden valorar en términos relativos. La aplicación de este enfoque se inicia con una etapa inicial de eliminación de todas aquellas alternativas que no cumplen con los requisitos mínimos exigidos a la localización del proyecto. Posteriormente, reconoce un proceso que consta de las cuatro siguientes etapas:

a) Asignar un valor relativo a cada factor objetivo FO_i para cada localización optativa viable.

b) Estimar un valor relativo de cada factor subjetivo FS_i para cada localización optativa viable.

c) Combinar los factores objetivos y subjetivos, asignándoles una ponderación relativa, para obtener una medida de preferencia de localización MPL.

d) Seleccionar la ubicación que tenga la máxima medida de preferencia de localización.

La aplicación del modelo en cada una de sus etapas lleva a desarrollar la siguiente secuencia de cálculo:

a) *Cálculo del valor relativo de los FO_i .* Normalmente los factores objetivos son posible de cuantificar en términos de costo, lo que permite calcular el costo total anual de cada localización C_i . Luego, el FO_i se determina multiplicando C_i por la suma de los costos recíprocos de cada lugar ($1/C_i$) y tomando el recíproco de su resultado. Vale decir:

$$\frac{1/C_i}{\sum_{i=1}^n 1/C_i} \quad (10.2)$$

Supóngase, para ejemplificar, que en un proyecto se han identificado tres localizaciones que cumplen con todos los requisitos exigidos. En todas ellas, los costos de mano de obra, materias primas y transportes son diferentes, siendo el resto de los costos iguales (energía, impuestos, distribución, etcétera).

Si los costos anuales fuesen los del Cuadro 10.4, el FO_i se obtendría como se indica.

Cuadro 10.4. Costos anuales de los factores locacionales

COSTOS ANUALES (millones)						
Localización	Mano de obra	Materias Primas	Transporte	Otros	Total C_i	Recíproco $1/C_i$
A	9,1	10,7	3,2	7,5	30,5	0,03279
B	9,7	10,3	3,8	7,5	31,3	0,03195
C	8,9	11,8	3,9	7,5	32,1	0,03115
TOTAL						0,09589

⁶BROWN, P.A. y GIBSON, D.F., "A Quantified Model for Facility Site Selection Application to a Multiplant Location Problem", *AIIE transactions* 4 (1), 1972.

El factor de calificación objetiva para cada localización se obtiene mediante la sustitución de los valores determinados en la fórmula 10.2.

De esta forma, los factores objetivos de calificación son:

$$FO_A = 0.03279/0.09589 = 0.34193$$

$$FO_B = 0.03195/0.09589 = 0.33319$$

$$FO_C = 0.03115/0.09589 = 0.32488$$

$$\text{TOTAL} \quad \underline{1.00000}$$

Al ser siempre la suma de los FO_i igual a 1, el valor que asume cada uno de ellos es siempre un término relativo entre las distintas alternativas de localización.

b) *Cálculo del valor relativo de los FS_i .* El carácter subjetivo de los factores de orden cualitativo hace necesario asignar una medida de comparación que valore los distintos factores en orden relativo, mediante tres subetapas:

- Determinar una calificación W_j para cada factor subjetivo ($j = 1, 2, \dots, n$) mediante comparación pareada de dos factores. Según esto, se escoge un factor sobre otro, o bien, ambos reciben igual calificación.

- Dar a cada localización una ordenación jerárquica en función de cada factor subjetivo R_{ij} ($0 \leq R_{ij} \leq 1, \sum_i R_{ij} = 1$).

- Para cada localización, combinar la calificación del factor W_j , con su ordenación jerárquica R_{ij} , para determinar el factor subjetivo FS_i , de la siguiente forma:

$$FS_i = \sum_{j=1}^n R_{ij} W_j \tag{10.3}$$

Supóngase que los factores subjetivos relevantes sean el clima, la vivienda y la educación y que el resultado de las combinaciones pareadas sea el indicado en el Cuadro 10.5, donde se asigna la columna de comparaciones pareadas en valor 1 al factor más relevante y 0 al menos importante, mientras que cuando son equivalentes se asigna a ambos un factor 1.

Cuadro 10.5. Cálculo del índice de importancia relativa

FACTOR (j)	COMPARACIONES PAREADAS			SUMA DE PREFERENCIA	INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA W_j
	1	2	3		
Clima	1			2	2/4=0.50
Vivienda	0	1	1	1	1/4=0.25
Educación			1	1	1/4=0.25
Total		0		4	1.00

El análisis que permitió la elaboración del índice de importancia relativa W_j se utiliza para determinar, además, la ordenación jerárquica R_{ij} de cada factor subjetivo, en la forma que se indica en el Cuadro 10.6.

En el Cuadro 10.7 se resumen los resultados de los factores subjetivos de evaluación obtenidos en los Cuadros 10.5 y 10.6.

Cuadro 10.7. Resumen de factores subjetivos de evaluación

FACTOR (j)	PUNTAJE RELATIVO R_{ij}			INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (W_j)
	A	B	C	
Clima	0.50	0.50	0.00	0.50
Vivienda	0.00	0.50	0.50	0.25
Educación	0.00	0.33	0.67	0.25

Reemplazando mediante los valores del Cuadro 10.7 en la fórmula 10.3, se puede determinar la medida de factor subjetivo FS_i de cada localización. Separadamente para cada localización, se multiplica la calificación para un factor dado R_{ij} por el índice de importancia relativa de W_j de ese factor y se suman todos los factores subjetivos. De esta forma se tiene que

$$FS_i = R_{i1} W_1 + R_{i2} W_2 + \dots + R_{in} W_n \quad (10.4)$$

Al reemplazar por los valores del Cuadro 10.7, se obtienen los siguientes factores de calificación subjetiva:

$$FS_A = (0.50) (0.50) + (0.00) (0.25) + (0.00) (0.25) = 0.2500$$

$$FS_B = (0.50) (0.50) + (0.50) (0.25) + (0.33) (0.25) = 0.4575$$

$$FS_C = (0.00) (0.50) + (0.50) (0.25) + (0.67) (0.25) = 0.2925$$

1.0000

c) *Cálculo de la medida de preferencia de localización MPL.* Una vez valorados en términos relativos los factores objetivos y subjetivos de localización, se procede a calcular la medida de preferencia de localización mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$MPL_i = K (FO_i) + (1 - K) (FS_i) \quad (10.5)$$

La importancia relativa diferente que existe, a su vez, entre los factores objetivos y subjetivos de localización hace necesario asignarle una ponderación K a uno de los factores y $1-K$ al otro, de manera tal que se exprese también entre ellos la importancia relativa. Si se considera que los factores objetivos son 3 veces más importantes que los subjetivos se tiene que $K = 3(1 - k)$. O sea, $K = 0,75$.

Reemplazando mediante los valores obtenidos para los FO_i y los FS_i en la fórmula 10.5, se determinan las siguientes medidas de preferencia de localización:

$$MPL_A = (0.75) (0.34193) + (0.25) (0.2500) = 0.31895$$

$$MPL_B = (0.75) (0.33319) + (0.25) (0.4575) = 0.36427$$

$$MPL_C = (0.75) (0.32488) + (0.25) (0.2925) = 0.31678$$

1.00000

d) *Selección del lugar.* De acuerdo con el método de Brown y Gibson, la alternativa elegida es la localización B, puesto que recibe el mayor valor de medida de ubicación. Si se hubiere comparado exclusivamente en función de valores

objetivos de esta opción, no habría sido la más atrayente. Sin embargo, la superioridad con que fueron calificados sus factores subjetivos la hace ser más atrayente.

Es fácil apreciar, por otra parte, que un cambio en la ponderación entre factores objetivos y subjetivos podría llevar a un cambio en la decisión.

10.7 La localización de un negocio de venta minorista⁷

Los factores que es necesario estudiar para la localización de un establecimiento comercial no difieren en su esencia de los de una planta industrial. Sin embargo, tienen algunas particularidades importantes que merecen señalarse. Más aun cuando la ubicación es fundamental en los ingresos del proyecto a través de la venta directa. Muchas veces este problema se deja a criterio de la motivación personal del empresario, quizás porque éste no alcanza a apreciar la importancia de cuantificar las bondades del lugar.

También al seleccionar la ubicación de un negocio minorista se presenta la decisión secuencial de la macro y microlocalización. El primer caso corresponde a una ciudad o área comercial dentro de una ciudad, mientras que el otro corresponde a la determinación del local en particular donde se ubicará.

Las decisiones de macrolocalización comercial están influidas por numerosos factores. No se pretende que un estudio del lugar de un establecimiento minorista abarque estos factores desde un punto de vista cuantitativo. Al contrario, como podrá apreciarse, muchos de ellos merecen sólo una consideración cualitativa racional de sus efectos futuros en el negocio.

Una caracterización de las industrias de cada zona en estudio dará un marco referencial de la cuantía y estabilidad de ingresos de la población. Mientras más diversificada esté la industria, más estabilidad habrá en el ingreso disponible. De igual forma, si una zona se caracteriza por su crecimiento, su potencial generador de utilidades para un negocio será mayor que otra que ya haya alcanzado o esté próxima a alcanzar su máximo desarrollo.

Relacionada con este factor está la población del área en estudio y su variación esperada, tanto por crecimiento vegetativo como condicionado y por características migratorias, que pueden ser estacionales o permanentes. Obviamente, deberá considerarse la composición de la población en función de la variable atinente al rubro del negocio (edad, sexo, etcétera).

No basta tener una apreciación general de la población. Necesariamente deberán analizarse los hábitos, preferencias y prejuicios de compra de los clientes potenciales. La capacidad de compra, factor determinante en la rentabilidad del local, se puede estimar analizando cifras de empleo-desempleo, remuneraciones promedio, frecuencia de su pago, etcétera. Complementariamente, se podrá evaluar el tipo de vivienda, nivel educacional y cultural de la población y otros factores que permitirán caracterizar de alguna forma al cliente del local.

Hay una serie de otros factores, como la legislación vigente sobre permisos o tributos, la facilidad de acceso al crédito bancario y, en general, aquéllos señalados

⁷ Parte de las ideas aquí planteadas fueron presentadas en DUNCAN, D.J. y otros. *Venta minorista*. B. Aires: El Ateneo, 1972, p. 34-37.

para la localización industrial, como la cercanía del proveedor o el costo del transporte, que no se puede dejar de considerar, puesto que de alguna forma influirán en la decisión.

En el nivel de microlocalización, el análisis debe necesariamente ser más concreto. Es imprescindible estimar los volúmenes de ventas esperados, por ejemplo, considerando los volúmenes de ventas de los competidores en zonas de características comunes o cercanas. Para esto se deberá considerar los hechos históricos que puedan explicar el comportamiento de la demanda y proyectarlos al futuro.

Los hábitos de compra estudiados en el nivel de macrolocalización se deben particularizar a los lugares de alternativa que se esté considerando. Según el rubro específico de que se trate, una forma útil de analizar al cliente potencial es el tránsito de este público y la proporción de él que sea posible atraer. Por ejemplo, un local de carácter exclusivo no requeriría de un tránsito intensivo, como lo necesitaría un local de venta de abarrotes.

Uno de los factores de mayor influencia en la localización minorista es la competencia. Tanto su número, ubicación, imagen, prestigio e identificación lograda con la comunidad, como los servicios que ofrece, sus sistemas de venta, el crédito y otros, no pueden obviarse en este análisis. Es importante considerar que cada comunidad tiene un concepto que puede ser diferente respecto a una ubicación adecuada. En una ciudad puede ser normal que todos los locales de venta de repuestos y accesorios de vehículos estén concentrados en una calle, mientras que en otra cada local sirve una zona específica.

La accesibilidad también es fundamental para la localización de un local comercial. Los principales factores que hay que considerar son los medios de transporte, las distancias respecto a los barrios de residencia, las congestiones de tránsito y la facilidad de estacionamiento, entre otros.

Así como hay factores que deben buscarse, hay otros que deben evitarse. Por ejemplo, la cercanía a hospitales y garajes, el mal estado de las vías, la cercanía a edificaciones deterioradas, etcétera, salvo excepciones propias de las características del local, son factores que deben evitarse.

10.8 Resumen

En este capítulo se ha intentado dejar de manifiesto que la decisión de la localización de un proyecto es determinante en el desarrollo de su evaluación. Aun cuando hay múltiples influencias personales en su definición, las repercusiones económicas de cada alternativa hacen necesario un proceso más profundo de su análisis en la formulación misma del proyecto.

Los factores condicionantes de una ubicación dada son fáciles de enumerar. Sin embargo, será la habilidad del preparador del proyecto la que permitirá seleccionar las realmente relevantes para su análisis. Y ello porque cada proyecto posee particularidades propias que hacen adquirir a cada factor locacional una posición de priorización relativa diferente.

El análisis de la composición de los factores que será menester incluir en el análisis debe responder a un criterio economicista de búsqueda de una localización que dé al proyecto la máxima rentabilidad en su evolución. Muchos factores no pueden, al respecto, ser cuatificados en términos económicos. Para ellos existen

diferentes criterios de medición, basados en factores no cuantificables que dan una aproximación relativamente eficaz sólo en algunos casos.

Contra las desventajas de estos criterios se formula un análisis dimensional que, si bien supera las limitaciones estrictamente cualitativas de los métodos anteriores, mantiene una parte importante de su resultado, dependiendo de la subjetividad del analista.

En definitiva, la selección deberá basarse en lo posible sobre aquella alternativa que, en términos económicos, permita la mayor rentabilidad del proyecto integral. Para ello se plantean dos métodos que se basan, uno, en la suma de costos y, el otro, en la valoración de los flujos económicos en el tiempo. El procedimiento para este último método se explicará en el capítulo 17, puesto que la lógica didáctica así lo recomienda.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. Si el factor locacional prioritario para un proyecto es el transporte y si el volumen de materia prima por movilizar es superior al del producto terminado, la localización tenderá hacia las fuentes de materia prima. Analice.
2. ¿En qué caso recomendaría utilizar el método de los antecedentes industriales para determinar la localización de un proyecto?
3. ¿Cómo se compatibiliza el argumento de que no siempre se puede llegar a una solución única de localización en esta etapa del estudio con el método del análisis dimensional?
4. Elabore un plan de acción detallado para determinar la localización de una planta conservera de productos del mar. Indique qué variables estudiaría y qué metodología de análisis seguiría.
5. El problema locacional no existe cuando quien encarga el estudio del proyecto dispone de la infraestructura física para su implementación. Comente.
6. Para determinar la localización de cierta planta, se estudian tres alternativas, indicadas por las letras A, B y C. Se han definido cinco factores locacionales: costo del transporte de materia prima, costo del transporte del producto terminado, ventas esperadas, disponibilidades de mano de obra y disponibilidad de materias primas.

El costo del transporte que se obtuvo para cada alternativa es el siguiente:

	A	B	C
Materia prima	\$100 000	\$ 50 000	\$70 000
Producto terminado	80 000	120 000	20 000
TOTAL	\$180 000	\$170 000	\$90 000

Según información del estudio de mercados realizada, se pudo prever que las ventas estimadas serían \$1 200 000, \$900 000 y \$500 000, en A, B y C, respectivamente.

La disponibilidad esperada de materias primas y mano de obra se calculó según una puntuación relativa en una escala entre 1 y 10. Sus resultados fueron:

	A	B	C
Materias primas	6	6	8
Mano de obra	10	6	4

Los factores locacionales fueron priorizados de acuerdo con la siguiente puntuación, en una escala independiente de 1 a 10:

Transporte de materia prima	2
Transporte del producto terminado	2
Ventas esperadas	1
Disponibilidad de materias primas	6
Disponibilidad de mano de obra	7

CASO: PAPA'S INTERNATIONAL

Durante las vacaciones de 1977, don Felipe Duarte, afamado hombre de negocios, se encontraba disfrutando de un breve descanso. Su carrera, centrada en el desarrollo de proyectos para el sector agrícola, había sido rápida y ascendente; vastamente conocido, su prestigio le había significado innumerables oportunidades de las cuales él sólo había obtenido triunfos. Amante del riesgo y de lo novedoso, se enfrenta hoy a la necesidad de decidir respecto a algo diferente: "Papa's International", una importante empresa transnacional dedicada a la industrialización de productos agrícolas, le había propuesto hacerse cargo de su filial en Chile. Dentro de la línea de productos industrializados por esta empresa, la papa era el más importante; de ellas se obtenía una amplia gama de productos de mayor duración, tales como harina, puré y "chips".

El Sr. Duarte había aceptado la oferta de Papa's International, lo que significaba la dirección de la implementación y puesta en marcha de una o varias plantas productoras de harinas de papas. El interrogante que necesitaba responder era dónde localizar esta(s) planta(s).

La experiencia acumulada y los conocimientos adquiridos por Felipe Duarte le permitían darse perfecta cuenta de la situación actual de la industrialización de la papa. Le era conocido el hecho de que, en nivel internacional, se había experimentado un crecimiento sostenido en este campo. Esto ocurría en los países desarrollados, pero no en Sudamérica. Por esta razón, un proyecto semejante parecía altamente beneficioso para la economía nacional. La existencia de una planta industrializadora de papas (productora de harina) permitiría regular la oferta y el precio del producto; con ello se estabilizarían los ingresos del sector agrícola. Además, se lograría disminuir el almacenamiento del producto fresco y se evitaría el transporte de agua (la papa posee un 80% de agua).

Considerando, además, que la papa es uno de los principales cultivos anuales del país (su aporte es de un 13%) y que las condiciones climáticas de Chile permiten su cultivo en todo el territorio, el proyecto parecía muy atractivo y todo un desafío.

Duarte tenía conocimiento que en Chile la siembra masiva se realiza entre las provincias de Coquimbo y Chiloé. En el resto del país se produce solamente para autoconsumo (lo que representa el 1% de la producción total) y el período de cosecha dura 3 meses, comenzando en noviembre en el norte chico (Atacama-Coquimbo), marzo en la zona central (Aconcagua-Talca) y abril en la zona sur (Malloco-Chiloé). En cada una de las diferentes provincias, un 35% de la producción total se destina a autoconsumo, semillas y desechos.

El producto obtenido en el proceso de industrialización, es decir, harina de papas, según estudios previos, puede emplearse en la elaboración de pan, reemplazando a la harina de trigo en un porcentaje máximo de 6%. Esta situación no afecta a las características físicas ni organolépticas del pan.

El mercado estimado comprende las zonas urbanas existentes entre Valparaíso y Aisén. En ellas, el consumo de harina de papas sería de 35.000 ton/año. Esto equivale a 240.000 ton de papa fresca (la conversión es de 6,8:1), cifra que es significativa, considerando que en los últimos 10 años la producción ha sido del orden de 700.000 ton.

En Chiloé se encuentran las zonas con mayor aptitud física para producir papas. En ellas se tienen los menores costos de producción en el nivel predial del país. Sin embargo, su distancia de los centros nacionales de consumo y la escasa industrialización de la zona

hacen que su producción sea significativamente menor que la potencial. La producción de las zonas de Coquimbo, Valparaíso, Santiago y Talca, debido a la posición geográfica, puede llegar a los centros de consumo con rapidez y a bajo costo.

Duarte ha logrado determinar que en esta zona se produce el 50% del total comercial. Para el resto del país posee la siguiente información:

a) La zona de Linares-Cautín tiene una producción equivalente al 16,6% del total, siendo el rendimiento de 78,5 qq/ha (el promedio nacional alcanza a 125,4 qq/ha).

b) De Valdivia a Llanquihue se produce el 32% del total comercial y su rendimiento es de 159 qq/ha. Chiloé, que aporta un 0,5% de la producción total, presenta problemas para un cultivo extensivo, debido a su geografía, y de transporte, por igual razón.

Un estudio anterior, hecho en función de rendimiento, superficie sembrada, producción actual y potencial por comuna, distancias y vías de acceso existentes, determinó 4 puntos posibles de localización: Castro, Coligual, Río Bueno y Purranque.

Con la asesoría de empresas de transporte que operan en la zona sur, se determinó un valor promedio por ton/km movilizadas en cualquier punto de dicha zona. Esto se hizo a pesar de saber que, en general, el costo de transporte no aumenta proporcionalmente a la distancia. El valor que se obtuvo es de US\$0,042 para camiones de 10 ton, que son los que mejor se adaptan a los caminos existentes.

Felipe Duarte sabía que el precio de la materia prima no experimenta variaciones significativas en la zona, y a través de una investigación personal obtuvo datos referentes al transporte del producto terminado. Al respecto, consideró un consumo anual estable, volúmenes de transportes elevados y el traslado en sacos. Ante esto, las alternativas de transporte variaban desde el uso de camiones propios hasta la utilización del ferrocarril o camiones con servicios contratados.

Basado en un estudio de costos de transporte, pudo concluir que éstos eran prácticamente iguales entre el ferrocarril y los camiones contratados. Si la distancia entre la planta y el mercado fuese menor de 1.000 km., el camión resultaba más conveniente económicamente. Considerando que entre Santiago y Valparaíso podría estar el 65% del consumo de harina de papas, obtuvo los siguientes resultados para transportar harina de papas entre Puerto Montt y Santiago:

MEDIO DE TRANSPORTE	COSTO POR TONELADA
Ferrocarril	US\$25.90
Camión propio	31.46
Camión contratado	26.76

Se eligió Puerto Montt como lugar de origen, por ser la zona que presentaba mayores posibilidades aparentes para localizar la planta.

Otra información obtenida por Duarte se muestra en los siguientes anexos.

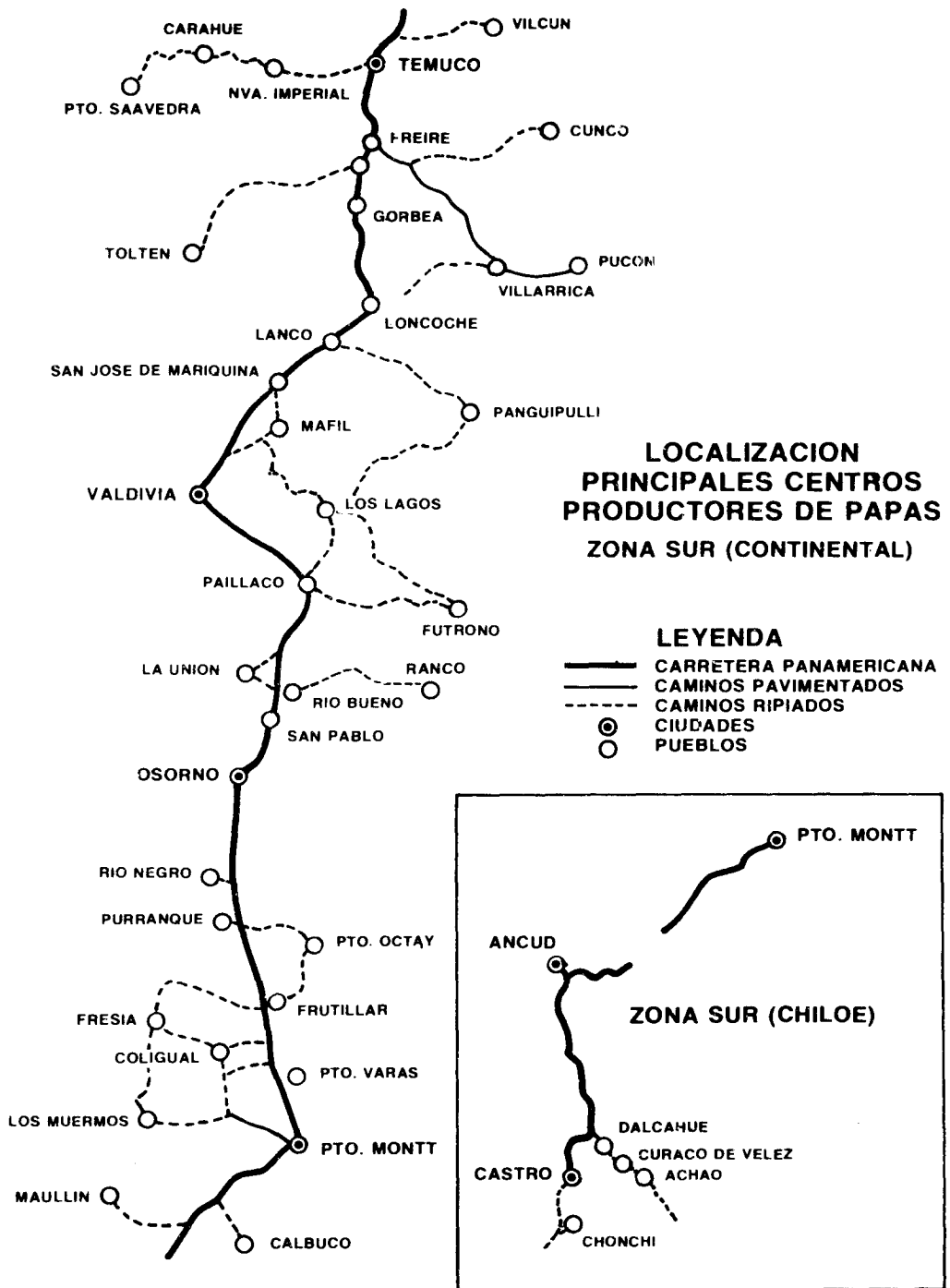
La localización de los principales centros productores de papas del país se diagrama en el anexo No. 1.

Las superficies sembradas y los rendimientos en el uso de los suelos para las principales provincias se muestran en el anexo No. 2. La información relativa a las superficies sembradas y rendimientos obtenidos en 1965 y a las superficies sembradas en 1976 se obtuvo en el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INE). Las proyecciones de superficies sembradas y rendimientos por hectárea se han obtenido a través de estudios realizados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), de encuestas a casos seleccionados realizadas por la Corporación de Fomento (CORFO), y la experiencia de asesores en estudios sobre capacidad de uso de suelos.

Ambas proyecciones se han considerado por la consecuencia que trae la posible instalación de una o varias plantas elaboradas de harina de papas, esto es, que los centros de

Anexo 1

Localización de principales centros productores de papas en zona sur



producción más cercanos tienden a buscar un mejor aprovechamiento de sus recursos, al mismo tiempo que aumentan las superficies sembradas para responder al incremento de la demanda.

Se presenta un cuadro de distancias promedio entre centros productores de papas optativos y zonas probables de localización en el anexo No. 3. Estas distancias han sido calculadas según vías de acceso, sobre la base de información proporcionada por la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

Anexo 2

Superficies sembradas y rendimiento por provincia

Provincia: Cautín

COMUNA	SUPERFICIE SEMBRADA (ha)			RENDIMIENTO (ton/ha)	
	1965	1976	POTENCIAL	1965	POTENCIAL
Lautaro	278.5	350.0	350.0	4.87	4.87
Perquenco	155.9	75.0	75.0	11.87	11.87
Galvarino	81.3	185.0	185.0	2.00	2.00
Nueva Imperial	767.6	1 255.0	1 255.0	2.86	2.86
Carahue	801.7	900.0	900.0	3.41	3.41
Saavedra	2 492.5	4 660.0	4 660.0	3.18	3.18
Temuco	1 132.3	1 530.0	1 530.0	3.75	3.75
Vilcún	271.4	265.0	265.0	5.68	5.68
Freire	718.1	2 240.0	2 240.0	4.85	4.85
Cunco	232.1	465.0	465.0	4.70	4.70
Pitrufquén	241.5	525.0	525.0	3.19	3.19
Gorbea	195.0	380.0	380.0	5.57	5.57
Toltén	962.4	1 790.0	1 790.0	5.16	5.16
Loncoche	644.2	470.0	470.0	4.47	4.47
Villarica	530.3	865.0	865.0	3.86	3.86
Pucón	668.8	595.0	595.0	2.45	2.45
TOTAL PROVINCIA	10 177.0	16 520.0	16 520.0	3.93	3.93

Provincia: Valdivia

COMUNA	SUPERFICIE SEMBRADA (ha)			RENDIMIENTO (ton/ha)	
	1965	1976	POTENCIAL	1965	POTENCIAL
Valdivia	589.0	463.4	1 346.0	6.41	7.50
San José de la Mariquina	465.2	677.6	5 104.0	7.29	9.00
Lanco	520.4	451.7	2 308.0	7.71	9.00
Los Lagos	521.5	479.5	4 205.0	9.63	15.00
Futrono	373.9	706.6	1 667.0	8.99	15.00
Corral	89.4	115.3	103.0	5.39	6.00
Máfil	244.0	186.3	(a)	7.78	9.00
Panguipulli	1 132.6	2 090.6	2 270.0	4.71	8.00
La Unión	727.9	869.9	6 357.0	8.75	16.00
Paillaco	689.7	475.8	3 804.0	9.56	15.00
Río Bueno	1 260.8	1 050.6	12 607.0	10.01	16.00
Lago Ranco	585.8	737.5	1 844.0	7.98	15.00
TOTAL PROVINCIA	7 200.20	8 304.6	41 615.0	8.01	13.74

(a) Incluidas en San José de la Mariquina.

Provincia: Osorno

COMUNA	SUPERFICIE SEMBRADA (ha)			RENDIMIENTO (ton/ha)	
	1965	1976	POTENCIAL	1965	POTENCIAL
Osorno	1 956.7	2 803.0	14 371.0	6.79	12.00
San Pablo	312.2	314.0	4 616.0	7.92	12.00
Puerto Octay	530.5	540.4	6 925.0	11.24	20.00
Río Negro	602.7	351.6	6 793.0	9.92	12.00
Purranque	493.3	468.3	6 997.0	12.71	22.00
TOTAL PROVINCIA	3 895.4	3 757.3	39 702.0	8.72	15.16

Provincia: Llanquihue

COMUNA	SUPERFICIE SEMBRADA (ha)			RENDIMIENTO (ton/ha)	
	1965	1976	POTENCIAL	1965	POTENCIAL
Puerto Varas	1 771.0	822.9	6 998.0	19.63	25.00
Fresia	822.6	927.7	4 659.0	14.62	23.00
Frutillar	881.3	581.5	5 572.0	19.06	25.00
Mauñin	835.2	991.4	3 354.0	9.25	11.00
Los Muermos	775.4	1 002.8	3 294.0	13.24	23.00
Puerto Montt	1 526.4	1 237.2	1 878.0	6.12	9.00
Cochamó	295.3	305.5	886.0	4.88	6.00
Calbuco	1 262.6	1 282.2	24.0	6.91	9.00
TOTAL PROVINCIA	8 169.8	7 151.2	26 665.0	12.37	20.87

Provincia: Chiloé

COMUNA	SUPERFICIE SEMBRADA (ha)			RENDIMIENTO (ton/ha)	
	1965	1976	POTENCIAL	1965	POTENCIAL
Dalcahue	710.2	654.0	1 015.0	6.43	20.00
Castro	1 381.7	1 111.0	704.0	7.98	16.00
Chonchi	995.1	853.5	853.0*	10.01	20.00
Achao	1 609.0	1 249.0	315.0	5.52	18.00
Curaco de Vélez	456.4	428.8	484.0	7.63	20.00
TOTAL PROVINCIA	5 152.4	4 296.3	3 371.0**	7.36	18.94

*Debido a que IREN-CORFO no ha realizado aún el estudio de clasificación de capacidad de uso de los suelos para la comuna de Chonchi, hubo que suponer el uso actual igual al potencial.

**Disminuye la superficie potencial porque en la actualidad se está haciendo uso de suelos no aptos para cultivo de papas.

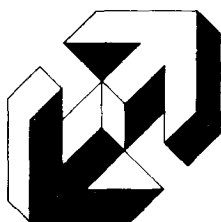
Anexo 3

Distancia promedio entre centros productores de papas y zonas probables de localización

COMUNA	ZONAS PROBABLES DE LOCALIZACION			
	RIO BUENO (km)	PURRANQUE (km)	CASTRO (km)	COLIGUAL (km)
Lautaro				
Perquenco				
Galvarino				
Nueva Imperial				
Carahue				
Saavedra				
Temuco				
Vilcún				
Freire				
Cunco				
Pitrufquén				
Gorbea				
Toltén				
Loncoche	186			
Villarica				
Pucón				
Valdivia	136	223		
San José de la Mariquina	146	232		
Lanco	169			
Los Lagos	87	173		
Futroneo	105	191		
Corral				
Máfil	126	212		
Panguipulli	147	233		
La Unión	17	103		154
Paillaco	54	140		191
Río Bueno	10	86		137
Lago Ranco	60	146		
Osorno	34	52		103
San Pablo	20	66		117
Puerto Octay	108	22		56
Río Negro	66	20		71
Purranque	86	10		51
Puerto Varas	139	53		32
Fresia	164	78		23
Frutillar	111	25		26
Mauñín		144		116
Los Muermos	203	117		46
Puerto Montt	159	73		45
Cochamó				
Calbuco		127		99
Dalcahue			28	
Castro			10	
Chonchi			21	
Achao			44	
Curaco de Vélez			33	

BIBLIOGRAFIA

- BROWN, P.A. y GIBSON, D.F. "A Quantified Model for Facility Site Selection Application to a Multiplant Location Problem", *AIEE Transactions* 4 (1), 1972.
- BUFFA, Elwood. *Administración técnica de la producción*. México: Limusa-Wiley, 1982.
- DERVITSIOTIS, Kostas N. *Operations Management*. N. York: McGraw-Hill, 1981.
- DUNCAN, D.J. y otros. *Venta minorista*. Buenos Aires: El Ateneo, 1972.
- ESCOBAR, Juan. "Localización industrial", *Temas administrativos* No. 16, 1970.
- HOOVER, Edgar M. *Localización de la actividad económica*. McGraw-Hill, 1951.
- ILPES. *Guía para la presentación de proyectos*. Santiago: Siglo Veintiuno-Editorial Universitaria, 1977.
- MOORE, Franklin G. *Manufacturing Management*. Homewood, Ill.: Richard D. Irwin, 1961.
- MUNIER, Nolberto. *Preparación técnica, evaluación económica y presentación de proyectos*. Buenos Aires: ASTREA, 1979.
- MUTHER, Richard. *Planificación y proyección de la empresa industrial*. Editores Técnicos Asociados, 1968.
- REED, Rudell. *Plant Layout; Factors, Principles and Techniques*. Homewood, Ill. Richard D. Irwin, 1961.
- . *Localización, layout y mantenimiento de planta*. Buenos Aires: El Ateneo, 1976.
- SOLANA, Ricardo. "Metodología para las decisiones de localización de plantas industriales", *Revista de ciencias económicas*, serie V, No. 8, 1970, p. 251-274.
- TANZER, Pablo. "Localización de plantas industriales: tema de alta política empresarial", *Administración de empresas* (116): 715-722, 1979.
- WILD, Ray. *The Techniques of Production Management*. N. York: Holt, Rinehart and Winston, 1971.



PARTE IV

LA ORGANIZACION

CAPITULO 11

INCIDENCIA EN LOS COSTOS DE LOS ASPECTOS ORGANIZACIONALES

La importancia y repercusión que las variables analizadas en los capítulos anteriores tienen en la preparación y evaluación económica de un proyecto de inversión resulta normalmente obvia. No sucede lo mismo con el estudio organizacional, el cual, al no ser lo suficientemente analítico en la mayoría de los estudios, impide una cuantificación correcta de las inversiones y costos de operación originados para efectos de la administración del proyecto, una vez que éste se implemente.

En varias oportunidades se ha insistido en la necesidad de simular el funcionamiento del proyecto para medir eficazmente los desembolsos que éste generará. El dimensionamiento físico de oficinas y su equipamiento, para calcular las inversiones en construcción y alhajamiento; el nivel de los cargos ejecutivos, para calcular el costo de las remuneraciones, y los procedimientos administrativos, para calcular el costo de los gastos indirectos, son algunas de las variables que deben determinarse para garantizar la máxima exactitud requerida de los antecedentes que se evaluarán en el proyecto.

El objetivo de este capítulo es presentar los criterios analíticos que permitan enfrentar en mejor forma el análisis de los aspectos organizacionales de un proyecto y la información de ellos requerida. Por la importancia del análisis de los procedimientos administrativos y sus consecuencias económicas en los resultados de la evaluación, este tema no será tratado en este capítulo, sino en forma especial en el capítulo siguiente.

11.1 El estudio de la organización del proyecto

En cada proyecto de inversión se presentan características específicas, y normalmente únicas, que obligan a definir una estructura organizativa acorde con los requerimientos propios que exija su ejecución. Diversas teorías se han desarrollado para definir el diseño organizacional del proyecto.

La teoría clásica de la organización se basa en los principios de administración propuestos por Henri Fayol: a) el principio de la división del trabajo para lograr la especialización; b) el principio de la unidad de dirección que postula la agrupación de actividades que tienen un objetivo común bajo la dirección de un sólo administrador; c) el principio de la centralización, que establece el equilibrio entre centralización y descentralización y d) el principio de autoridad y responsabilidad.

La teoría de la organización burocrática, de Max Weber, señala que la organización debe adoptar ciertas estrategias de diseño para racionalizar las actividades colectivas. Entre éstas se destacan la división del trabajo, la coordinación de las tareas y la delegación de autoridad y el manejo impersonal y formalista del funcionario.

La tendencia actual, sin embargo, es que el diseño organizacional se haga de acuerdo con la situación.

Para alcanzar los objetivos propuestos por el proyecto es preciso canalizar los esfuerzos y administrar los recursos disponibles de la manera más adecuada a dichos objetivos. La instrumentalización de esto se logra a través del componente administrativo de la organización, el cual debe integrar tres variables básicas para su gestión: las unidades organizativas, los recursos humanos, materiales y financieros, y los planes de trabajo.

Todas las actividades que se requieran para la implementación y operación del proyecto deberán programarse, coordinadas y controladas por alguna instancia que el estudio del proyecto debe prever. La estructura organizativa que se diseñe para asumir estas tareas tendrá no sólo relevancia en términos de su adecuación para el logro de los objetivos previstos, sino que también por sus repercusiones económicas en las inversiones iniciales y en los costos de operación del proyecto. Para garantizar que los resultados de la evaluación se basen en proyecciones realistas, deberán cuantificarse todos los elementos de costos que origine una estructura organizativa dada.

Las estructuras se refieren a las relaciones relativamente fijas existentes entre los puestos de una organización, y son el resultado de los procesos de división del trabajo, departamentalización, esferas de control y delegación.

La departamentalización combina y agrupa los puestos individuales de especialización logrados por la división del trabajo. Este factor es determinante de la estructura organizativa de la empresa que crearía el proyecto y, por lo tanto, de la cuantía de las inversiones y costos asociados a él. Los tipos más comunes de departamentalización son por funciones, territorios, productos, clientes o mixtas. Todas ellas agrupan trabajos de acuerdo con algún elemento común.

La esfera de control determina el tamaño adecuado de unidades subordinadas a cargo de un supervisor, en cada uno de los niveles de esa organización. Es importante, para ello, considerar bajo una esfera de control a la similitud de

funciones, la proximidad geográfica de los subordinados, la complejidad de las funciones y el grado de dirección y control requerido por los subordinados.

Respecto a la delegación, se han propuesto algunas fórmulas para calcular la forma más adecuada de distribuir la autoridad y descentralizar la toma de decisiones. Sin embargo, la situación particular de cada proyecto será la que en definitiva dé las pautas de acción.

La teoría administrativa ha desarrollado métodos de distinta complejidad para definir la estructura de una organización. Sin embargo, la apreciación personal del responsable final de la ejecución del proyecto, que difícilmente será quien realice el estudio previo, configurará la estructura definitiva. El estilo de dirección obliga a flexibilizar la estructura organizativa, por constituir una variable contingente e incontrolable desde el punto de vista del proyecto. Donde más se manifiesta esto es en el ámbito de control de cada cargo, que determina la cantidad de unidades dependientes directamente de un cargo superior.

De esto se deduce que difícilmente lo que pueda preverse en el nivel de estudio se ha de concretar en la implementación del proyecto. Sin embargo, existen normas y criterios que permiten una aproximación confiable de la composición de la estructura, basados en criterios de racionalización administrativa que contribuyen a la elaboración de flujos de caja más reales para la evaluación del proyecto.

Puesto que el objetivo de un estudio de proyectos es determinar la viabilidad de realizar una inversión, muchas veces no se justificará una exactitud exagerada en la determinación de la estructura y sus costos. Sin embargo, deberán tomarse en consideración algunos elementos básicos que faciliten la aproximación de los resultados a los niveles que el proyecto justifique.

Aunque el resto del capítulo se dedica al análisis de estos aspectos, el estudio organizacional no debe tomarse como una unidad aislada de los otros estudios del proyecto. Por el contrario, sus resultados están íntimamente relacionados con aquéllos que se originan en los otros estudios y, por lo tanto, deberá existir una realización coordinada y complementaria entre ellos, como se dejó de manifiesto en el capítulo 3.

11.2 Efecto de las variables organizacionales en la preparación del proyecto

El estudio de las variables organizacionales durante la preparación del proyecto manifiesta su importancia en el hecho de que la estructura que se adopte para su implementación y operación está asociada a egresos de inversión y costos de operación tales que pueden determinar la rentabilidad o no rentabilidad de la inversión.

El diseño de la estructura organizativa requiere fundamentalmente de la definición de la naturaleza y contenido de cada puesto de la organización. Al caracterizar de esta forma cada cargo de ella, se podrá estimar el costo en remuneraciones administrativas del proyecto. Para esto será preciso diseñar las características del trabajo y las habilidades requeridas para asumir los deberes y responsabilidades que le correspondan.

La organización que asuma el proyecto tiene una doble influencia económica en su evaluación: a) un efecto directo en las inversiones y costos asociados en un tamaño específico de operación y b) el efecto indirecto en los costos de operación derivados de los procedimientos administrativos asociados a un tamaño, tecnología y complejidad de la estructura organizativa diseñada.

El efecto sobre las inversiones se manifiesta por la necesidad de disponer tanto de una infraestructura física (oficinas, salas de espera, estacionamientos, etcétera), adecuada a los requerimientos del proyecto como del equipamiento para su operación. La operatividad de la estructura, a su vez, implica la utilización de una serie de recursos como mano de obra, materiales y otros. Todo esto dependerá también de una serie de decisiones que se tomen en la etapa de preparación del estudio, como por ejemplo, si acaso el proyecto tiene un carácter permanente o transitorio o si la implementación será por medios propios o externos.

El efecto indirecto se deriva de los costos de funcionamiento ocasionados por los procedimientos administrativos diseñados en función de la estructura organizativa previamente definida. Por la importancia que tiene este tema, se tratará en detalle en el próximo capítulo.

Como se señaló en el apartado anterior, es imprescindible que el análisis organizacional responda a una acción coordinada e integrada con las restantes variables del proyecto. El dimensionamiento de espacios, por ejemplo, no responsabilizará a los encargados de este estudio de la determinación del tipo y calidad de materiales para la construcción, de la disposición física de oficinas o de la cuantificación de sus costos para el cálculo de las inversiones derivadas del componente administrativo del proyecto, pero sí será de su responsabilidad la labor de conjunto con el equipo técnico, para que éste pueda incorporar dichos requerimientos en su estudio.

Una situación similar se presenta en relación con el estudio de mercado, donde las conclusiones respecto a canales de distribución, fuerza de ventas o sucursales, entre otras, darán base a definiciones de carácter administrativo.

Lo mismo sucede con las decisiones tomadas respecto a la localización, tamaño e incluso al costo de los procedimientos administrativos. Todas estas decisiones, para buscar el grado óptimo, han debido considerar el efecto del costo de administración y, a su vez, las decisiones de carácter organizacional deben tomar como dato los resultados de los estudios de localización, de tamaño, de procedimientos administrativos, etcétera. Más que una relación secuencial, en la mayoría de los proyectos se presenta una relación de simultaneidad en las decisiones. Sólo así podrá optimizarse el resultado.

Aparentemente, mientras mayor sea la envergadura del proyecto, mayor será el tamaño de la estructura organizativa. Sin embargo, también aquí es posible apreciar la existencia de economías de escala, puesto que el número de personas encargadas de la administración crece en forma menos que proporcional al aumento del tamaño de la organización.

El análisis organizacional deberá considerar la posibilidad de una estructura para la implementación del proyecto diferente de la de operación definitiva. Al tener características distintas, requerirán costos también distintos.

11.3 Factores organizacionales

Los factores organizacionales más relevantes que deben considerarse en la preparación del proyecto se agrupan en cuatro áreas decisionales específicas: participación de unidades externas al proyecto, tamaño de la estructura organizativa, tecnología administrativa y complejidad de las tareas administrativas.

Casi todos los proyectos de inversión presentan dos tipos de participaciones posibles de entidades externas, las que es preciso caracterizar para asignar adecuadamente los costos que ellas involucren. La primera, que se presenta en la totalidad de los proyectos, se refiere a las relaciones con proveedores y clientes en general y corresponden a las denominadas relaciones operativas, las cuales requerirán de la estructura organizacional una unidad específica que estará dimensionada en función de los procedimientos de las unidades externas, más que por las internas. La segunda relación, se refiere a decisiones internas que determinan la participación de entidades externas y, por lo tanto, la incorporación de unidades coordinadoras y fiscalizadoras en la estructura organizativa del proyecto. Normalmente se manifiestan en forma de auditorías externas, contratistas de obras, agencias financieras, empresas consultoras y otras que permiten operar con una estructura fija menor.

El tamaño del proyecto es el factor que aparentemente mayor influencia tiene en el diseño y tamaño de la estructura. Algunos estudios empíricos han demostrado que el tamaño del proyecto está positivamente correlacionado con el número de niveles jerárquicos y divisiones funcionales de la organización. Sin embargo, aunque resulta obvio que los proyectos grandes serán más complejos estructuralmente que los pequeños, existe también una economía de escala que pueda alcanzar sobre cierta magnitud.

Por otra parte, el tamaño de la estructura puede asociarse a la tecnología administrativa de los procedimientos incorporados al proyecto. Por ejemplo, la tecnología de operación empleada en las actividades del flujo de trabajo puede preverse en la preparación del proyecto a través de un análisis similar al que se debe realizar para elaborar un manual de procedimientos en una empresa cualquiera. De esto mismo se podrán derivar los recursos humanos y materiales que se necesitarán en el desarrollo de dichas actividades, lo que se puede obtener mediante el uso de la tecnología de materiales y la del conocimiento, respectivamente. La tecnología administrativa generalmente es un complemento del estudio organizacional, puesto que el tamaño del proyecto es la variable de mayor importancia en su determinación.

La complejidad de los procedimientos administrativos y de la organización en sí pueden, en ciertos proyectos, convertirse en factores determinantes para el diseño de la estructura organizativa. La diversidad de tareas tiende a incrementar las necesidades de comunicaciones verticales, exigiendo una mayor extensión de las divisiones jerárquicas.

La estructura organizativa no puede diseñarse para que tenga permanencia en el tiempo. Pueden variar en el mismo las condiciones que influyeron en ciertas decisiones de recurrir a entidades ajenas al proyecto para que se responsabilicen de parte de las tareas que deben implementarse. Por ello, la estructura debe tener un grado de flexibilidad tal que permita su adecuación a las variaciones del medio. Una decisión que aumente el número de equipos conducirá a cambios en el tamaño que alterarán el diseño estructural de la organización.

Aunque no es muy usual, la localización de las oficinas ejecutivas y administrativas debería también ser motivo de estudio. No siempre la localización de la fábrica tendrá que coincidir con la más adecuada para las oficinas. Consideraciones económicas, comerciales, comunicacionales y organizacionales tendrán que hacerse en cada caso particular, para tomar la decisión más adecuada.

El estudio de la organización del proyecto, si bien debe tender a racionalizar el uso de los espacios físicos sobre la base de consideraciones técnicas y económicas, tiene también que responder a variables comerciales que se manifiestan en condiciones ambientales que buscan vender cierta imagen de la empresa creada por el proyecto. Las inferencias económicas a través de inversiones y costos de operación del proyecto se analizan a continuación.

11.4 Inversiones en organización

El cálculo de las inversiones derivadas de la organización se basa directamente en los resultados de la estructura organizativa diseñada. Su dimensionamiento y la definición de las funciones que le corresponderán a cada unidad determinarán efectos sobre las inversiones en obra física, equipamiento y capital de trabajo.

No será responsabilidad del estudio organizacional la cuantificación de estas inversiones. No es lógico que especialistas en administración tomen decisiones sobre las características físicas de las edificaciones para la operación administrativa sin tener la base técnica que garantice las decisiones adecuadas. Por ello, sólo deberán proporcionar la información para que los encargados del estudio técnico puedan efectuar los cálculos necesarios.

Los antecedentes proporcionados por el análisis de la estructura organizacional de la empresa que generaría el proyecto permiten definir un programa de recinto, que consiste en una primera aproximación de la cantidad y tamaño de las oficinas, así como de las necesidades de instalaciones anexas.

El análisis de los requerimientos de espacio físico para las unidades de carácter administrativo del proyecto es más complejo de lo que parece. Antecedentes como el flujo de movimiento de personal, atención de clientes y proveedores, número de funcionarios por oficina, bodegas de materiales y repuestos de equipos de oficina, sistema interno de comunicaciones y flujo de información, archivos y frecuencia de uso de la información, locales de venta y muchos más deberán considerarse en el diseño de los planos. Incluso, un estudio sobre la imagen corporativa del negocio permitirá disponer de antecedentes sobre el tipo de solución estética que se requiere, tanto en el diseño exterior de los edificios como en el equipamiento interior.

La inversión en obra física será distinta para un mismo proyecto si el edificio de las oficinas administrativas y gerenciales se construye, compra o arrienda. En el primer caso, la inversión se derivará del costo del terreno y de la edificación, datos que se pueden obtener cotizando con empresas constructoras; si se compra la información se obtendrá del costo de adquisición más los de remodelación y acondicionamiento, y si se arrienda, sólo se considerará el acondicionamiento y otros gastos de iniciación. Es importante identificar aquí la parte depreciable de la que no lo es (edificación y terreno, por ejemplo) y el modelo de depreciación que corresponda.

Al igual que en el estudio técnico, el estudio organizacional debe proveer información respecto a inversiones que habrá que realizar durante la ejecución del proyecto o con fines ya sea de mantenimiento o ampliación de la estructura inicial.

El acondicionamiento de las oficinas tampoco se puede improvisar. Las condiciones ambientales no son las mismas para todas las unidades de la organización.

Mientras que en las oficinas que reciben y atienden a clientes y público en general prima una norma estética, en las restantes responden a una norma y criterio de funcionalidad. Todo esto, que puede preverse con aproximada certeza, debe necesariamente incorporarse en el estudio organizacional para dar mayor exactitud a la cuantificación de las inversiones del proyecto.

El equipamiento de las oficinas se basa también en los criterios señalados, aunque en gran parte es determinado por las variables de funcionalidad operativa de los procedimientos administrativos asociados a cada unidad de la estructura organizativa.

El cálculo de la inversión en equipos es relativamente simple, aunque amplio por la cantidad de ítems que lo componen. Es importante también aquí poder determinar las reinversiones en equipos de oficina que se prevean. Para esto, la variable técnica deja de ser la más relevante, puesto que al tratarse de criterios estéticos el reemplazo se hará probablemente antes de la obsolescencia técnica o deterioro de los muebles y equipos.

Un cuadro similar al de balance de equipos de fábrica facilita el traspaso de la información económica que provee el estudio organizacional a los estados financieros para la evaluación del proyecto. La única diferencia se presenta en el cálculo de la vida útil que, como se mencionó en el párrafo anterior, no depende siempre de criterios técnicos.

Otras inversiones, como vehículos para el personal ejecutivo, gastos de organización y puesta en marcha, sistemas de comunicaciones y de procesamiento de datos, también deben considerarse por el estudio organizacional.

El procedimiento de cálculo de la inversión en capital de trabajo se presenta detalladamente analizado en el capítulo 14. Sin embargo, es preciso adelantar que la información allí utilizada es en parte provista por este estudio. Parte de la inversión en inventarios de efectivo, por ejemplo, se deduce del dimensionamiento estructural y operativo de la organización del proyecto.

11.5 Costos de la operación administrativa

La mayoría de los costos de operación que se deducen del análisis organizacional provienen del estudio de los procedimientos administrativos definidos para el proyecto.

Sin embargo, existen diversos costos involucrados por la estructura organizativa en sí en la operación del proyecto. Básicamente, son los relacionados con remuneraciones del personal ejecutivo, administrativo y de servicio, y con la depreciación de la obra física, muebles y equipos. Si bien ésta no implica un desembolso directo, influye en la determinación de los impuestos a las ganancias, al poder descontarse contablemente.

Puesto que, como se mencionó, algunos muebles y equipos pueden reemplazarse antes de su obsolescencia técnica, será necesario considerar la pérdida o ganancia contable que se obtendrá mediante la venta de estos bienes, por la incidencia que tendrán sobre los impuestos a la ganancia por pagar.

El costo de operación más directamente relacionado con la estructura organizativa es, obviamente, la remuneración de su personal.

El diseño de la estructura es el resultado de un proceso analítico que divide el área de actividad de acuerdo con diferentes criterios establecidos que se basan, entre otras cosas, en los procedimientos administrativos, en el ámbito de control, en la complejidad de las actividades, etcétera.

Esta misma información sirve para identificar las principales funciones que corresponderán a cada unidad de la organización y, por lo tanto, permitirá caracterizar al profesional a cargo de cada tarea específica. Esta caracterización hará posible determinar los requisitos de cada cargo y asignar una renta equivalente a las responsabilidades y funciones que le corresponden.

La determinación de la remuneración requiere de una investigación preliminar para definir las rentas de mercado de esos profesionales y su disponibilidad o escasez. En este último caso, deberá además estimarse la remuneración que sea necesario ofrecer para incentivar a estos profesionales a abandonar sus actuales trabajos para incorporarse a la empresa formada por el proyecto.

La localización geográfica del proyecto influye directamente sobre el costo de las remuneraciones, cualquiera sea el nivel que ocupen en la organización. En este sentido, la disponibilidad o escasez de personal en la región y los posibles incentivos no monetarios que deban implementarse para asegurar la cantidad de profesionales requeridos, pasan a constituir factores necesarios de estudio.

El análisis de la remuneración obligará a considerar como costos separados aquél que recibe finalmente el profesional y aquél que debe pagar el proyecto (que incluye leyes sociales, impuestos, cuotas de administradoras de fondos de pensiones, etcétera). De igual forma, no deben obviarse aquellos costos indirectos derivados de beneficios sociales, servicios de bienestar y otros.

Algunas decisiones específicas de cada proyecto podrían alterar el cuadro de remuneraciones del personal. Por ejemplo, contratar estudiantes en práctica¹, etcétera. Cada proyecto presenta particularidades propias que hacen difícil generalizar algunas políticas de personal al respecto.

Otros ítems de costos que eventualmente podrían tener una alta influencia en los resultados del proyecto y que se derivan del estudio organizacional, son todos aquéllos originados por servicios prestados por terceros. Los más importantes son el pago de arriendos, los gastos de mantenimiento del equipo de oficinas, las suscripciones, seguros, télex, teléfonos, electricidad, comisiones, viáticos, patentes, permisos de circulación, etcétera.

Aunque en el capítulo siguiente se analizan las principales influencias de los procedimientos administrativos en la cuantificación de los costos del proyecto, es preciso señalar que ni éstos ni la estructura organizativa pueden diseñarse o analizarse independientemente. Las interrelaciones directas entre ambos factores hacen necesario plantear algunas consideraciones al respecto.

La complejidad de los procedimientos administrativos condicionará el tamaño de la estructura organizativa que deberá adaptarse para la implementación y ejecu-

¹ En muchos jardines infantiles, por ejemplo, se ha detectado que se trabaja con estudiantes de la carrera profesional de auxiliares de parvularios, puesto que al ser obligatoria la práctica para la obtención del título, estos establecimientos obtienen personal altamente calificado sin costo alguno.

ción adecuada de los mismos. El análisis de procedimientos optativos, entonces, no deberá realizarse en función de los costos implícitos en cada uno de ellos, sino que tendrá que determinar, además, el efecto sobre el tamaño de la estructura. Un sistema de registro de información computadorizado podrá requerir menor espacio físico y menor personal, pero también implicará remuneraciones probablemente más altas y una inversión en equipos mayor o un acondicionamiento especial para la instalación del computador. Obviamente tendrá beneficios que deberán medirse de algún modo, como la rapidez y oportunidad de la disposición de la información para la toma de decisiones.

La interrelación de efectos en la determinación de las inversiones y costos del proyecto va más allá de la complementariedad entre estructura y procedimientos. Los mismos procedimientos deben estudiarse en forma conjunta. Por ejemplo, la subcontratación de tareas con unidades externas a la empresa del proyecto requerirá de unidades organizacionales y procedimientos específicos de supervisión, coordinación, registros y otros, de acuerdo con la situación de cada caso.

El estudio de los procedimientos en sí es el tema que se aborda en el siguiente capítulo.

11.6 Resumen

En el capítulo 11 se analizaron las influencias que las variables organizacionales de carácter estructural tienen sobre las inversiones y costos de operación en la preparación de un proyecto.

Con el objeto de seguir una secuencia lógica en la presentación, se trató el tema de la repercusión económica de la estructura organizativa en la preparación del proyecto en forma independiente de las restantes variables, aunque las interrelaciones y complementariedad entre ellas son inevitables en la proyección del comportamiento futuro del proyecto.

Los efectos económicos de la estructura organizativa se manifiestan tanto en las inversiones como en los costos de operación del proyecto. Toda estructura se puede definir en términos de su tamaño, tecnología administrativa y complejidad de la operación. Conociendo esto se podrá estimar el dimensionamiento físico requerido para la operación, las necesidades de equipamiento de las oficinas, las características del recurso humano que desempeñará las funciones y los requerimientos de materiales, entre otras cosas. La cuantificación de estos elementos en términos monetarios y su proyección en el tiempo son los objetivos que busca el estudio organizacional.

Muchas decisiones que pueden preverse condicionarán la operatividad del sistema y, por lo tanto, también la estructura organizativa del proyecto. Por ejemplo, la decisión de comprar, construir o arrendar las oficinas, o la decisión de contratar servicios de entidades externas para desarrollar algunas de las funciones definidas para la ejecución del proyecto.

Dado que cada proyecto presenta características propias y normalmente únicas, es imprescindible definir una estructura organizativa acorde con su situación particular. Cualquiera sea la estructura definida, los efectos económicos de ella pueden agruparse en inversiones y costos de operación. Las primeras se determinarán por el tamaño de la infraestructura física requerida para las oficinas, salas

de espera, etcétera y por los requerimientos de equipamiento, como el mobiliario, máquinas de escribir y elementos semejantes. Los costos de operación, por otra parte, dependerán de los procedimientos administrativos, planta de personal y otros.

Los factores que influyen principalmente en la forma que adopte la estructura se agrupan en cuatro áreas decisorias específicas: participación de unidades externas al proyecto, tamaño de la estructura organizativa, tecnología administrativa y complejidad de las tareas administrativas.

La forma que adopta la estructura organizativa determinará en gran parte la cuantía de las inversiones del proyecto, ya que su dimensionamiento y la definición de las funciones que le corresponderán a cada unidad son la base para definir las características de la obra física, equipamiento de oficinas e incluso una parte del capital de trabajo.

Por otra parte, la mayoría de los costos de operación que se deducen del análisis organizacional provienen del estudio de los procedimientos administrativos que se definan para el proyecto.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. La estructura organizativa de un proyecto puede definirse sin considerar las características propias de éste. Comente.
2. ¿Qué elementos deben considerarse en la definición de una estructura organizativa?
3. ¿Qué efectos tienen las variables organizacionales de un proyecto sobre su rentabilidad final?
4. ¿Es posible realizar un análisis organizacional adecuado sin integrar el resto de las variables del proyecto? Comente.
5. ¿Cuáles son los factores organizacionales más relevantes de un proyecto y cuáles son los efectos de cada uno de ellos sobre éste?
6. Una vez definida la estructura organizacional óptima, ésta debe mantenerse durante toda la vida del proyecto. Comente.
7. ¿De qué modo el análisis organizacional afecta al monto de la inversión inicial?
8. ¿Cuál es el costo de operación que se relaciona en forma más directa con la estructura organizativa? ¿Qué elementos se deben tener en cuenta para calcularlo?

CASO: COMPAÑÍA PESQUERA QUELLON

Desde 1975 la Compañía Pesquera Quellón estaba dedicada a la extracción de centollas, al sur de la isla de Chiloé, en Chile, las cuales se entregaban para su comercialización a uno de los pocos compradores mayoristas de la zona.

Aun cuando la empresa ha logrado acumular utilidades significativas, principalmente a causa del buen precio internacional del producto, era evidente que los mayoristas eran los que obtenían los mayores márgenes de utilidad, puesto que su reducido número les permitía manejar en cierto grado los precios de compra.

A principios de 1983, la Compañía Pesquera Quellón había logrado aumentar su infraestructura básica de operación (lanchones, trampas, etcétera), alcanzando un nivel de producción tal que le permitiría instalarse con una pequeña planta conservera, la que absorbería la totalidad de la captura actual de centollas de la empresa.

La idea de crear una planta conservera se había generado después de la visita de un grupo empresarial japonés, que ofrecía contratos de compra por la totalidad de la producción de conservas de centolla que pudiese elaborar la planta.

Se habían ahorrado las utilidades que se habían acumulado en los años anteriores y se encontraban disponibles para emprender el nuevo proyecto. Sin embargo, permitirían cubrir sólo el 50% de las necesidades de financiamiento.

La Corporación de Fomento de la Producción del país tenía disponible una línea de créditos que buscaba incentivar las exportaciones del mar, con el objeto de aprovechar las ventajas comparativas para la generación de divisas, así como para disminuir el alto nivel de desempleo de la zona.

Todos estos elementos que hacían atractivo el proyecto, más el hecho de que la planta proyectada, de tipo modular, permitiría incrementar su capacidad productiva adaptándose a la evolución del mercado, con pequeñas inversiones complementarias adicionales, llevaron a los propietarios a estudiar el proyecto formalmente.

La experiencia adquirida en 8 años les permitía realizar personalmente casi la totalidad de las etapas del estudio de factibilidad. Sin embargo, sabían que las variables de tipo organizacional requerían de consideraciones especiales para las que no se sentían capacitados, ya que el proceso extractivo, bastante artesanal, y la administración de tipo familiar que había imperado hasta la fecha nunca habían requerido de una gestión profesional.

¿Qué variables concretas deberían considerarse en el estudio organizacional y qué metodología debería seguirse en esta etapa?

BIBLIOGRAFIA

- ACKOFF, R.L. *A Concept of Corporate Planning*. N. York: Wiley, 1970.
- BROWN, W.B. *Organization Theory and Management: A Macro Approach*. N. York: Wiley, 1980.
- CHIAVENATO, I. *Introducción a la teoría general de la administración*. McGraw-Hill, 1981.
- HALL, Richard. *Organizaciones: estructura y proceso*. Madrid: Prentice-Hall, 1979.
- HAMPTON, D.R. *Administración contemporánea*. McGraw-Hill, 1983.
- KAST, F. y ROSENZWEIG, J. *Administración en las organizaciones: un enfoque de sistemas y contingencias*. McGraw-Hill, 1979.
- KOONTZ, O'DONNELL y WEIHRICH. *Administración*. McGraw-Hill, 1985.
- LUTHANS, Fred. *Introducción a la administración: un enfoque de contingencias*. México: McGraw-Hill, 1980.
- MYERS Y MYERS. *Administración mediante la comunicación: un enfoque organizacional*. McGraw-Hill, 1983.
- PIETRAGALLA, C.O. *Introducción al estudio de las organizaciones y su administración*. Buenos Aires: Macchi, 1976.
- SISK, H. y SKERDLIK, M. *Administración y gerencia de empresas*. Cincinnati, Ohio: South Western, 1979.

CAPITULO 12

INCIDENCIA EN LOS COSTOS DE LOS SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS

El objetivo del presente capítulo es entregar algunos antecedentes básicos que permitan al preparador y evaluador de proyectos determinar cuantitativa y cualitativamente el costo que un determinado procedimiento administrativo le puede significar al proyecto.

En el capítulo anterior se señaló que cada proyecto de inversión presenta características específicas que obligan a definir una estructura organizativa acorde con los requerimientos propios que exija su ejecución.

Para ello resulta imprescindible utilizar los recursos disponibles de manera óptima, para así alcanzar de la mejor forma posible los objetivos trazados.

A pesar de lo obvio que parece la afirmación anterior, su aplicación concreta en un determinado proyecto no resulta fácil. En el hecho, el preparador y evaluador de proyectos se verá enfrentado a diversas opciones de procedimientos administrativos, las cuales deberá calificar y posteriormente cuantificar, a fin de incorporar su costo en el flujo del proyecto.

Sin perjuicio de lo anterior, deberá determinarse la forma en que los procedimientos administrativos pueden afectar a los estudios del proyecto que se hayan efectuado y que deberían ser rectificadas a la luz de los procedimientos que en definitiva sean los más convenientes de adoptar.

12.1 Algunas consideraciones generales

No existe un procedimiento administrativo único para ser utilizado en un proyecto de inversión. Por el contrario, se puede establecer procedimientos contables computacionales, fiscalizadores y de control, legales, etcétera, que pueden adoptar mecanismos y formas distintas de solución de un mismo problema.

Los diferentes procedimientos que se puedan definir para apoyar al sistema de administración de la empresa que generaría la implementación del proyecto involucran costos de operación e inversiones en montos que pueden ser importantes para la ejecución del proyecto.

Normalmente, en los procesos de preparación y evaluación de proyectos, se ha estimado que los procedimientos administrativos deben cuantificarse y calcularse como un porcentaje dado del costo total del proyecto. Al efectuar la presentación de esta forma, se presume que cualquier alternativa de procedimiento administrativo que se adopte en la implementación del proyecto tendrá un costo similar en términos relativos al costo de cada proyecto.

La aseveración anterior —comúnmente aceptada en los procesos evaluativos— puede contener distorsiones de magnitud significativa. El avance de la tecnología aplicable a la organización empresarial ha tenido en el último tiempo un desarrollo sostenido y hasta muchas veces espectacular. Los procedimientos cambian según el avance del desarrollo científico y tecnológico, lo que influye de una manera sustantiva en los sistemas administrativos.

En otros casos, la tarea empírica que deberá emprenderse en torno a los procedimientos administrativos se verá enfrentada al análisis cualitativo y cuantitativo de opciones distintas, que, aun cumpliendo con los objetivos propuestos, pueden tener claramente costos distintos. La rigurosidad de la simulación en el funcionamiento del proyecto obliga a estudiar, en muchos casos, las distintas alternativas de solución al problema administrativo, obteniendo las informaciones disponibles que permitan efectuar un enfoque analítico riguroso que entregue estimaciones cuantitativas de las distintas opciones que se haya seleccionado.

Por otra parte, la adopción de uno u otro procedimiento administrativo puede llevar implícita la necesidad de incrementar o disminuir las inversiones del proyecto, tanto en infraestructura como en los requerimientos de equipos.

El preparador y evaluador de proyectos deberá efectuar un estudio acucioso y detallado, en donde se establezcan las ventajas que le significa al proyecto utilizar un determinado procedimiento administrativo. El proceso anterior lleva implícita la necesidad de efectuar una simulación del proyecto en marcha, para poder decidir aquella opción que reporte cuantitativamente las mayores ventajas para el proyecto.

La definición de una determinada opción en el procedimiento administrativo puede significar cambios en el tamaño, la localización, la tecnología, etcétera. Por eso esta fase del estudio de evaluación y preparación del proyecto puede revestir una importancia condicionada de tal magnitud que no pueda calcularse el costo de los procedimientos administrativos como un simple porcentaje del costo total del proyecto.

12.2 La importancia de los sistemas y procedimientos administrativos en la preparación y evaluación de proyectos

Al efectuar el estudio técnico del proyecto se determinó no tan sólo la inversión que la tecnología incorporada al proyecto requería para su implementación. Conjuntamente con la selección de la maquinaria y el equipo, se estableció la cantidad de insumos que ellos requerían, su almacenamiento y existencias óptimas, incluidos los espacios que son necesarios para ello, etcétera. De esta forma, el estudio técnico proporciona un sinnúmero de informaciones importantes que deben procesarse e incorporarse en el estudio evaluativo y que condicionan el tamaño, la localización, el financiamiento, la organización y otros aspectos.

Del mismo modo, se ha señalado que los procedimientos administrativos pueden condicionar en forma importante al proyecto. Un ejemplo sobre la materia puede estar dado por un proyecto de construcción de un edificio, en donde el preparador y evaluador de proyectos establece procedimientos administrativos que pueden significar que la construcción del inmueble se entregue a un contratista por medio de una propuesta pública de construcción. La empresa constructora asume la responsabilidad total de entregar el edificio terminado y funcionando. Por otra parte, se establece que la publicidad para la venta se realice por una agencia de publicidad seleccionada a través de procedimientos que deben establecerse. La agencia de publicidad asume la responsabilidad total de la promoción de la venta del edificio. También, se podría haber convenido por contrato la venta total del inmueble mediante uno o más corredores de propiedades, a quienes se les entrega toda la responsabilidad en cuanto a mostrar el edificio, cerrar el negocio, proceder a la formalización de las escrituras de compraventa, percibir el valor que se paga al contado, tramitar el crédito bancario si lo hubiera, etcétera. Del mismo modo se podría haber determinado administrativamente la conveniencia de tener una empresa de arquitectura que asuma la responsabilidad de la confección de los planos y la supervisión permanente del proceso constructivo. Algo similar se pudo haber hecho con una oficina de abogados a la que se le pudo haber entregado la plena responsabilidad de preparar todos los contratos que fueran necesarios para la ejecución de todas las tareas que se han mencionado, como también la preparación de los contratos de compraventa de las oficinas, bodegas, departamentos, locales comerciales y estacionamientos de que disponga el edificio.

Por cierto que todo lo reseñado anteriormente con respecto al edificio podría haber tenido una dinámica absolutamente distinta. Así, se podría haber optado por un procedimiento administrativo que hubiera significado que la organización empresarial encargada de la ejecución del proyecto asumiera directamente parte o la totalidad de las funciones que podrían haberse entregado a terceros. Al proceder de esa forma, se está suponiendo que la administración del proyecto requerirá de una organización diseñada para hacer frente a las tareas que los procedimientos administrativos seleccionados conllevan. De esta forma, se podría haber optado por efectuar las adquisiciones de materiales por cuenta propia, contratar al personal y seleccionarlo con todas las connotaciones administrativas que ello significa, contratar a sueldo a uno o más arquitectos que serán los responsables arquitectónicos de la obra, a un ingeniero, a un abogado y así sucesivamente.

Todos los procedimientos indicados en los párrafos anteriores obligan a establecer una estructura administrativa que sea capaz de resolver eficientemente la multitud de problemas que esa organización lleva incorporados. Del mismo modo, se deberá estudiar el espacio físico que se requiere, el personal administrativo, el personal de apoyo, las oficinas, las instalaciones, el mobiliario, los vehículos, el sistema de control, la impresión de formularios, el despacho de correspondencia, el material de oficina, etcétera.

La simple apreciación de todos los factores indicados demuestra que el utilizar una u otra alternativa de procedimientos administrativos para un mismo proyecto conlleva un proceso de cuantificación absolutamente distinto, que puede implicar serios cambios en los flujos al aplicar una u otra opción administrativa.

Todo lo anterior demuestra la importancia decisiva que pueden tener los sistemas y procedimientos administrativos en la preparación y evaluación de proyectos.

12.3 Análisis de procedimientos y sistemas administrativos

La correcta determinación de la cuantía de los recursos involucrados en la operación de la unidad administrativa, obliga a definir en forma específica el nivel organizacional y los alcances concretos de las tareas que se deben realizar. Principal importancia se dará al sistema global de información que garantice la eficacia de la gestión administrativa.

Lo anterior hace que en primer lugar deban identificarse los componentes funcionales de cada sistema y, en función de éstos, los recursos necesarios para asegurar su operatividad. De esta forma, será posible estimar los costos de operar cada sistema que se defina.

La identificación del personal, su grado de calificación, la cantidad requerida y el costo de sus remuneraciones, permitirá calcular uno de los ítems de costos administrativos más importantes. La cantidad de personal administrativo, su status en la organización y las tareas específicas para desarrollar, permitirá determinar la infraestructura física requerida, la necesidad de equipos, mobiliario y maquinaria de oficinas, el consumo de materiales y, en general, cualquier recurso que demande el funcionamiento normal de la empresa.

La información de costos asociados a la labor administrativa se puede obtener a través de antecedentes referenciales de proyectos cuyas características organizacionales y funcionales sean similares, a través de cotizaciones con los proveedores de productos (maquinarias de oficina, mobiliario, materiales de oficina, etcétera) y servicios (agua, energía, transportes, comunicaciones, etcétera). La información que no esté disponible, deberá obtenerse a través de una correcta definición de sus especificaciones técnicas y requerimientos mediante un estudio de mercado que posibilite cuantificar con la máxima precisión estos costos.

12.4 Otros alcances que deberán tenerse en cuenta

En otro orden de cosas, se deberá estudiar con detenimiento diversas opciones que se le pueden presentar al evaluador, en relación con otros aspectos derivados de la estructura administrativa y que dicen relación con los sistemas de información,

las unidades de computación, la contabilidad, la administración de personal, el transporte, el abastecimiento y cualquier otro aspecto de importancia.

En la preparación y evaluación del proyecto se deberán considerar los estudios necesarios que permitan al evaluador disponer de la información necesaria para cuantificar el significado que puede implicar el disponer de un sistema computacional con equipos propios o arrendados para el proyecto. Obviamente, el estudio en cuestión debe efectuarse una vez que se conozca el volumen de información que el proyecto implementado requerirá, la cantidad de documentos que deberán emitirse, las exigencias contables legales, los sistemas de control interno, la facturación, los inventarios y otros. El modelo de simulación de funcionamiento del proyecto deberá entregar la información necesaria que permita una correcta evaluación de las variables más importantes que pueden significar la adopción discrecional de distintas formas de procedimientos y sistemas administrativos.

Especial mención requiere el estudio que el preparador y evaluador de proyectos deberá hacer en términos de definir el grado de investigaciones que podría efectuar la empresa para sus productos.

Normalmente, los gastos de investigación suelen ser de consideración por el personal altamente calificado que debe encargarse de su estudio. Asimismo, deberá definirse si la investigación relativa al producto se efectuará en el interior de la empresa o se contratará con organismos ajenos a ella.

En otro orden de consideraciones, si el proyecto requiere de un volumen significativo de transporte terrestre, deberá estudiarse la conveniencia de disponer de una flota propia de camiones o utilizar en arrendamiento el servicio requerido. Una u otra opción deberá evaluarse con la antelación necesaria, ya que la adopción de cualquiera de ella significará flujos diferentes y una estructura organizacional distinta de la empresa. Todo lo anterior afectará indudablemente al resultado de la evaluación, por lo que el preparador y evaluador del proyecto deberá escoger la alternativa que alcance los mayores beneficios al mismo.

El análisis de estos y otros factores, que podría efectuarse interna o externamente respecto a la empresa, debe abordarse con especial cuidado y detenimiento de forma tal que siempre se disponga de un caudal analítico y de informaciones debidamente estudiadas que permitan resolver adecuadamente las distintas circunstancias que se presentan invariablemente al evaluador de un proyecto. Al proceder de esta forma, el evaluador podrá efectuar la diferenciación de costos que una u otra opción implique, incorporando en su análisis los factores relevantes de carácter cualitativo que pueden influir en la adopción de la decisión más conveniente.

12.5 Resumen

Los procedimientos administrativos que pueden utilizarse en un proyecto de inversión pueden ser de distinta naturaleza, aun cuando el objetivo que persigan sea el mismo.

Tradicionalmente, en el proceso de preparación y evaluación de proyectos se han calculado los costos administrativos como un porcentaje del costo total del proyecto. El enfoque tradicional puede contener distorsiones de magnitud, en especial si se considera el notable y espectacular desarrollo científico y tecnológico del último tiempo.

Lo anterior obliga al preparador y evaluador de proyectos a efectuar un estudio analítico riguroso que le permita decidir aquella opción que logre las mayores ventajas cuantitativas al proyecto.

La definición de una determinada opción en el procedimiento administrativo puede significar cambios importantes en los otros estudios del proyecto, lo que demuestra la importancia decisiva que ellos pueden tener en la preparación y evaluación de proyectos.

Los sistemas de información, las unidades de computación, la contabilidad, la administración de personal, las investigaciones relativas al producto, el transporte y otros aspectos administrativos deberán estudiarse exhaustivamente, a fin de determinar si se realizan en el interior de la unidad empresarial o si son susceptibles de contratarse con terceros. En cada caso se deberá efectuar una correcta evaluación de las variables más importantes que pueden significar la adopción de la alternativa que alcance las mayores ventajas de costo. Sin perjuicio de lo anterior, el evaluador deberá incorporar en su análisis aquellos factores relevantes de carácter cualitativo que pueden determinar la decisión más ventajosa para el buen éxito del proyecto.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. Explique la importancia que tienen para los proyectos los procedimientos administrativos.
2. Señale cuáles son, a su juicio, las razones por las cuales no es aconsejable calcular el costo administrativo como un porcentaje del costo total.
3. Señale la interrelación existente entre los estudios del proyecto y los procedimientos administrativos.
4. Explique las razones que deben considerarse al adoptar procedimientos administrativos internos para el proyecto.
5. ¿En qué circunstancias podría ser aconsejable disponer de una unidad empresarial auto-suficiente en los procedimientos administrativos?
6. Señale los factores que deben tenerse en cuenta para valorar adecuadamente las ventajas que representa una determinada opción en los procedimientos administrativos que se utilizarán en un proyecto de inversión.

BIBLIOGRAFIA

- ALBERT, Kenneth. *Manual de administración estratégica*. McGraw-Hill, 1984.
- CALDERON, H. y ROITMAN, B. *Formulación de proyectos agropecuarios, extractivos, de transporte y energéticos*. Santiago: ILPES, 1974.
- FAYOL, Henri. *Administración industrial y general*. Buenos Aires: Editorial Argentina de Finanzas y Administración, 1942.
- GIEGOLD, William. *Manual de administración por objetivos*. McGraw-Hill, 1982.
- INTERNATIONAL DEVELOPMENT RESEARCH CENTRE. *¿Catástrofe o nueva sociedad?* Ottawa: IDRC, 1977.
- KATZ, F. y ROSENZWEIG, J. *Administración de las organizaciones: un enfoque de sistemas y contingencias*. McGraw-Hill, 1979.
- KOONTZ, H. y O'DONNELL, C. *Curso de administración moderna*. Bogotá: McGraw-Hill, 1981.

- LERNER, Joel. *Introducción a la organización y administración de empresas*. McGraw-Hill, 1984.
- NACIONES UNIDAS. *Manual de proyectos de desarrollo económico* (publicación 5.58.11. G.5.). México, 1958.
- SIMON, Herbert A. *Administración de empresas en la era electrónica*. México: Letras, 1973.

CAPITULO 13

ESTUDIOS LEGALES

Incorporado a los aspectos organizacionales se encuentra el estudio del marco legal en que deberá desarrollarse el proyecto. Cada nación dispone de un determinado ordenamiento jurídico fijado por su constitución política, leyes, reglamentos, decretos, costumbres, etcétera, ordenamiento que se expresa en normas permisivas, prohibitivas e imperativas que de alguna manera u otra pueden afectar al proyecto que se está evaluando y, por lo tanto, condicionar los flujos y desembolsos que se generarán en su ulterior implementación.

El objetivo de este capítulo es presentar distintos criterios analíticos que deberán tenerse en cuenta y que permitirán enfrentar de una manera adecuada los aspectos legales que el ordenamiento jurídico establecido instituye y la forma y medida en que ellos afectan al proyecto. Antes de adoptar cualquier decisión respecto a la asignación de recursos para un proyecto, el preparador y evaluador deberá, por consiguiente, considerar el marco legal en el que éste se desarrollará. El análisis en referencia permitirá medir los alcances de la legislación en términos de la cuantificación de los recursos que deberán destinarse para la correcta implementación legal del proyecto.

13.1 La importancia del marco legal

En toda actividad en la cual se desarrollan interacciones se requiere de normas que regulen el comportamiento de los sujetos que intervienen en ella. Estas normas interactúan permanentemente y regulan los deberes y derechos que toda sociedad organizada establece para sus miembros.

La actividad empresarial y los proyectos que de ella se derivan se encuentran incorporados a un determinado ordenamiento jurídico que regula el marco legal en el cual los agentes económicos se desenvolverán.

El estudio de factibilidad de un proyecto de inversión debe asignar especial importancia al análisis y conocimiento del cuerpo normativo que regirá la acción del proyecto, tanto en su etapa de origen como en su implementación y ulterior puesta en marcha. Ningún proyecto, por muy rentable que sea, podrá llevarse a cabo si no se encuadra en el marco legal de referencia en el que se encuentran incorporadas las disposiciones particulares que establecen lo que legalmente está aceptado por la sociedad; es decir, lo que se manda, prohíbe o permite a su respecto específico.

La preparación y evaluación de proyectos requiere analizar el referido marco legal, el que constituye un condicionamiento cuya importancia no desmerece de la del mercado en lo económico. Efectivamente, el origen, la puesta en marcha, la implementación y el curso o régimen del proyecto, como la forma de liquidarlo, reemplazarlo o modificarlo, precisan atenerse al ordenamiento jurídico, sujeción que obliga a explorar y aprovechar en cada una de estas etapas las opciones más relevantes que el sistema legal ofrece.

Para estos efectos, el sistema legal puede definirse como el conjunto normativo que rige a una sociedad, obedeciendo a principios y directrices definidos, tales como el sentido jerárquico de las normas. Así, la resolución se atiene al reglamento, éste a la ley y la ley a la constitución. Otros principios, como aquéllos que regulan el régimen de los bienes, la propiedad, etcétera, tienen indiscutible interés en la materia que se expone.

El marco legal exige del evaluador de proyectos un agudo sentido crítico para calificarlo, como también para maximizar su utilidad. Ello implica una aplicación inteligente y acertada de la ley, aplicación que se basa en que el proyecto considerado, de efectuarse, se traducirá en la organización de una empresa, institución que aparte de considerarse social y económicamente como una unidad eficiente, es un ente jurídico, en el que normalmente se entrelazan interdependientemente contratos de sociedad, de transporte, de suministro, de compraventa, de trabajo, y un sinnúmero de operaciones y actos jurídicos, que, concurriendo simultánea y sucesivamente, generan las relaciones económicas, producen rentabilidades o pérdidas, afectando, entonces, a la viabilidad misma del proyecto. Cabe sostener, pues, que en la empresa y en todo proyecto se da el amplio universo legal de derechos y obligaciones, provenientes por lo común de la ley y del contrato como fuente de su existencia.

Ahora bien, aceptado que un proyecto envuelve múltiples operaciones jurídicas, regulaciones de distintas índole que deben observarse, etcétera, cuyo conocimiento es esencial para su formalización, resulta de la mayor trascendencia el examen del proyecto a la luz de la normativa vigente, para extraer modalidades de operación que redunden en rebajas de costos e incremento de las utilidades. Justamente, la aplicación inteligente y acertada de la ley a que se ha hecho referencia determina y obliga a analizar reflexivamente aspectos del proyecto tales como la actividad que propiamente se desea emprender, la forma de organización, la localización espacial, todo ello desde los ángulos tributario, civil, comercial y, en su caso, de la legislación sobre la energía, la minería, el agro, y la industria, por mencionar sólo algunas áreas relevantes.

El conocimiento de la legislación aplicable a la actividad económica comercial resulta, pues, fundamental para el desarrollo eficaz de los proyectos, no tan sólo por las inferencias económicas que pueden derivarse del análisis jurídico, sino también por la necesidad de conocer adecuadamente las disposiciones legales aplicables al proyecto, de forma que se logre evitar las trabas administrativas y que el desarrollo del proyecto se desenvuelva con fluidez y oportunidad.

La legislación económica y financiera es distinta en cada país y depende de su desarrollo, tecnología, cultura, tradiciones, etcétera. Consecuentemente, las prioridades jurídicas en torno a la economía resultan, a su vez, muy diferentes de país en país y conllevan siempre cierto grado de complejidad.

En los Estados Unidos, por ejemplo, según se sabe, se han dictado distintas leyes en relación con el monopolio, con el fin de buscar a través de su sistema jurídico propio y auténtico (es decir, que surge de la comunidad y de sus valores) un marco eficaz que permita al mercado funcionar libremente. Este objetivo es prioritario para una sociedad y una economía como las de Estados Unidos: En respuesta a la formación de los grupos económicos y a la creciente concentración de la industria en esa nación a fines del siglo diecinueve, el Congreso de ese país aprobó la ley Sherman, que establece la ilicitud de cualquier trato que entrañe o tenga como consecuencia la limitación al libre comercio, sea a través del *trust*, los monopolios u otra forma de organización empresarial que concentre el poder y la decisión económica en unas pocas manos.

Posteriormente, en 1914, se aprueba complementariamente la ley Clayton, cuerpo legal que establece, por su parte, la prohibición de juntas directivas interrelacionadas, fundada en que dicha modalidad organizativa menoscaba el libre comercio. Asimismo, se prohibía la compra de una compañía por otra del mismo giro u objeto social, si ello disminuía sustancialmente la competencia. Finalmente, se prohibía la suscripción de "contratos atados", o sea, aquéllos en virtud de los cuales se obligaba a un comprador a adquirir otros productos de la línea del vendedor.

El mismo año 1914 se crea, además, la Comisión Federal de Comercio, destinada a pronunciarse jurisdiccionalmente sobre los "métodos injustos de competencia". En la actualidad esta comisión tiene, además, a su cargo la función de controlar la publicidad distorsionadora y la mala representación de los productos.

De esta manera, las leyes denominadas Sherman y Clayton, así como la Comisión Federal de Comercio, han constituido el fundamento doctrinario y positivo de la política antimonopolio de los Estados Unidos, concepción de raíces tan hondas en la cultura y visión de la economía de ese pueblo.

En los países de mayor desarrollo jurídico, se dispone de legislación específica para cada área de la actividad económica. Por lo tanto, la factibilidad legal de un proyecto en esos países está inserta en un cuerpo legal particular o específico, cuya consulta y análisis es, por tanto, indispensable.

En general, en todos los países del mundo, la actividad económica está fiscalizada y controlada por instituciones estatales encargadas de hacer cumplir el ordenamiento vigente. Las leyes que regulan la conducta de los agentes económicos establecen principios generales de acción, válidos para todas las actividades comerciales, desde los códigos generales hasta los cuerpos normativos particulares y, aun, reglamentarios.

La dinámica de la organización social en todas sus formas obliga a la sociedad a ir generando en el tiempo, y de acuerdo con las cambiantes y propias circunstancias locales, distintas leyes, normas, reglamentos, estatutos o modalidades contractuales que defiendan el interés social, condicionando la actividad comercial y económica a las decisiones que los organismos representativos del orden social imponen –la ley manda, prohíbe o permite– como las más adecuadas para el bien común. Los proyectos, para ser auténticos, deben surgir del contexto de la realidad social, lo que obliga al preparador y evaluador de proyectos a considerar, necesariamente, el marco legal en que se desarrollará y enmarcará el proyecto que se desea evaluar.

13.2 El ordenamiento jurídico de la organización social

Sin lugar a dudas, el ordenamiento jurídico de la organización social condiciona al mecanismo operacional de los proyectos de inversión. En algunos casos específicos, se cuenta con que la constitución política de una determinada nación preceptúa normas que obligan a los proyectos a seguir una determinada dirección. Usualmente dichas normas se referirán al dominio, uso y goce de ciertos bienes que, por su naturaleza estratégica, su valor intrínseco, su escasez, etcétera, se reservan al Estado, compartiéndose en oportunidades su explotación con los particulares, y a veces sólo con los nacionales del país, de acuerdo con el régimen de concesión, calidad que autoriza la operación en modalidades de permisos y tolerancias de distinta apertura y responsabilidad. Inclusive, algunos proyectos nacidos de una decisión gubernamental pueden estar impedidos de implementarse, por las disposiciones establecidas en la constitución. Este fue el caso, verbigracia, del proyecto de reforma agraria en Chile, que tuvo que ser aprobado por el Congreso Pleno, puesto que hubo que reformar la Constitución Política.¹

Por otra parte, la normativa legal de los actos de comercio se regula por códigos de comercio que incorporan toda la experiencia legal mercantil, e incluso la costumbre comercial, lo que deberá conocer el preparador y evaluador de proyectos.

Asimismo, la legislación laboral, que puede gravitar fuertemente en el presupuesto de un proyecto, según sean las disposiciones del código del trabajo pertinentes a la indemnización por años de servicio y desahucio de los trabajadores.

De lo anterior se desprende que de hecho existen en los países cuerpos legales válidos para toda la jurisdicción territorial de la nación, los que necesariamente deberán tomarse en consideración en todo proyecto que se desee evaluar.

Sin perjuicio de la existencia de un marco normativo legal de carácter general, pueden existir legislaciones sectoriales, de carácter federal, regional, local, cantonal, municipal, etcétera, que pueden ser distintas de una a otra región o de una a otra ciudad. Así, por ejemplo, varios países disponen de zonas francas o libres de

¹ La Constitución Política de Chile de 1925 tuvo que reformarse en lo que se refería a las garantías que amparaban el derecho de dominio o propiedad, a través del voto de los 45 senadores y 147 diputados que componían el poder legislativo chileno antes del pronunciamiento militar, con el objeto de aprobar el proyecto de reforma agraria que significó la posibilidad de expropiar la tierra.

impuestos y gravámenes. El proyecto que opere en el marco normativo de esas zonas tendrá que considerar variables distintas a las aplicables en otras zonas del mismo país.

Por otra parte, pueden existir normas propias para determinados municipios, comunas o localidades, las que, sin apartarse del marco normativo general, establezcan ordenanzas, decretos, resoluciones y otros instrumentos que regulen la organización social.

13.3 Formas de organización legal de las empresas

El evaluador de proyectos deberá considerar cuál es la forma de organización adecuada para la unidad económica que podría desarrollar el proyecto. La constitución social de una unidad económica puede tener distintas formas de organización y, por lo tanto, distintos costos inherentes a cada una de ellas. No es posible definir *a priori* cuál es el esquema de organización empresarial más adecuado. Deberán estudiarse con detención las características del proyecto, el volumen de operación, el capital requerido, el número de personas en él involucradas, la situación de los socios, el esquema de la legislación tributaria y laboral y cómo ésta afecta a cada una de las variables importantes del proyecto, etcétera.

Cada país define en su normativa legal formas de organización de las empresas. Por otra parte, cada legislación establece normas tributarias, laborales, administrativas, contables, de fiscalización y control que afectan de distinta manera a cada una de las posibles formas de organización empresarial.

Asimismo, existen determinadas actividades que podrían estar restringidas en un país o en una zona específica de un territorio. En muchas naciones se restringe, por ejemplo, la actividad bancaria, financiera y aseguradora. También existen restricciones para actividades vinculadas al juego de azar, la creación de canales de televisión, espectáculos y otros rubros. En otros casos, el control de la prensa por gobiernos dictatoriales impide que se creen nuevos periódicos o revistas. El preparador y evaluador de proyectos deberá, en consecuencia, conocer no tan sólo las distintas alternativas de organización empresarial, sino también debe disponer de eficaz información de nivel nacional y local en relación con las distintas restricciones que pueden afectar al proyecto cuya evaluación aborda.

El marco de referencia legal del proyecto deberá evaluarse y definirse con antelación al proceso evaluador. En muchas ocasiones no será necesario evaluar un proyecto, si la iniciativa que se desea desarrollar resulta irrevocable, atendidas las características específicas del marco normativo legal determinado aplicable. Por otra parte, el proceso de preparación y evaluación de proyectos deberá medir eficazmente los desembolsos que éste generará. El dimensionamiento económico debe incorporar los factores legales que lleva involucrado el proyecto evaluado, y por consiguiente incluir en los flujos correspondientes los costos inherentes a la alternativa legal más conveniente para el desarrollo del proyecto. De esta forma se podrá garantizar la máxima exactitud que el evaluador debe exigir al preparar los antecedentes necesarios para la evaluación.

Entre las formas legales más representativas de la organización empresarial en países de economía privada o mixta, se pueden distinguir las de empresario individual, sociedad de personas de responsabilidad limitada, sociedad anónima o

corporación y la organización cooperativa o comunitaria. En la primera de ellas actúa una persona natural; las restantes se conocen legalmente en todo el mundo; desde el derecho romano, con la denominación de personas jurídicas, morales o abstractas.

Todas ellas adoptan distintas formas y características y están regidas por normas legales, tributarias, de fiscalización, administrativas, etcétera, que de hecho son distintas unas de otras. También pueden ser diferentes dependiendo de la normativa legal existente en cada país.

Frente a las alternativas posibles de organización empresarial, el evaluador debe efectuar un análisis prolijo y cuidadoso de ellas, a fin de poder determinar cualitativa y, más importante aún, cuantitativamente, las ventajas e inconvenientes que implica una determinada forma de organización empresarial con respecto a otra.

Los aspectos tributarios o impositivos instituidos por la legislación para cada una de las formas de organización empresarial tienen que ser estudiados detenidamente por el preparador y evaluador de proyectos, para incorporar el resultado de su análisis en los flujos de proyectos.²

Las ganancias de una propiedad individual están gravadas tributariamente como ingreso personal del propietario.

Una sociedad de personas (por ejemplo, una compañía de responsabilidad limitada) puede estar inicialmente gravada como persona jurídica y posteriormente quedar el ingreso personal de los propietarios o socios afectado por los impuestos a la renta y global complementario o adicional, según sea el caso, como consecuencia de las utilidades de la persona jurídica. Por su parte, estas rentas pueden incrementarse con otros ingresos que posean las personas socias de la empresa, lo que las afectaría adicionalmente en sus tributos. En caso de que la política tributaria del país tenga incorporados tramos de pagos de tributos de acuerdo con los ingresos de las personas, éstos crecerán más que proporcionalmente, a medida que se incrementan las utilidades susceptibles de ser incorporadas en las rentas personales de los socios.

Naturalmente, no todas las legislaciones tributarias son iguales. El régimen impositivo, en efecto, depende del desarrollo económico, de las concepciones políticas imperantes y otros factores. Por ende, varía de país en país y dentro de cada uno de ellos va sufriendo, además, modificaciones con el transcurso del tiempo. Lo importante para el preparador y evaluador de proyectos será conocer cómo afectan los tributos vigentes en el momento de la evaluación del proyecto y los que inminentemente –según su conocimiento fidedigno– vayan a imponerse próximamente e incorporar en sus flujos los efectos tributarios que lo afectan.

13.4 Otras consideraciones de carácter legal que deben tomarse en cuenta

Desde el origen del proyecto, el preparador y evaluador se verá enfrentado a diversas instancias legales que el ordenamiento jurídico existente en el lugar donde se desarrollará el proyecto lo obliga a considerar.

² Véase el capítulo 15.

Además del análisis sobre el tipo de sociedad o compañía que podría formarse selectivamente para la implementación del proyecto de acuerdo con sus características propias, deberán tenerse en cuenta los efectos que la legislación le impone al proyecto. Por consiguiente, deberá determinarse cómo podrían ellos afectar a los flujos, mediante un proceso de cuantificación e incorporación de ellos en la evaluación. De esta forma adquiere relevancia el análisis legal, especialmente en lo que dice relación con la localización, estudio técnico, financiamiento y organización.

Los aspectos legales más importantes relacionados con la localización del proyecto son los siguientes:

Estudio de títulos del bien raíz, que incluye el estudio y determinación de vigencia del dominio y la existencia eventual de hipotecas, litigios, prohibiciones y, en general, gravámenes que podrían afectar al terreno de localización óptima como impuestos sobre predios o terrenos, calculados sobre avalúos fiscales de carácter oficial.

Determinación de otros pagos de contribución territorial y las exenciones que podrían favorecerle.

Determinación de los gastos notariales, de transferencia, inscripciones, etcétera, que afectan a la adquisición del terreno elegido, en el caso de su compra.

Análisis de la situación de los terrenos adyacentes, estableciendo la posible existencia de derechos que puedan tener los propietarios vecinos y que de alguna manera pueden afectar al costo del proyecto (derechos de agua, demarcación de límites, construcciones, medianeras y aspectos similares).

Determinación de los honorarios de los profesionales que efectúen dicho estudio.

Análisis de los derechos de propiedad. Este estudio resulta principalmente válido en proyectos cuya complejidad y envergadura comprometen el derecho de otros en torno a las connotaciones de implementación del proyecto. Por ejemplo, en el trazado de un ferrocarril metropolitano, que utiliza el subsuelo para su recorrido, debería estudiarse la propiedad del subsuelo, los derechos que le podrían pertenecer a los servicios de agua, alcantarillado, teléfonos y otros que también utilizan el subsuelo, el acceso al ferrocarril a través de edificaciones particulares, etcétera.

Un caso similar ocurre también con la construcción de una represa hidroeléctrica, en donde se debe estudiar legalmente las implicaciones que su construcción significa, puesto que probablemente se utilizarán aguas sobre las cuales existen derechos de terceros, la construcción y uso de caminos que deben pasar por terrenos privados, la creación de servidumbres de terrenos vecinos, etcétera.

En el estudio técnico también puede existir la necesidad de efectuar un estudio exhaustivo de algunas variables legales que afectan a la tecnología del proyecto.

Estudio de la legislación tributaria que afecte a los equipos y maquinarias que deben importarse.

Determinación de la legislación tributaria y posibles franquicias o pago de derechos o regalías por uso de patentes, marcas u otras obligaciones existentes en los países exportadores de maquinaria y tecnología, a fin de establecer las

alternativas más convenientes de adquisición de maquinarias y equipos de acuerdo con los estudios indicados en la ingeniería del proyecto.³

El financiamiento del proyecto también está condicionado por normas legales que regulan tanto la intermediación financiera como las operaciones bancarias. El análisis debe incluir, entre otros aspectos, los siguientes:

Estudio de la legislación bancaria nacional.

Análisis de las normas que regulan las operaciones de crédito.

Análisis de las disposiciones sobre comercio exterior.

Determinación de las franquicias, estímulos, incentivos financieros, etcétera, que podrían obtenerse para los bienes y servicios que producirá el proyecto.

Estudio de la legislación extranjera en torno a la importación de bienes, materias primas, franquicias que le correspondería percibir al exportador, etcétera.

La implementación de un proyecto puede significar la participación de varias entidades de distinta naturaleza jurídica. Deberá, por tanto, considerarse las connotaciones legales que se derivan de esa participación. Para ello es necesario lo siguiente:

Estudio legal de las relaciones entre las distintas instituciones participantes.

Establecimiento de las normas legales contractuales que regirán la relación interactiva de las instituciones.

Análisis de las especificaciones por las cuales cada institución establece sus derechos y deberes, tanto financieros como administrativos.

Determinación de los costos que estas operaciones legales significan para el proyecto, con el objeto de incorporarlos en los flujos correspondientes.

13.5 Resumen

Las actividades que desarrolla el hombre en sociedad requieren de normas que regulen los derechos y deberes de sus miembros. Toda actividad empresarial y los proyectos que de ella se originan se encuentran incorporados a un determinado ordenamiento jurídico. Resulta imprescindible el conocimiento de la legislación y de las normas que pueden ser aplicables al proyecto que se desea evaluar.

Cada país dispone de un ordenamiento legal diferente, de acuerdo con las concepciones jurídicas que sus miembros hayan establecido en el transcurso de su vida institucional.

En todo país la actividad económica está fiscalizada y controlada por organismos encargados de hacer cumplir la norma legal establecida en el ordenamiento jurídico, lo que regula la conducta de los agentes económicos. Los proyectos se sitúan en el contexto de la realidad social, con todas sus leyes, normas y reglamentos, lo que obliga al preparador y evaluador de proyectos a considerar necesariamente el marco legal en que se desarrollará el proyecto.

Siempre existen en los países normas legales de carácter general, sin perjuicio de legislaciones de tipo federal, regional, local, municipal, etcétera. El preparador y evaluador de proyectos deberá conocer el marco normativo general y específico,

³ Véase el capítulo 8.

de manera tal que pueda disponer de los elementos analíticos imprescindibles para la correcta evaluación del proyecto.

Los aspectos legales que deben considerarse abarcan también la forma de organización que adopte la unidad económica que podría desarrollar el proyecto. Cada país define distintos tipos de organización de las empresas y también establece normas tributarias, administrativas, contables, fiscalizadoras, etcétera, que de hecho afectan de una manera u otra a la empresa encargada de la implementación del proyecto.

El marco de referencia legal del proyecto deberá definirse con antelación al proceso evaluador, de manera que se pueda determinar si la iniciativa que se desea desarrollar no resulta viable dadas las características específicas del marco normativo legal. Asimismo, se deberá medir los desembolsos que pueden llevar implícitos las distintas alternativas de organización legal de la empresa que desarrollará el proyecto.

Entre las formas legales más representativas de la organización empresarial en países de economía privada o mixta, se distinguen la propiedad particular, la sociedad de personas de responsabilidad limitada, la sociedad anónima o corporación y la organización cooperativa comunitaria. Frente a estas alternativas, el evaluador debe efectuar un análisis exhaustivo de cada una de ellas, de manera de poder definir las ventajas que reporta una determinada forma de organización empresarial con respecto a otra.

El análisis de la legislación tributaria que afecta a las empresas constituye un elemento imprescindible de tomar en cuenta por el evaluador, que necesariamente deberá incorporar en los flujos los efectos tributarios respectivos.

Finalmente, deberán tenerse en cuenta los distintos factores legales que pueden afectar al proyecto en sus distintas etapas. Tanto en la localización, como en el estudio técnico, el financiamiento, la administración, la organización y otros aspectos relevantes para la evaluación, deberían considerarse los factores que la legislación le puede imponer al proyecto y cómo ellos afectan al proyecto de cuantificación de los flujos.

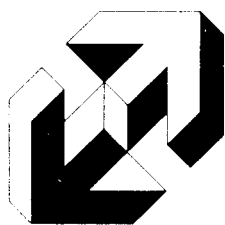
PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. Explique la importancia del marco legal en la evaluación del proyecto.
2. Señale algunas de las disposiciones jurídicas que se han dictado en los Estados Unidos, detallando los objetivos perseguidos en cada una de ellas.
3. Exponga las razones por las que es necesario establecer una regulación legal del comportamiento de los agentes económicos.
4. Efectúe una comparación de las distintas opciones, en nivel general y particular, de ordenamiento de la estructura social.
5. ¿Qué consideraciones debe adoptar el evaluador y preparador de proyectos frente a las normas jurídicas vigentes?
6. Señale las formas que puede adoptar la unidad económica que podría desarrollar el proyecto y los aspectos que deberán estudiarse con profundidad para el establecimiento de los flujos.
7. Indique la importancia del análisis tributario en la evaluación.
8. ¿Qué consideraciones legales se debe tener en cuenta para la adecuada localización del proyecto?

9. Señale los aspectos legales que deben estudiarse y que podrían afectar al financiamiento del proyecto de acuerdo con el contexto actual del mercado de capitales del país.
10. ¿Cómo pueden afectar las normales legales a la administración del proyecto?

BIBLIOGRAFIA

- ARGERI, Saul A. *Diccionario de derecho comercial y de la empresa*. Buenos Aires: Astrea, 1982.
- CARRASCO VASQUEZ, Jorge. *Evolución del derecho de quiebras en Chile*. Santiago: Editorial Jurídica, 1982.
- CASTRO OSSANDON, Hernán. *Nueva legislación sobre sociedades anónimas*. Santiago: Editorial Jurídica, 1982.
- CHILE, Banco Central. *Legislación económica chilena y de comercio internacional*. Santiago, 1982.
- _____. *Código de comercio de Chile y leyes complementarias*.
- _____. *Estatuto de la inversión extranjera*. Santiago: Editorial Jurídica, 1978.
- _____. *Ley antimonopolios; jurisprudencia del comité resolutivo (1974-1977)*. Santiago: Editorial Jurídica, 1978.
- _____. *Nuevas normas sobre la ley de quiebras y procedimiento: ley 19.092*. Santiago: Editorial Jurídica, 1982.
- DROMI, José R. *Derecho administrativo económico*, 2 vols. Buenos Aires: Astrea, 1982.
- DUCCI, Carlos. *Ley de quiebras*. Santiago: Editorial Jurídica, 1982.
- FERNANDEZ, José. *Régimen jurídico de la administración municipal*. Santiago: Editorial Jurídica, 1982.
- HERNANDEZ, Nenny. *Normativa municipal vigente*. Santiago: Editorial Jurídica, 1980.
- INSTITUTO DE ESTUDIOS BANCARIOS. *Aspectos legales del sector financiero*. Santiago, 1981.
- LE PERA, Sergio. *Cuestiones de derecho comercial moderno*. Buenos Aires: Astrea, 1982.
- MOORE, Daniel. *Derecho económico*. Santiago: Editorial Jurídica, 1982.
- NUSSABAUM, Arthur. *Derecho monetario nacional e internacional*. Buenos Aires, 1950.
- PALMERO, Juan C. *Tutela Jurídica del crédito*. Buenos Aires: Astrea, 1982.
- SANTA MARIA, Raúl. *Manual de derecho económico*, 2 vols. Santiago: Ediciones Encino, 1972.



PARTE V

EL ESTUDIO FINANCIERO

CAPITULO 14

LAS INVERSIONES DEL PROYECTO

En los capítulos anteriores se analizó cómo los estudios de mercado, técnico y organizacional proveen información para la determinación de las inversiones del proyecto. En este capítulo se trata la sistematización de esa información, a fin de cuantificar la inversión en los activos que requiere el proyecto para la transformación de insumos, y la determinación del monto de capital de trabajo inicial requerido para el funcionamiento normal del proyecto después de su implementación.

Si bien la mayor parte de las inversiones se deben realizar antes de la puesta en marcha del proyecto, pueden existir inversiones que sea necesario realizar durante la operación, ya sea porque se precise reemplazar activos desgastados o porque se requiera incrementar la capacidad productiva ante aumentos proyectados en la demanda.

De igual forma, el capital de trabajo inicial puede verse aumentado o rebajado durante la operación, si se proyectan cambios en los niveles de actividad. Se tratan en detalle en este capítulo los distintos criterios de cálculo de la inversión en capital de trabajo y la forma de tomarlos en consideración.

14.1 Inversiones previas a la puesta en marcha

Las inversiones efectuadas antes de la puesta en marcha del proyecto se pueden agrupar en tres tipos: activos fijos, activos nominales y capital de trabajo.

Las inversiones en activos fijos son todas aquellas que se realizan en los bienes tangibles que se utilizarán en el proceso de transformación de los insumos o que sirvan de apoyo a la operación normal del proyecto. Constituyen activos fijos,

entre otros, los terrenos y recursos naturales; las obras físicas (edificios industriales, sala de venta, oficinas administrativas, vías de acceso, estacionamientos, bodegas, etcétera); el equipamiento de la planta, oficinas y salas de venta (en maquinarias, muebles, herramientas, vehículos y alhajamiento en general), y la infraestructura de servicios de apoyo (agua potable, desagües, red eléctrica, comunicaciones, energía, etcétera).

Para efectos contables, los activos fijos, con la excepción de los terrenos, están sujetos a depreciación, la cual afectará al resultado de la evaluación por su efecto sobre el cálculo de los impuestos. Los terrenos no sólo no se deprecian, sino que muchas veces tienden a aumentar su valor por la plusvalía generada por el desarrollo urbano en su alrededor como en sí mismos. También puede darse el caso de una pérdida en el valor de mercado de un terreno, como es el que correspondería cuando se agota la provisión de agua de riego o cuando el uso irracional de tierras de cultivo daña su rendimiento potencial.

Las inversiones en activos nominales son todas aquéllas que se realizan sobre activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos necesarios para la puesta en marcha del proyecto. Constituyen inversiones intangibles susceptibles de amortizar y, al igual que la depreciación, afectarán al flujo de caja indirectamente, por la vía de una disminución en la renta imponible, y por lo tanto, de los impuestos pagaderos. Los principales ítems que configuran esta inversión son los gastos de organización, las patentes y licencias, los gastos de puesta en marcha, la capacitación, los imprevistos, los intereses y cargos financieros preoperativos.

Los gastos de organización incluyen todos los desembolsos originados por la dirección y coordinación de las obras de instalación y por el diseño de los sistemas y procedimientos administrativos de gestión y apoyo, como el sistema de información, así como los gastos legales que implique la constitución jurídica de la empresa que se creará para operar el proyecto.

Los gastos en patentes y licencias corresponden al pago por el derecho a uso de una marca, fórmula o proceso productivo y a los permisos municipales, autorizaciones notariales y licencias generales que certifiquen el funcionamiento del proyecto.

Los gastos de puesta en marcha son todos aquéllos que deben realizarse al iniciar el funcionamiento de las instalaciones, tanto en la etapa de pruebas preliminares como en las del inicio de la operación y hasta que alcancen un funcionamiento adecuado. Aunque constituyan un gasto de operación, muchos ítems requerirán un desembolso previo al momento de puesta en marcha del proyecto. La necesidad de que los ingresos y egresos queden registrados en el momento real en que ocurren, éstos se incluirán en el ítem de inversiones que se denominará "gastos de puesta en marcha". Por ejemplo, aquí se incluirán los pagos de remuneraciones, arriendos, publicidad, seguros y cualquier otro gasto que se realice antes del inicio de la operación.

Los gastos de capacitación consisten en aquéllos tendientes a la instrucción, adiestramiento y preparación del personal para el desarrollo de las habilidades y conocimientos que deben adquirir con anticipación a la puesta en marcha del proyecto.

La mayoría de los proyectos consideran un ítem especial de imprevistos para afrontar aquellas inversiones no consideradas en los estudios y para contrarrestar

posibles contingencias. Su magnitud suele calcularse como un porcentaje del total de inversiones.

El costo del estudio del proyecto, contrariamente a como lo plantean algunos textos, no debe considerarse dentro de las inversiones, por cuanto es un costo inevitable que se debe pagar independientemente del resultado de la evaluación, y por lo tanto irrelevante. Por regla general, sólo se deben incluir como inversiones aquellos costos en que se deberá incurrir sólo si se decide llevar a cabo el proyecto¹. Sin embargo, si deberá incluirse el efecto tributario de su amortización contable cuando corresponda.

Además de la reunión y sistematización de todos los antecedentes atinentes a las inversiones iniciales en activos fijos y nominales del proyecto, se debe elaborar un calendario de inversiones previas a la operación, que identifique los montos para invertir en cada período anterior a la puesta en marcha del proyecto.

Como no todas las inversiones se desembolsarán conjuntamente con el período cero (fecha de inicio de la operación del proyecto), es conveniente identificar el momento en que cada una debe efectuarse, ya que los recursos invertidos en la etapa de construcción y montaje tienen un costo de oportunidad, ya sea financiero, si los recursos se obtuvieron en préstamos, ya sea de opción, si los recursos son propios y obligan a abandonar otra alternativa de inversión (Véase el Cuadro 14.1).

Como se verá en el capítulo siguiente, todas las inversiones previas a la puesta en marcha deben expresarse en el momento cero del proyecto. Para ello, puede capitalizarse el flujo resultante del calendario de inversiones a la tasa de costo de capital del inversionista; denominar momento cero al momento en que se realiza el primer desembolso (y tener flujos negativos los primeros períodos), o bien incluir un ítem de gastos financieros en el calendario de inversiones, que represente el costo de los recursos así invertidos. Aun cuando el costo de oportunidad del uso de estos recursos no constituye un desembolso, cuando se obtienen de aportes propios debe considerarse en la inversión, ya que no hacerlo significa sobrestimar la rentabilidad económica real del proyecto. Esta estimación constituiría parte de los activos diferibles.

14.2 Inversión en capital de trabajo

La inversión en capital de trabajo constituye el conjunto de recursos necesarios, en la forma de activos corrientes, para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo², para una capacidad y tamaño determinados. Por ejemplo, en el estudio de factibilidad de una inversión en un proyecto de creación de un hotel, además de la inversión en edificios, equipos y mobiliario, será necesario invertir en capital de trabajo un monto tal que se asegure el financiamiento de todos los recursos de operación que se consumen en un ciclo productivo. En este caso, será

¹ Este punto se analiza más extensamente en el capítulo 20.

² Se denomina ciclo productivo al proceso que se inicia con el primer desembolso para cancelar los insumos de la operación y termina cuando se venden los insumos, transformados en productos terminados, y se percibe el producto de la venta y queda disponible para cancelar nuevos insumos.

Cuadro 14.1. Calendario de inversiones

ITEM DE INVERSION	MOMENTOS					
	-n	-2	-1	0
ACTIVOS FIJOS						
TERRENOS						
RECURSOS NATURALES						
OBRAS FISICAS						
EQUIPAMIENTO						
-MAQUINAS						
-MOBILIARIO						
-HERRAMIENTAS						
-VEHICULOS						
-OTROS						
INSTALAC. COMPLEMENT.						
-AGUA						
-COMUNICACIONES						
-ELECTRICIDAD						
-OTROS						
TOTAL ACTIVOS FIJOS						
ACTIVOS NOMINALES						
GASTOS DE ORGANIZAC.						
GASTOS DE PUESTA EN MARCHA						
GASTOS DE CAPACITAC.						
PATENTES Y LICENCIAS						
IMPREVISTOS						
OTROS						
TOTAL ACTIVOS NOMINALES						
CAPITAL DE TRABAJO INICIAL						
TOTAL INVERSIONES						

posible determinar como ciclo productivo el tiempo promedio de permanencia en el hotel, como capacidad la ocupación promedio de la capacidad instalada y como capital de trabajo los recursos necesarios para financiar la operación durante los días de permanencia y hasta la recepción del pago del alojamiento y consumos.

En una planta elaboradora de queso, el capital de trabajo debe garantizar la disponibilidad de recursos suficientes para adquirir la materia prima y cubrir los costos de operación y venta durante los 60 días normales que dura el proceso de producción, más los 30 días promedio que demora la recuperación de los fondos para ser utilizados nuevamente en el proceso.

La teoría financiera se refiere normalmente al capital de trabajo que se denomina activos de corto plazo. Esto es efectivo desde el punto de vista de su administración, más no así de la inversión. Por ejemplo, si una empresa programa un nivel de operaciones de \$ 100, sin fines de lucro (compra y vende \$ 100 en productos), pero tiene una política de venta que establece un 50% al contado y un 50% a crédito a 30 días. Al iniciar la operación esta empresa deberá desembolsar \$ 100, de los cuales recuperará \$ 50 inmediatamente y tendrá el saldo en cuentas por cobrar. El dinero recibido al contado se utilizará en la compra de la nueva mercadería, pero para mantener el nivel deseado de \$100, deberá incurrirse en un nuevo desembolso de \$ 50. Si permanentemente las cuentas por cobrar ascienden a \$ 50 y siempre el nivel de operación requiere existencias o caja de \$ 100, los \$ 150 totales tienen el carácter de una inversión permanente que sólo se recuperará cuando el proyecto deje de operar. Este tema se trata en detalle en el capítulo 15.

En consecuencia, para efectos de la preparación y evaluación de proyectos, el capital de trabajo inicial constituirá una parte de las inversiones de largo plazo, ya que forma parte del monto permanente de los activos corrientes necesarios para asegurar la operación del proyecto.

Si el proyecto considera aumentos en el nivel de operación, pueden requerirse adiciones al capital de trabajo. En proyectos sensibles a cambios estacionales pueden producirse aumentos y disminuciones en distintos períodos, considerándose estos últimos como recuperación de la inversión.

Los métodos principales para calcular el monto de la inversión en capital de trabajo son los de capital de trabajo bruto, capital de trabajo neto, ciclo productivo y déficit acumulado máximo. Los siguientes apartados analizan estos métodos en detalle.

14.3 Método del capital de trabajo bruto

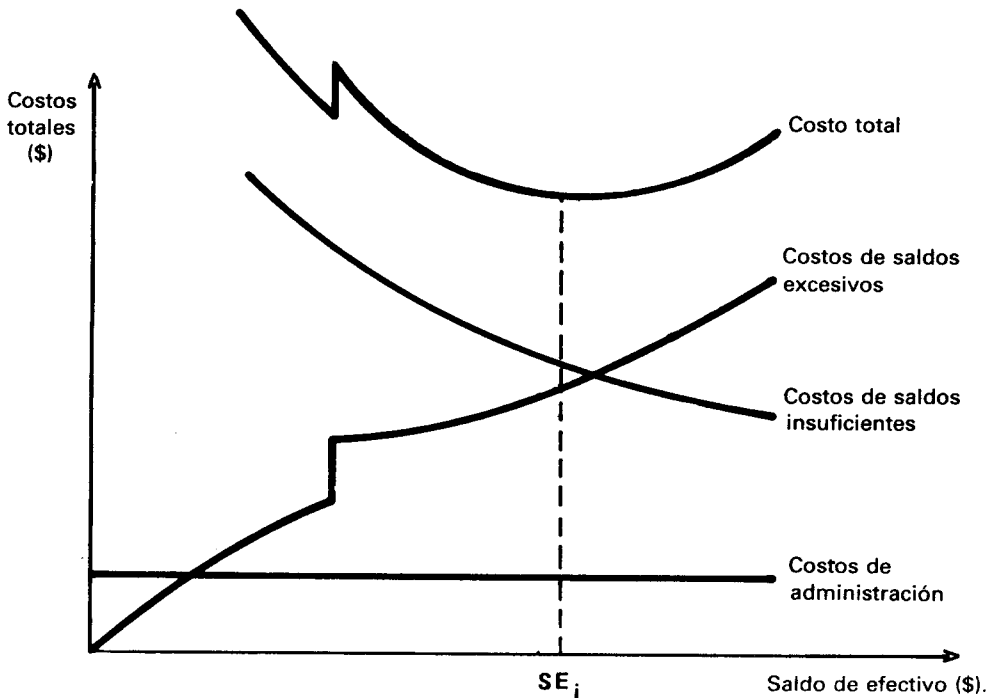
Una forma comúnmente usada para proyectar los requerimientos de capital de trabajo es la de cuantificar la inversión requerida en cada uno de los rubros del activo corriente, sin considerar que parte de estos activos pueden financiarse por pasivos de corto plazo pero de carácter permanente, como los créditos de proveedores o los préstamos bancarios. Si bien no parece racional excluir estos compromisos de corto plazo en la estimación del capital de trabajo, tiene la ventaja de ser más conservador. Los rubros de activo corriente que se cuantifican en el cálculo de esta inversión son el saldo óptimo para mantener en efectivo, el nivel de cuentas por cobrar apropiado y el volumen de existencias que se debe mantener.

La inversión en efectivo dependerá de tres factores: el costo de que se produzcan saldos insuficientes, el costo de tener saldos excesivos y el costo de administración del efectivo.

El costo de tener saldos insuficientes hará que la empresa deje de cumplir con sus pagos. Si tuviera saldos suficientes, podría cumplir con sus compromisos y tener, en consecuencia, un costo cero, pero, a medida que disminuye el saldo, el costo de saldos insuficientes aumenta en el equivalente al costo de la fuente de financiamiento a que se recurra, sea el recargo de un interés a la deuda no pagada, o al interés cobrado por un banco, si se recurre a éste para obtener los fondos que remitan el pago de esa deuda.

El costo de saldos excesivos equivale a la pérdida de utilidad por mantener recursos ociosos por sobre las necesidades de caja. Este costo aumenta mientras mayor sea el saldo ocioso. Por ejemplo, si se puede obtener un 5% de interés sobre los depósitos bancarios, se perdería \$ 50 si el saldo en exceso es de \$ 1 000, pero la pérdida ascendería a \$ 100 000 si el excedente fuese de \$ 2 000 000. En el Gráfico 14.1. se aprecia un cambio en la configuración de la curva de costos excesivos. Esto se explica porque hasta un saldo efectivo de SE_i los costos de oportunidad son menores que los que tendrían saldos sobre este punto. Esto se explica porque, si se desea incrementar el saldo de efectivo, sobre SE_i , será necesario vender algunas inversiones de carácter temporal, obligándose a incurrir en costos adicionales de transacción (comisiones o pérdida en la venta) u obtener recursos adicionales que exigen el pago de un interés.

Gráfico 14.1.



El costo de administración del efectivo se compone de los costos de gestión (remuneraciones al personal) de los recursos líquidos y de los gastos generales de oficinas. Estos costos, que son fijos, se deben tomar en cuenta en conjunto con los anteriores para optimizar la inversión en efectivo, que se define como la de menor costo total.

El costo total se obtiene sumando los costos de administración con los de saldos, tanto excesivos como insuficientes.

Lo tratado hasta ahora ha buscado determinar el nivel óptimo de inversión en efectivo. Sin embargo, es usual que al nivel así calculado se agregue algún margen de seguridad para hacer frente a imprevistos.

Diversos autores³ han propuesto alternativas metodológicas para calcular el nivel óptimo para mantener en efectivo. William Baumol⁴ propone un método que generaliza el concepto de costos de oportunidad, definiendo una tasa de interés compuesto (i) y suponiendo un flujo de entrada constante de efectivo (C). El costo de hacer efectivo algún valor realizable es definido en forma fija en una cantidad b y los desembolsos (T) también son constantes. El costo total (TC) lo define por:

$$TC = \frac{bT}{C} + \frac{iC}{2}, \quad (14.1)$$

donde bT/C equivale al número de conversiones en efectivo, T/C , multiplicado por el costo de cada conversión, b , y donde $iC/2$ equivale al costo de oportunidad por mantener un saldo promedio de efectivo, $C/2$, durante el período. La optimización del monto para convertir, que se obtiene derivando la ecuación (14.1) con respecto a C e igualando el resultado a cero⁵, se calcula de la siguiente forma:

$$C^* = \sqrt{\frac{2bT}{i}}. \quad (14.2)$$

³Véanse, por ejemplo, MILLER, M. y ORR, D. "A Model of the Demand for Money in Firms", *Quarterly Journal of Economics*, agosto 1966; ORGLER, Y. *Cash Management: Methods and Models*. Belmont, Calif.: Wadsworth, 1970; SETHI, S. y THOMPSON, G. "An Application of Mathematical Control Theory to Finance: Modeling Simple Dynamic Cash Balance Problems", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, diciembre 1970, y BERANEK, W. *Analysis for Financial Decisions*. Homewood, Ill.: Irwin, 1963.

⁴BAUMOL, W. "The Transactions Demand for Cash: An Inventory Theoretical Approach", *Quarterly Journal of Economics*, noviembre 1952.

$$\begin{aligned} \frac{dTC}{dC} &= \frac{i}{2} - \frac{bT}{C^2} \\ 0 &= \frac{i}{2} - \frac{bT}{C^2} \\ \frac{bT}{C^2} &= \frac{i}{2} \\ C^2 &= \frac{2bT}{i} \\ C^* &= \sqrt{\frac{2bT}{i}} \end{aligned}$$

Por ejemplo, si los desembolsos anuales ascienden a \$ 1 600, el nivel óptimo para mantener en caja sería de \$ 800, si el costo fijo de hacer realizable una cantidad, fuese de \$ 20 y el costo del capital de 10%. Esto se obtiene de:

$$\begin{aligned} C^* &= \frac{\sqrt{2(20)(1600)}}{0.1} \\ &= \sqrt{64\,000} \\ &= 800 \end{aligned}$$

La validez del modelo está condicionada al cumplimiento de los siguientes supuestos: los flujos de ingresos y egresos son constantes a través del tiempo, no produciéndose ingresos ni desembolsos inesperados de efectivos, y la única razón por la que la empresa mantiene efectivo se deriva de la demanda de transacciones por estos saldos.

La inversión en inventarios, por otra parte, depende básicamente de dos tipos de costos, a saber, los asociados con la compra y los asociados con el manejo de inventarios.

Los costos asociados con el proceso de compra son todos aquéllos en que se incurre al ordenar un pedido para constituir existencias. El costo total de hacer el pedido (CTp), se determina multiplicando el número de pedidos que se hacen en un período (N) por el costo de cada pedido (P). O sea:

$$CTp = NP. \quad (14.3)$$

A su vez, el número de pedidos que se hacen en un período dependerá del consumo esperado del bien por inventariar (D) y de la cantidad de existencias que se recibe cada vez que se hace un pedido (Q). Esto se puede expresar como:

$$N = \frac{D}{Q}. \quad (14.4)$$

Reemplazando mediante el valor de la variable N en la ecuación 14.3, se tiene:

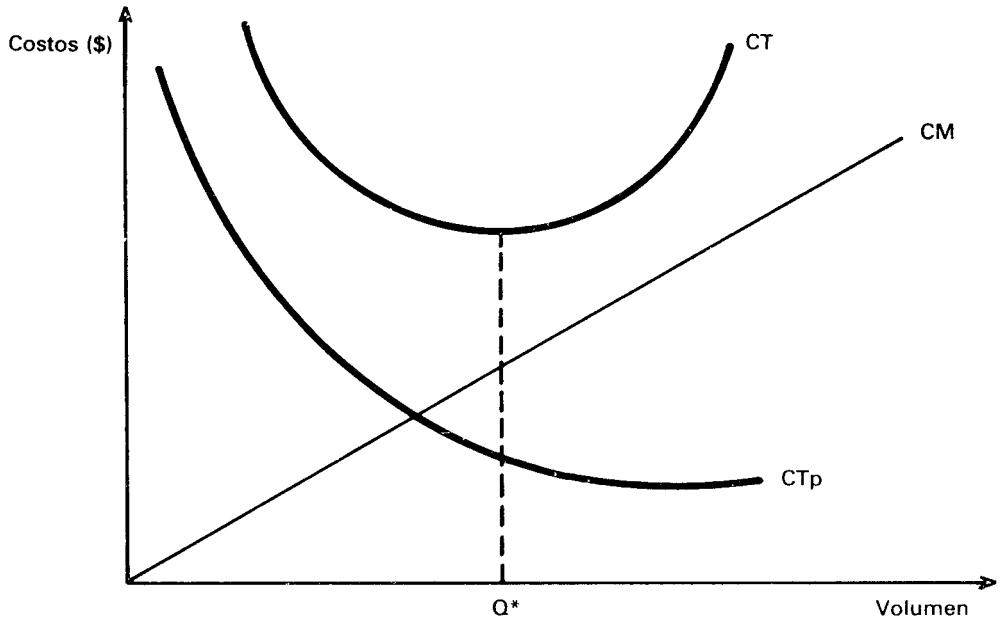
$$CTp = \frac{D}{Q} P. \quad (14.5)$$

Los costos asociados al manejo de existencias (CM), por otra parte, aumentan cuando se incrementa la cantidad que se recibe con cada pedido. Los costos totales de manejo de existencias se pueden también expresar como una ecuación:

$$CM = I_p C, \quad (14.6)$$

donde I_p representa el volumen promedio de existencias y C el costo de manejo de cada unidad de existencias, que incluye el costo de almacenamiento.

Gráfico 14.2.



Ambos tipos de costos se pueden ilustrar como se indica en el Gráfico 14.2, donde CT es el costo total y Q^* es la cantidad óptima que se comprará en cada pedido.

El costo total (CT) se puede calcular sumando los costos asociados al pedido (CT_p) y el manejo (CM):

$$CT = CT_p + CM. \quad (14.7)$$

El objetivo es, como se mencionó, definir la inversión promedio en existencias que sea óptima en términos de su mínimo costo. Las existencias promedio se pueden definir como $Q/2$. Luego,

$$I_p = \frac{Q}{2} \quad (14.8)$$

Si el inventario promedio es $Q/2$ y además se supone que cada unidad cuesta \$S, el valor de existencias promedio será $Q/2S$ y los costos totales de manejo serán:

$$CM = \frac{Q}{2} S. \quad (14.9)$$

Luego, el costo total puede expresarse:

$$CT = \frac{D}{Q} P + \frac{Q}{2} S, \quad (14.10)$$

lo que se puede minimizar⁶ hasta:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DP}{S}} \quad (14.11)$$

donde Q^* constituye el lote económico de compra.

Las limitaciones del método se centran en la incertidumbre acerca de la demanda del bien o combinación de bienes inventariables. Si se conociera con exactitud el tiempo de entrega requerido para colocar una orden de compra de existencias y se pudiera cuantificar con certeza los costos que involucraría no disponer de las existencias en un momento dado, la inversión en inventarios se podría resolver con mayor facilidad⁷.

Por último, la inversión en cuentas por cobrar debe analizarse en función de los costos y beneficios que lleva asociados. Así, los principales costos son los de cobranzas, los de capital, los de morosidad en los pagos y los de incumplimiento. Los beneficios deben medirse por el incremento en las ventas y utilidades que se generan con una política de créditos.

Si la política fuese vender al contado, no se generarán costos de cobranzas ni de capital, como tampoco de morosidad ni incumplimiento. Por lo tanto, el costo de la política de ventas al contado, como se ilustra en el Gráfico 14.3, es cero.

Si el costo es cero, los beneficios de una política de venta al contado son:

$$U = S(M) - C(M), \quad (14.12)$$

donde U representa las utilidades, S el precio de venta unitario, C el costo de ventas unitario y M el número de unidades vendidas al contado.

Sin embargo, si la empresa otorga créditos a 30 días, se generan automáticamente dos tipos de costos, a saber, el del capital necesario para financiar las cuentas por cobrar durante 30 días y los que ocasione el proceso de cobranza. El

6

$$\frac{d CT}{d Q} = - \frac{DP}{Q^2} + \frac{S}{2}$$

lo que se iguala a cero para hacerlo mínimo:

$$0 = - \frac{DP}{Q^2} + \frac{S}{2}$$

$$\frac{DP}{Q^2} = \frac{S}{2}$$

$$Q^2 = \frac{2DP}{S} \quad \text{y} \quad Q^* = \sqrt{\frac{2DP}{S}}$$

⁷Una amplia difusión de modelos de inventarios de existencias son tratados en HILLIER, F. y LIEBERMAN G.L., *Introduction to Operations Research*. San Francisco: Holden-Day, 1967.

Gráfico 14.3.

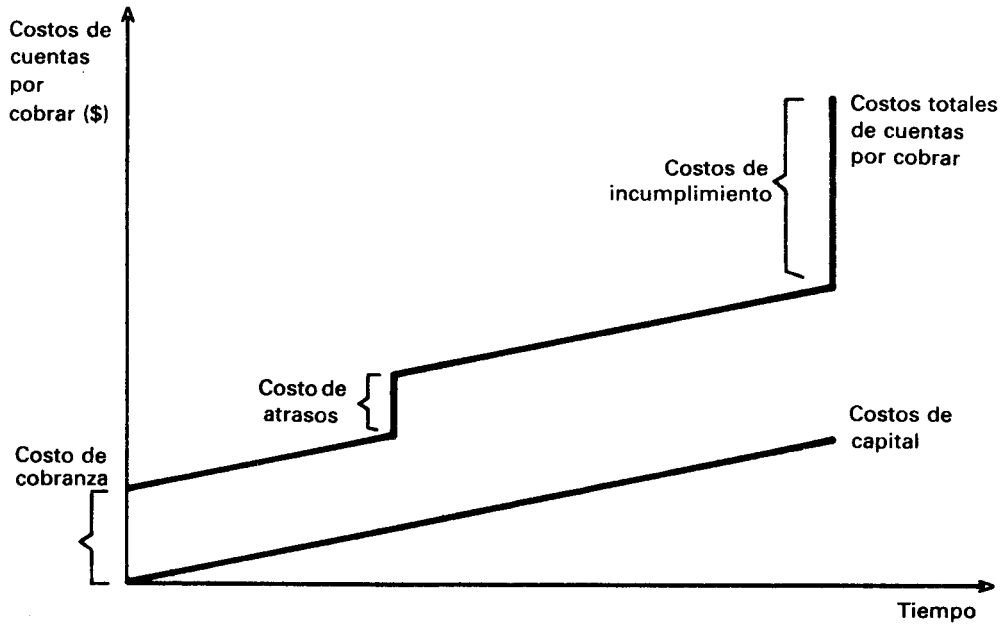


Gráfico 14.3 muestra que el costo de capital se incrementa mientras más duración tenga el período de crédito, ya que posiblemente deba pagarse un interés por los recursos obtenidos para financiar el crédito. El crédito, por otra parte, probablemente genere un incremento en las ventas y, por lo tanto, en las utilidades.

Los costos de las cuentas por cobrar se podrían expresar:

$$C_c = [C(N)] K + C_o (N), \tag{14.13}$$

donde C_c representa los costos de las cuentas por cobrar, $C(N)$ el costo de las N unidades vendidas a crédito, K el costo de capital de los recursos que se utilizan para financiar las cuentas por cobrar promedio y $C_o (N)$ los costos totales de cobranza.

La utilidad de la política de crédito se determinará por la ecuación

$$U' = S(N) - C(N) - [C(N)] K - C_o (N), \tag{14.14}$$

donde U' representa la utilidad de otorgar crédito y $S(N)$ el ingreso generado por la venta adicional incentivada por el crédito.

La utilidad obtenida por la aplicación de la ecuación 14.14 debe ajustarse todavía por el costo de morosidad e incumplimiento, que individualmente puede expresarse como

$$C_{Tm} = C_m (N) pd, \tag{14.15}$$

donde CT_m representa el costo total de la morosidad, C_m el costo adicional promedio que genera la morosidad, N el número de unidades vendidas a crédito y pd el porcentaje de las ventas a crédito no pagadas oportunamente; y

$$CT_i = S(N) pf, \quad (14.16)$$

donde CT_i es el costo total de incumplimiento y pf el porcentaje de las ventas no cobradas. Se calcula sobre la base de ingresos para deducir el ingreso $S(N)$ estimado de las ventas.

Luego, la utilidad de la venta a crédito se determina por:

$$U' = S(N) - C(N) - [C(N)] K - Co(N) - C_m(N) pd - S(N) pf. \quad (14.17)$$

Si U' fuese negativo, la venta a crédito no sería conveniente.

El porcentaje de morosidad y de incobrables es posible estimarlo en el estudio de mercado, revisando estándares de la industria.

Al incrementar la inversión en cuentas por cobrar, aumentan tanto los costos como los beneficios asociados al crédito. Sin embargo, sobre cierto límite, el crédito se estaría otorgando a clientes menos buenos, con el consiguiente incremento en los riesgos de morosidad e incumplimiento. El nivel de la inversión en cuentas por cobrar se determinará en función de maximización de U' .

El modelo así planteado supone que no hay traslado de compradores al contado hacia crédito. Sin embargo, deberá considerarse el menor ingreso por la reducción de ventas al contado y su efecto sobre una mayor venta a crédito.

De esta forma, la inversión en capital de trabajo fundada en el criterio del capital de trabajo bruto se obtiene sumando los niveles óptimos de las inversiones parciales en efectivo, existencias y cuentas por cobrar.

14.4 Método del capital de trabajo neto

El método del capital de trabajo neto cuantifica esta inversión en términos menos conservadores que el anterior y, por lo tanto, hace más rentable un mismo proyecto.

El método se basa en considerar que, tal como los recursos del inversionista estarán depositados en efectivo, inventarios o créditos a clientes, es posible que recursos de terceros puedan quedar disponibles para la empresa que se pudiera crear con el proyecto.

El cálculo del monto de la inversión en capital de trabajo neto se efectúa restando al capital de trabajo bruto los recursos obtenidos a través del crédito de proveedores, que permite disponer de materias primas y otros insumos sin desembolsar recursos, o préstamos a corto plazo renovables.

Al igual que en el caso del efectivo, inventarios y cuentas por cobrar, el crédito de proveedores y los préstamos de corto plazo se administran en el corto plazo, pero, en términos de fuentes de financiamiento, se consideran de largo plazo, ya que son renovables y permanentes.

Los factores que influyen en las condiciones del crédito de proveedores son la naturaleza económica del producto, la situación del vendedor, la situación del comprador y los descuentos por pronto pago. La naturaleza económica del producto

define qué artículos con alta rotación de ventas normalmente se venden con créditos cortos. Los proveedores con una débil posición financiera normalmente exigen el pago al contado o con crédito de muy corto plazo. El comprador muchas veces podrá influir en las condiciones de pago, dependiendo de la importancia relativa que tenga entre el total de consumidores del proveedor. Los descuentos por pronto pago pueden hacer poco atractivo aceptar un crédito del proveedor, como también si éste recarga un interés por el crédito otorgado.

El préstamo bancario de corto plazo lleva siempre implícito un costo financiero que debe evaluarse.

Estas y otras fuentes de financiamiento de corto plazo deben evaluarse en función de los costos y beneficios que reportan, así como medirse los montos óptimos y disponibles.

Este es, quizás, el método menos utilizado en la determinación de la inversión en capital de trabajo, debido a que el financiamiento por alguna de estas fuentes depende de una decisión externa de poca o ninguna posibilidad real de estimarse.

Una forma común de estimar la inversión en capital de trabajo por este método es estimando un promedio por ítem en función a los antecedentes de la industria. Por ejemplo, es posible plantear la inversión en cuentas por cobrar como una equivalencia respecto a las ventas. De esta forma, es posible estimar que las cuentas por cobrar promedio en una planta lechera corresponde a 60 días de venta promedio, o que la inversión en inventarios equivale a 30 días de costo de compra de la materia prima.

14.5 Método del período de recuperación

Este método consiste en determinar la cuantía de los costos de operación que se debe financiar desde el momento en que se efectúa el primer pago por la adquisición de la materia prima hasta el momento en que se recauda el ingreso por la venta de los productos, que se destinará a financiar el período de recuperación siguiente.

El cálculo de la inversión en capital de trabajo (ICT), se determina por la expresión:

$$ICT = C_p (C_{dp}), \quad (14.18)$$

donde C_p es el período de recuperación y C_{dp} el costo diario promedio de operación.

Un período de recuperación puede ser corto (venta de yogur, servicio de hotel, fletes, etcétera) o largo (industria metalúrgica). Por ejemplo, en un hotel es posible estimar un período de recuperación de 5 días promedio, que corresponde al período desde que se inician los desembolsos que genera un turista hasta el instante en que paga su estadía en el hotel. Una planta elaboradora de quesos podría tener un período de recuperación de 120 días, si desde que compra la leche hasta que el queso está terminado pasan 60 días, si hay 30 días promedio de comercialización y si se vende con crédito a 30 días. Una forma de tratar la determinación del capital de trabajo, de acuerdo con la expresión 14.18, consiste en calcular el costo de operación mensual o anual y dividirlo por el número de días de la unidad de tiempo seleccionada (30 ó 365 días). De esta forma se obtiene un costo de operación diario que se multiplica por la duración en días del ciclo de vida.

La simplicidad del procedimiento se manifiesta cuando se considera que para la elaboración de los flujos de caja ha sido necesario calcular tanto el costo total de un período como el período de recuperación.

De igual manera, su utilidad queda demostrada al considerar que el concepto propio del capital de trabajo es la financiación de la operación durante ese período de recuperación. Sin embargo, el modelo manifiesta la deficiencia de no considerar los ingresos que se podrían percibir durante el período de recuperación, con lo cual el monto así calculado tiende a sobrevalorarse, castigando a veces en exceso el resultado de la evaluación del proyecto. Pero sigue siendo un buen método para proyectos con períodos de recuperación reducidos como, por ejemplo, la venta de periódicos, la operación de un hotel o un restaurante, etcétera.

14.6 Método del déficit acumulado máximo

El cálculo de la inversión en capital de trabajo por este método supone calcular para cada mes, durante todo el período de recuperación del proyecto, los flujos de ingresos y egresos proyectados y determinar su cuantía como el equivalente al déficit acumulado máximo.

Por ejemplo, si el período de recuperación fuese de 7 meses y los flujos de caja proyectados (ingresos menos egresos) fuesen los que se indican en el Cuadro 14.2, podría calcularse el déficit o superávit acumulado que se muestra en la última línea.

Cuadro 14.2. Cálculo de los déficit o superávit acumulados

	1	2	3	4	5	6	7
Ingresos	800	860	870	1 000	1 100	1 120	1 300
Egresos	900	920	920	920	950	950	950
Flujos de caja	(100)	(60)	(50)	80	150	170	350
Déficit superávit acumulado	(100)	(160)	(210)	(130)	20	190	540

El déficit acumulado máximo que se desprende del Cuadro 14.2 es de \$ 210. Según este método, esta será la inversión que deberá efectuarse en capital de trabajo para financiar una operación normal.

Al invertir \$ 210 en capital de trabajo (supóngase que en efectivo, para simplificar), habría un monto de recursos disponibles en el momento cero, que determinaría una composición de la proyección de déficit o superávit acumulados como la que se muestra en el Cuadro 14.3.

Cuadro 14.3. Cambios en los déficit o superávit acumulados, por la inversión en capital de trabajo

	0	1	2	3	4	5	6	7
Ingresos	210	800	860	870	1 000	1 100	1 120	1 300
Egresos		900	920	920	920	950	950	950
Flujos de caja	210	(100)	(60)	(50)	80	150	170	350
Déficit superávit acumulado	210	110	50	0	80	230	400	750

De esta forma, todos los períodos del ciclo productivo han quedado financiados. Nótese que si a los \$ 750 de superávit acumulado al final del ciclo se le restan los \$ 210 invertidos en capital de trabajo (para destinarlos a financiar el siguiente período de recuperación), queda un excedente de la operación de \$ 540, igual al obtenido en el Cuadro 14.2.

La principal crítica a este modelo es que castiga en demasía el proyecto al considerar una inversión excesivamente alta, en circunstancias de que los excedentes de la mayoría de los períodos permitirían recurrir a un financiamiento de corto plazo durante los meses en que exista un déficit acumulado.

Para solucionar esto se puede determinar un promedio, suponiendo que cuando haya déficit se cubrirá con créditos de corto plazo y que los superávits se invertirán para generar un interés que permita financiar el costo de los créditos de corto plazo. En todo caso, si el proyecto es rentable bajo este método, más rentable será si se opta por la solución de promedios.

14.7 Efecto de estacionalidades en la inversión en capital de trabajo

Si el proyecto considera aumentos en el nivel de operación, pueden requerirse adiciones al capital de trabajo. En proyectos sensibles a cambios estacionales, podrían producirse aumentos y disminuciones en distintos períodos, considerándose estos últimos como recuperación de la inversión.

El cálculo del monto de la inversión necesaria en capital de trabajo para un proyecto de inversión, con ventas mensuales constantes durante el año y con una recepción de materia prima estacional, requiere definir el período óptimo de producción. Si, por ejemplo, las ventas del producto terminado se realizan durante los 12 meses del año en forma constante y el período de recepción de materias primas tiene lugar sólo durante 6 meses, el período de producción probablemente se encuentre entre 6 y 12 meses, pudiendo lograrse el grado óptimo en cualquier punto intermedio.

Las variables que favorecen la elección de un período mayor de producción, si bien ésta en todos los casos debe ser el resultado de un análisis económico, son la menor inversión en infraestructura para bodegas de productos terminados y en equipamiento, dado el menor nivel de producción mensual, la menor cantidad de personal de producción o la menor cantidad de turnos, el menor tiempo ocioso

de los equipos productivos, etcétera. En favor de un período más corto están, entre otros factores, la menor pérdida en bodega de materias primas y la menor necesidad de inversión en infraestructura para materias primas que resulta de un consumo mensual mayor, durante el período de recepción de estos insumos.

Al ser la inversión en bodegas de materias primas linealmente dependiente de su capacidad, la alternativa de un período de producción mayor se hace, entonces, más negativa. El mismo efecto tienen las pérdidas o mermas en los insumos por bodegaje.

Dado que el costo de transformación será prácticamente constante por unidad para las distintas alternativas de períodos de producción, se puede considerar como irrelevante para la decisión y tomar ésta en función de las inversiones de cada alternativa, el nivel de pérdidas asociado a cada una y el valor residual de las inversiones.

Considerando que la venta del producto terminado se efectuará con regularidad durante todos los meses del año, la capacidad de las bodegas de acopio de materias primas será creciente a medida que el período de operaciones se extienda hasta el año, mientras que la capacidad de las bodegas de productos terminados será decreciente en igual caso.

El análisis anterior no incorpora situaciones de carácter excepcional que pudieran producirse. Se parte del supuesto de que el mercado de materias primas e insumos tendrá un comportamiento tal que asegure el abastecimiento en los momentos y condiciones que el productor así lo requiera.

Debe tenerse en consideración que el mercado está sujeto a diversas presiones que pueden incidir directamente en la oportunidad y forma en que se producirá el abastecimiento de materias primas e insumos necesarios para enfrentar eficientemente el proceso productivo. Estas presiones actúan permanentemente en el mercado y pueden, de acuerdo con su envergadura, generar distorsiones importantes en el proceso de producción.

El costo de almacenaje, tanto de la materia prima como del producto terminado, varía en función del período de producción, principalmente por el costo de pérdidas o mermas.

Si el período de producción fuese igual al período de abastecimiento de materias primas, el costo de almacenaje de materias primas podría reducirse a cero si el acopio se programa en función de las necesidades de ingreso de los insumos al proceso de producción.

El nivel de recursos destinados al almacenaje de materias primas tiene una alta incidencia en la determinación de la inversión en capital de trabajo. El cálculo de los recursos que se destinarán a financiar la inversión en inventarios requiere de la determinación de la capacidad de bodegaje, que se obtiene de:

$$Cb_{mp} = \frac{q_{mp}}{n} (n - m), \quad (14.19)$$

donde

- Cb_{mp} = Capacidad de bodegaje de materias primas
- q_{mp} = Cantidad anual de materias primas
- n = Meses de operación
- m = Período de abastecimiento de materias primas (meses)

Por otra parte, la capacidad de bodegaje de productos terminados se obtiene de:

$$Cb_{pt} = \frac{q_{pt}}{12} (12 - n), \tag{14.20}$$

donde

- Cb_{pt} = Capacidad de bodegaje de productos terminados
- q_{pt} = Cantidad anual de productos terminados

El perfil que adopta el nivel de almacenaje mensual puede representarse como lo muestra el Gráfico 14.4.

En el Gráfico 14.4, Cb_{mp} representa el nivel máximo que alcanza el almacenamiento de materias primas. La distancia entre t_0 y t_2 corresponde al período de acopio de materiales. El período que se demora en almacenar el nivel máximo de materia prima se representa entre t_0 y t_1 . En t_2 dejan de almacenarse los insumos y el nivel de almacenamiento empieza a reducirse, hasta llegar a cero en t_3 . La distancia entre t_0 y t_3 representa el número de meses de operación.

El área bajo la curva indica la cantidad de insumos en bodegaje, que se obtiene de:

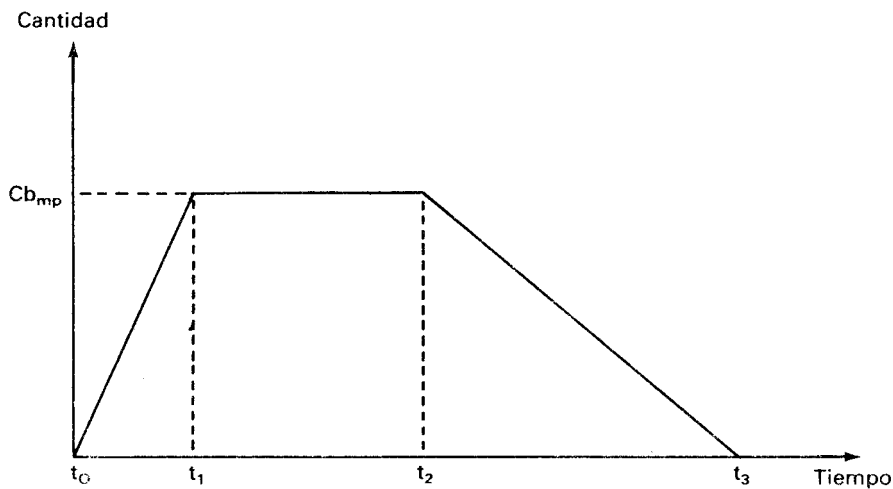
$$I_q = \frac{Cb_{mp}}{2} (t_1 - T_0) + Cb_{mp} (t_2 - t_1) + \frac{Cb_{mp}}{2} (t_3 - t_2) \tag{14.21}$$

donde I_q es la cantidad de insumos almacenados, que también puede expresarse como:

$$I_q = Cb_{mp} \left[\frac{(t_1 - t_0)}{2} + (t_2 - t_1) + \frac{(t_3 - t_2)}{2} \right] \tag{14.22}$$

Lo anterior supone un consumo constante de las materias primas, lo que explica la función lineal de la curva.

Gráfico 14.4.



El total de recursos que se deberá destinar a cubrir gastos ocasionados por bodegaje se deduce de:

$$G_b = I_q \cdot B_p, \quad (14.23)$$

donde G_b representa los gastos de bodegaje y B_p el gasto por unidad de materia prima almacenada.

En proyectos de estas características se puede distinguir dos tipos distintos de adquisición de materias primas, uno de procesamiento inmediato durante el período estacional de abastecimiento y otro para el funcionamiento de la planta después del período de abastecimiento. Mientras las primeras van a una bodega de uso diario, las segundas van a una bodega de acopio.

Aunque desde un punto de vista económico es normalmente conveniente adquirir la materia prima de acopio en un momento lo más cercano posible al término del período de abastecimiento, no siempre es posible hacerlo así por efecto de factores técnicos.

Otros costos que deben financiarse e incluirse en el cálculo de la inversión en capital de trabajo, como la cancelación de remuneraciones, adquisición de insumos varios, financiamiento de las cuentas por cobrar, inventario de productos terminados y otros, deben considerarse en función del período de recuperación del proyecto.

Si bien para la administración del proyecto es importante conocer las necesidades estacionales de fondos requeridos en capital de trabajo, al formular un proyecto es común determinar un monto promedio de inversión en este ítem. El supuesto que se utiliza para esta aproximación es el de considerar que las tasas de interés para las colocaciones y captaciones en el mercado de capitales son iguales. Una explicación para usar este supuesto, que en ningún caso constituye una excusa, aduce que el efecto sobre los resultados del cálculo es de una magnitud irrelevante. De esta forma, el pago de intereses en los meses de requerimientos de capital de trabajo superiores al promedio se supone equivalente a los ingresos generados por el depósito de los excedentes en los períodos en que las necesidades de capital de trabajo son inferiores al promedio.

La determinación de las necesidades de fondos que se deben destinar a financiar capital de trabajo se calculará por la diferencia entre los gastos acumulados en la adquisición de materias primas, tanto para uso diario como para acopio, y la recuperación de estos gastos mediante la venta del producto terminado. El resultado obtenido permitirá determinar un promedio de necesidades mensuales al que se le agregarán los otros costos que deben cubrirse mensualmente con el capital de explotación.

Con el objeto de mostrar una situación más compleja, se supondrá: a) que la compra de materia prima para uso diario se efectuará desde el inicio del período estacional de abastecimiento y hasta su término, en cantidades iguales todos los meses; b) que la compra de materia prima para acopio se inicia con posterioridad al inicio del período de abastecimiento y finaliza con antelación a su término, efectuándose también en forma continua, y c) que la recuperación de la inversión

en capital de trabajo se concretará por la venta de los productos terminados, la que se supone constante durante el período de producción y venta⁸.

Gráficamente, el comportamiento de estas variables se puede representar como se expone en el Gráfico 14.5.

En el Gráfico, t_0 representa el momento de tiempo en que se inicia la adquisición de materias primas, t_1 el momento en que se inicia la adquisición de materias primas para acopio, t_2 el momento en que finalizan las compras para acopio y t_3 el momento en que finaliza la compra para uso diario.

El período $t_3 - t_0$ representa el período estacional de abastecimiento de materias primas. El período de operación corresponde a $t_4 - t_3$.

Respecto a consumo, entre t_0 y t_3 se hace uso de la materia prima de uso diario, utilizándose la de acopio entre t_3 y t_4 .

La recta a expresa el gasto acumulado en el tiempo por la adquisición de materia prima de uso diario, que se ha supuesto mensualmente constante.

La recta b representa la acumulación de gastos en el tiempo por la adquisición de materia prima de acopio, que se han supuesto también constantes.

El gasto total acumulado mensualmente por la adquisición de materia prima se representa por c, y corresponde a la suma de los gastos de adquisición representados en a y b.

La línea e muestra las necesidades de fondos que se derivan de la diferencia entre el gasto total acumulado mensualmente (c) y los ingresos que permiten la recuperación de la inversión en capital de trabajo (d), y equivale a la inversión neta en capital de trabajo requerida mensualmente para financiar la adquisición de materias primas. El nivel promedio que corresponde mantener invertido en capital de trabajo se representa por f.

El punto C_2 indica el gasto total en compra de materia prima procesada entre t_0 y t_3 , mientras que C_0 corresponde al total de compras de materias primas procesadas en el período en que no exista posibilidad de abastecimiento. El punto C_3 corresponde al total de materia prima comprado y se obtiene de sumar C_0 y C_2 ⁹. La cuantía de los ingresos representados por Y_0 debe ser igual al monto de los gastos representados por C_3 . El punto C_1 representa el nivel máximo de necesidades de fondos para financiar la materia prima.

El nivel promedio que se debe mantener invertido en capital de trabajo para financiar la adquisición de materias primas, suponiendo que el período que debe financiarse es de un mes, resulta de:

$$\frac{1}{12} \left[\frac{1}{2} (t_1 - t_0) A + (t_2 - t_1) A + \frac{1}{2} (t_2 - t_1) (B-A) + (t_3 - t_2) B + \frac{1}{2} (t_3 - t_2) (C-B) + \frac{1}{2} (t_4 - t_3) C \right] \tag{14.24}$$

⁸ Se supondrá que la empresa no efectúa compras de un orden tal que la política que defina sobre ellas pueda alterar la estructura de los precios de oferta de la materia prima.

⁹ En el total de compras de materias primas se incluye un porcentaje para cubrir las mermas por manipulación y pérdidas en el bodegaje, lo que se denota mediante la expresión $C_3 - C'_3 \alpha$, donde C'_3 es la materia prima por consumir y α el factor que agrega el porcentaje de mermas, si lo hubiere ($\alpha \geq 1$).

$$\begin{aligned}
&= C_2 \frac{t_3 - t_2}{t_3 - t_0} - C_2 \frac{t_4 - t_3}{t_3 - t_0} \frac{t_3 - t_2}{t_4 - t_0} - C_2 \frac{t_3 - t_2}{t_4 - t_0} \\
&= C_2 \left[\frac{t_3 - t_2}{t_3 - t_0} - \frac{t_3 - t_2}{t_4 - t_0} \left(\frac{t_4 - t_3}{t_3 - t_0} + 1 \right) \right] \quad (14.29)
\end{aligned}$$

Al promedio así obtenido se debe agregar los otros gastos que se requieren financiar durante el período de recuperación, que en este caso se supuso de un mes. Si el período de recuperación, en los términos en que se definió anteriormente, fuese superior a un mes, debe corregirse el monto calculado, en igual variación porcentual.

En beneficio del modelo, debemos concluir que al expresar todo en función de C_2 y siendo la variable t conocida al evaluar un proyecto, el cálculo del monto de la inversión en capital de trabajo se simplifica considerablemente, facilitando la aplicación de un criterio más técnico.

El mismo modelo que ha servido para determinar la cuantía de la inversión en capital de trabajo de un proyecto con niveles de venta constantes y con estacionalidad en la adquisición de materias primas, permite optimizar la decisión respecto a la política de inventarios y, por ende, la inversión en capital de trabajo.

La posibilidad de adquirir las materias primas durante todo o parte del período de abastecimiento, de acuerdo con la estacionalidad de sus precios; la alternativa de producir en el período de abastecimiento para vender en un período posterior versus abastecerse de materias primas durante el período de abastecimiento para producir en un período futuro; o la posibilidad de optar por una de varias alternativas de combinación entre niveles de inventarios, tanto de materias primas como de productos terminados, y niveles de producción, son algunas de las variables que permiten configurar distintos perfiles de requerimientos de fondos en capital de trabajo para financiar la inversión en inventarios.

La aplicación del modelo en los términos señalados anteriormente permite determinar cuál de las alternativas presenta la menor demanda de recursos para garantizar las unidades de productos en las cantidades y oportunidades requeridas para satisfacer las ventas.

De esta forma, el modelo optimizado permite definir la mejor alternativa de abastecimiento a la producción la mejor opción de compra, como, por ejemplo, pagar un sobrepago a las materias primas, evitando el costo de acopio, que lo asume el proveedor por almacenar dichos insumos, o, viceversa, optar por descuentos por volúmenes y asumir un mayor costo de bodegaje, el período óptimo de abastecimiento, producción y ventas, etcétera.

Obviamente, el modelo permite incorporar otras variables, como el efecto de las políticas de crédito de los proveedores (que se reflejan incorporando los montos por pagar en cada período en vez de los insumos consumidos en ellos), las expectativas de precios diferentes de las materias primas durante el período de abastecimiento y otras variables que, tal como se mencionó al principio de este documento para la variabilidad del monto requerido en capital de trabajo en período, son de utilidad para quien administra el proyecto, pero son irrelevantes para el evaluador de proyectos que debe estimar el monto de la inversión en capital de trabajo que debe considerarse como uno de tantos ítems en la configuración del flujo de caja.

En consideración de esto mismo, no se incorpora un análisis sobre la composición óptima de la estructura de financiamiento entre fuentes de corto y largo plazo.

14.8 Inversiones durante la operación

Además de las inversiones en capital de trabajo y previas a la puesta en marcha, es importante proyectar las reinversiones de reemplazo y las nuevas inversiones por ampliación que se consideren.

Como se analizó en los capítulos relacionados con la ingeniería y la organización, lo que puede extenderse también al mercado, es preciso elaborar calendarios de reinversiones de equipos durante la operación, para maquinarias, herramientas, vehículos, mobiliario, etcétera.

Como estos estudios ya fueron realizados, en este punto corresponderá al responsable del estudio financiero del proyecto sistematizar la información que proveen estos cuadros.

Igualmente, será posible que ante cambios programados en los niveles de actividad sea necesario incrementar o reducir el monto de la inversión en capital de trabajo, de manera tal que permita cubrir los nuevos requerimientos de la operación y también evitar los costos de oportunidad de tener una inversión superior a las necesidades reales del proyecto.

14.9 Resumen

El capítulo 14 analizó en detalle la forma de tratar las inversiones del proyecto, tanto aquéllas que se realizan con anticipación a la puesta en marcha como las que se realizan durante la operación.

Las inversiones que se realizan antes de la puesta en marcha se agruparon en activos fijos, activos nominales y capital de trabajo inicial.

La importancia de la inversión en capital inicial de trabajo se manifiesta en que, sin ser activo tangible ni nominal, es la que garantiza el financiamiento de los recursos durante un ciclo productivo.

Los métodos para calcular esta inversión normalmente difieren en sus resultados. Uno de ellos, el de capital de trabajo bruto, considera la inversión como el equivalente para financiar los niveles óptimos de las inversiones particulares en efectivo, cuentas por cobrar e inventarios. El método del capital de trabajo neto corrige al anterior incorporando también el financiamiento de terceros a través de créditos de proveedores y préstamos de corto plazo. El método del período de recuperación, por su parte, define la cantidad de recursos necesarios para financiar la totalidad de los costos de operación durante el lapso comprendido desde que se inician los desembolsos hasta que se recuperan los fondos a través de la cobranza de los ingresos generados por la venta. El criterio del déficit acumulado máximo intenta ser menos conservador que el anterior e incorpora el efecto de los ingresos y egresos conjuntamente, para determinar la cuantía del déficit que necesitará financiar el capital de trabajo.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. Explique las diferencias entre los distintos tipos de inversiones previas a la puesta en marcha.
2. El costo del estudio de factibilidad debe considerarse como inversión inicial, ya que es una inversión en activo nominal que se efectúa antes de la puesta en marcha del proyecto. Comente.
3. Para determinar la inversión inicial del proyecto se debe sumar algebraicamente las inversiones previas a la puesta en marcha. Comente.
4. Explique el concepto de ciclo productivo.
5. Analice los distintos métodos para determinar el monto de la inversión en capital de trabajo.
6. Analice los factores de costos que influyen en el cálculo del monto óptimo para invertir en efectivo.
7. Describa y analice el método del cálculo de la inversión óptima en inventarios.
8. Describa las variables que influyen en la determinación del monto óptimo de la inversión en cuentas por cobrar.
9. ¿Qué efectos tiene la estacionalidad en las ventas sobre la inversión en capital de trabajo?
10. Dependiendo de las características del proyecto, es posible que se produzcan aumentos o disminuciones en la inversión en capital de trabajo. Comente.
11. El método del período de recuperación para calcular el monto para invertir en capital de trabajo, permite cubrir los déficits ocasionales de caja, pero no permite adiciones ni reducciones en dicho monto en función a los déficits o superávits de caja. Comente.
12. En el estudio de algunos proyectos de inversión puede concluirse que no se necesita invertir en capital de trabajo. Por ejemplo, cuando las ventas mensuales son cuatro veces los costos de ese mes.
13. Explique por qué la variación en las ventas (en pesos) de un producto, afecta el nivel de la inversión en capital de trabajo. Analice detalladamente todas las situaciones que puede identificar. Comente.
14. Calcule el monto de la inversión en capital de trabajo por el método del déficit acumulado máximo para un proyecto que estime los ingresos y desembolsos siguientes, durante los 6 meses de duración de su ciclo de vida.

MES	INGRESOS	EGRESOS
1	100	170
2	150	200
3	250	230
4	260	230
5	360	280
6	360	280

15. En la formulación de un proyecto, el estudio de mercado determinó que si las ventas se realizan sólo al contado, podrían alcanzar a \$ 6 000 000 anuales. Sin embargo, si se adopta una política de venta a crédito, éstas podrían incrementarse en \$ 2 000 000. El crédito sería a 60 días sin recargo. Si los costos fijos ascienden a \$ 500 000 anuales y los costos variables de 70% sobre las ventas, ¿qué inversión adicional se requerirá para financiar la política de créditos si el costo del capital involucrado fuese del 12% anual?
16. Una empresa con ventas de 1.000 unidades mensuales, está estudiando la posibilidad de otorgar créditos a 30 días a sus clientes, estimando que esto permitirá aumentar las ventas en un 18%. Los artículos se venden a \$ 1 700 cada uno, con un costo unitario de \$ 1 120. Para tramitar la cobranza se contratará un cobrador con un

suelo de \$ 18 000 mensuales. Sin embargo, se estima que el 20% de las ventas a crédito se atrasarán en el pago y que otro 2% será incobrable. El costo fijo de la morosidad se estima en \$ 140 por unidad. Si el costo del capital para la empresa fuese de 2% mensual, ¿qué recomendaría hacer?

17. En el estudio de un proyecto se estima que los egresos de caja serán de \$ 20 000 000 anuales. El costo de solicitar dineros en préstamos asciende a \$ 2 000 en cada oportunidad y el costo del capital es de 6%. Si los ingresos de caja son estables durante el año, ¿cuál es la cantidad óptima de los préstamos que deberá pedir? ¿Cuál es el saldo promedio en caja? Use el modelo de inventarios.
18. En el estudio de un proyecto de inversión se busca determinar si es conveniente modificar la estrategia de ventas, cambiando el criterio de créditos a sólo de contado. Se sabe que el precio asciende a \$ 10 la unidad. Si las ventas se hicieran sólo al contado, podrían venderse únicamente 10.000 unidades. Si se diera crédito, estas ventas aumentarían a 40.000 unidades (todas se venderían a crédito). El estudio de costos señala que el valor unitario de cada producto es de \$ 4. El costo de los fondos para la compañía asciende a un 10%. Se estima que el costo de las cobranzas equivale a \$ 1 por unidad vendida y que la morosidad equivaldría a un 30% de las ventas y que generará un costo promedio adicional de \$ 0.50 por unidad. Del total de las ventas a crédito, se estima un 2% de incobrables.
19. En el estudio de un proyecto de instalación de una estación de servicios se busca calcular el monto para invertir en capital de trabajo. Los productos que venderán y la estimación de ventas mensuales son:

Productos	Ventas mensuales (m ³)
-Gasolina	320
-Diesel	150
-Kerosene	20
-Lubricantes	1

El costo de cada producto y el margen de utilidad que deja cada uno es:

Producto	Costo (m ³)	Margen (\$/m ³)
-Gasolina	\$ 400	\$ 15
-Diesel	\$ 370	\$ 12
-Kerosene	\$ 250	\$ 14
-Lubricantes	\$ 1 250	\$ 40

Antecedentes de otras estaciones de servicio de la misma compañía señalan que la inversión en caja es prácticamente cero, que los créditos a clientes corresponden a pagos con tarjetas de crédito y equivalen a 1.5 días venta y que los inventarios corresponden a un promedio de 15 días costo. Por otra parte, se sabe que la gasolina, diesel y kerosene son suministrados por un solo proveedor y que en promedio la deuda equivale a 15 días costo. Los lubricantes se adquieren a otros proveedores que otorgan un crédito promedio de 30 días. Se supone que no hay estacionalidades en la operación del negocio.

CASO: MADERERA AUSTRAL, S. A.

Francisco Alvear, joven ingeniero comercial, y sus amigos y antiguos compañeros de estudio decidieron formar un grupo de profesionales asociados, con el objeto de prestar asesoría en materia de administración a empresas del área agrícola-forestal.

En este momento la organización tiene a su cargo la realización del estudio de factibilidad del complejo Maderera Austral, S. A. Dicho complejo consta de una planta de impreg-

nación con sales, una planta de impregnación con creosota, una planta de maderas prensadas y un aserradero. El aserradero es la unidad piloto que debe abastecer a todas las demás plantas con la materia prima indispensable. Se espera que inicie sus actividades el próximo 15 de agosto de 1984. Los amigos de Alvear tomaron a su cargo el estudio técnico, ya que contaban con especialización en el área de ingeniería forestal, mientras que él se responsabilizó de la realización del estudio de factibilidad económica. De manera especial debe estudiar lo referente al aserradero, puesto que éste constituye la pieza clave del complejo. Alvear tiene ya bastante avanzando su análisis y en este momento se encuentra abocado a la tarea de determinar el capital de trabajo que requiere hasta diciembre de 1984. El objetivo principal de esta unidad será valorizar la madera de las plantaciones, transformarla en un producto noble y obtener el más alto aprovechamiento de los desechos. Existe, además, el imperativo de lograr un grado de eficiencia tal que permita enfrentar las exigencias del mercado. Ello significa obtener madera de calidad por selección de cortes.

De acuerdo con estos objetivos, se ha pensado dotar al aserradero de sierras huinchas de alto rendimiento. Específicamente, el equipo constituido por un banco sierra-huinchas de 1.25 m de diámetro, una partidora sierra-huinchas de 1.10 m de diámetro, una canteadora, sierras despuntadoras, baño para tratamiento antimancha, equipo de transporte mecanizado y un completo taller de afilado y reparación de sierras. Las sierras se cotizaron en el mercado nacional, de muy buena calidad y alto rendimiento. Además, pueden adquirirse en condiciones excepcionales por la empresa.

El presupuesto de instalación para el aserradero se presenta en el siguiente detalle:

PRESUPUESTOS DE INSTALACION DEL ASERRADERO

Maquinaria	\$ 30 000 000
Gastos de instalación	4 000 000
Edificio	10 000 000
Implementos de instalación	6 590 000
TOTAL	\$ 50 590 000

Esta instalación permitirá producir 10 000 000 de pies madereros anuales, trabajando con un solo turno durante 280 días.

Durante los primeros dos años de vida del aserradero, se espera que éste tenga una vida útil de 10 años. Se ha planeado trabajar a un 25% de la capacidad, debido a que aún hoy el abastecimiento de maderas es insuficiente. Sin embargo, existen buenas expectativas, ya que la producción de bosques crece rápidamente y el valor del equipo es competitivamente bajo, lo cual constituye una ventaja para este período. Por estas razones se ha pensado también que en este tiempo la madera elaborada se producirá solamente en tamaño estándar.

Para obtener la madera en calidad de producto semielaborado se requiere de un proceso que dura entre 30 y 45 minutos; posteriormente los maderos deben evaporar su humedad apilados en castillos durante 3 meses, para constituirse en producto terminado y salir a la venta.

Existe la idea generalizada de que los clientes, en su mayoría barracas, son solventes. No obstante, y por precaución, Alvear piensa mantener una reserva de 5% sobre las cuentas por cobrar, que corresponden al 50% de las ventas y se cancelan a 120 días en cuotas mensuales iguales. Se espera vender el total de la producción.

La materia prima, madera en bruto, se debe cancelar como máximo 30 días después de llegada a su destino. El problema principal respecto a abastecimiento radica en que durante los meses de junio, julio y agosto es imposible satisfacer los pedidos de madera, debido a que los caminos existentes en el lugar donde se encuentra el complejo maderero (cordillera de Nahuelbuta) se encuentran en mal estado.

Mediante los estudios realizados por Francisco Alvear se ha logrado detectar que el aprovechamiento que pueda hacerse de los desechos o subproductos cumple un papel importante en la rentabilidad del aserradero. De acuerdo con la política adoptada respecto a la producción, vale decir, trabajar al 25% de la capacidad, la recuperación por valorización de desechos, considerando a \$ 2 000 el metro cúbico, es de \$ 3 250 000 a precio de costo. Los desechos pasan a constituirse en ingresos mensuales a caja, una vez que se traspasan íntegramente a otro departamento del complejo.

Francisco Alvear determinó el precio de venta del pie maderero en \$ 17. Conjuntamente determinó el costo de producción anual en \$ 39 000 000, lo que restándole el costo anual de subproductos (\$ 3 250 000), permite definir un costo anual de producción maderero en \$ 36 060 000. Esta última cifra, al ser dividida por la producción física anual, determina un costo de \$ 14.42 el pie maderero. Los artículos terminados y en proceso tienen el mismo costo unitario por pie. Se le asigna este costo debido a que en la práctica la diferencia que existe entre ambos es muy pequeña y se desprecia para los efectos del estudio.

Para determinar la rentabilidad del aserradero, Alvear consideró los siguientes datos:

INFORMACION PARA UNA PRODUCCION DE 10 MILLONES DE PIES ANUALES (100% CAP.)

ITEM	PRECIO UNITARIO	CONSUMO ANUAL
Madera	\$ 3 000 m ³ sólido	43 000 m ³
Energía eléctrica	\$ 7.10 KWH	129 000 KWH
Mano de obra (18 op.)	\$ 200 la hora	40 320 horas
Sueldos (incluye imposiciones, gratificaciones, etcétera)	\$ 120 000 mensuales	1 jefe de turno

Los materiales varios incluyen aceites, gravas, huaipes, sierras-huinchas, esmeriles, etcétera. Alvear considera conveniente realizar estas compras una vez al año, ya que una investigación realizada en las casas del ramo determinó que para las compras en grandes volúmenes se da un plazo de 3 meses para cancelar. El gasto en materiales varios asciende a \$ 5 000 000.

Los gastos generales están formados por un 10% de amortización de maquinaria y 5% de amortización de edificio. Los gastos de administración y ventas representan el 25% sobre la mano de obra directa y los sueldos.

Debido a la importancia del aserradero dentro del complejo maderero, Francisco Alvear considera altamente recomendable contratar un seguro, tanto para el capital fijo como para el capital de trabajo. Dicho seguro es anual y debe cancelarse en 3 cuotas pagaderas en los 3 primeros meses desde la contratación del seguro. La prima sobre el capital fijo es de 2.5%. El capital de trabajo fue tasado por la aseguradora en \$ 20 millones como promedio mensual y también tiene una prima de 2.5%.

Finalmente, se estimó un porcentaje para imprevistos de 7% sobre la suma de todos los costos y gastos anteriormente enunciados*.

En los siguientes anexos se presentan los cálculos respecto a la rentabilidad del aserradero con aprovechamiento parcial de los desechos y un resumen de ventas de varias industrias del ramo.

* Se reitera que todos los costos y gastos considerados por Alvear para determinar la rentabilidad del aserradero son válidos para el 100% de capacidad de trabajo, excepto la valoración de desechos.

Anexo 1

Rentabilidad del aserradero con aprovechamiento parcial de los desechos (al 100% de la capacidad productiva)

Ventas de madera aserrada	\$ 170 000 000
+ Recuperación por valorización de desechos	13 000 000
TOTAL VENTA	183 000 000
- Costo total de producción	162 421 613
= Utilidad bruta	\$ 20 578 387

Anexo 2

Resumen de ventas de varias industrias del ramo
(millones de pies madereros)

MESES	VENTAS
Enero	12 196
Febrero	13 465
Marzo	14 221
Abril	11 198
Mayo	12 071
Junio	13 145
Julio	14 914
Agosto	11 389
Septiembre	12 061
Octubre	11 486
Noviembre	12 557
Diciembre	11 952
TOTAL	151 105

Fuente: Dirección de Estadísticas y Censos.

BIBLIOGRAFIA

- BAUMOL, William. "The Transactions Demand for Cash: An Inventory Theoretical Approach", *Quarterly Journal of Economics*, noviembre 1952.
- BERANEK, William. *Analysis for Financial Decisions*. Homewood, Ill.: Irwin, 1963.
- BID-ODEPLAN. "Industrialización de la papa" Curso interamericano de preparación y evaluación de proyectos. Santiago 1977.
- BOLTEN, Steven. *Administración financiera*. México: Limusa, 1981.
- MILLER, M. y ORR, D. "A Model of the Demand for Money in Firms", *Quarterly Journal of Economics*, agosto 1966.
- ORGLER, Yair. *Cash Management: Methods and Models*. Belmont, Calif.: Wadsworth, 1970.
- PHILIPPATOS, George. *Fundamentos de administración financiera*. México: McGraw-Hill, 1979.
- SAPAG, N. y SAPAG, R. "Determinación de la inversión en capital de trabajo en proyectos con estacionalidad en la adquisición de materias primas y ventas constantes". *Paradigmas en Administración*, diciembre 1984.
- SETHI, S. y THOMPSON, G. "An Application of Mathematical Control Theory to Finance: Modeling Simple Dynamic Cash Balance Problems", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, diciembre 1970.
- WESTON, F. y BRIGHAM, E. *Finanzas en administración*. México: Interamericana, 1977.

CAPITULO 15

FLUJO DE CAJA PROYECTADO

La proyección del flujo de caja constituye uno de los elementos más importantes del estudio de un proyecto, ya que la evaluación del mismo se efectuará sobre los resultados que en ella se determinen. La información básica para realizar esta proyección está contenida en los estudios de mercado, técnico y organizacional, así como en el cálculo de las inversiones a que se hizo referencia en el capítulo anterior. Al proyectar el flujo de caja, será necesario incorporar información adicional relacionada, principalmente, con los efectos tributarios de la depreciación, de la amortización del activo nominal, valor residual, utilidades y pérdidas.

El análisis del financiamiento, así como el estudio del costo de capital del proyecto, se tratan en el capítulo 16, por la importancia particular que ambos temas revisten.

15.1 Elementos del flujo de caja

El flujo de caja de cualquier proyecto se compone de cuatro elementos básicos: a) los egresos iniciales de fondos, b) los ingresos y egresos de operación, c) el momento en que ocurren estos ingresos y egresos, y d) el valor de desecho o salvamento del proyecto.

Los egresos iniciales corresponden al total de la inversión inicial requerida para la puesta en marcha del proyecto. El capital de trabajo, si bien no implicará siempre un desembolso en su totalidad antes de iniciar la operación, se considerará también como un egreso en el momento cero, ya que deberá quedar disponible para que el administrador del proyecto pueda utilizarlo en su gestión. De acuerdo

con lo indicado en el capítulo anterior, la inversión en capital de trabajo puede diferirse en varios periodos. Si tal fuese el caso, sólo aquella parte que efectivamente deberá estar disponible antes de la puesta en marcha se considerará dentro de los egresos iniciales.

Los ingresos y egresos de operación constituyen todos los flujos de entradas y salidas reales de caja. Es usual encontrar en estudios de proyectos cálculos de ingresos y egresos basados en los flujos contables, los cuales, por su carácter de causados o devengados, no necesariamente ocurren simultáneamente con los flujos reales. Por ejemplo, la contabilidad considera como ingreso el total de la venta, no reconociendo la posible recepción diferida de los ingresos si ésta se hubiese efectuado a crédito. Igualmente, considera como egreso la totalidad del costo de ventas, que por definición corresponde al costo de los productos vendidos solamente, sin inclusión de aquellos costos en que se haya incurrido por concepto de elaboración de productos para existencias.

La diferencia entre devengados o causados y reales se hace necesaria, ya que el momento en que se hacen efectivos realmente el ingreso y egreso será determinante para la evaluación del proyecto. Este tema se analiza con mayor detalle en el capítulo 17. Sin embargo, esta diferencia se hace mínima cuando se trabaja con flujos anuales, ya que las cuentas devengadas un mes se hacen efectivas por lo general dentro del período anual.

El cálculo del valor de salvamento del proyecto es, quizás, el análisis más relevante que corresponde hacer al proyectar el flujo de caja de aquél. Esto se debe a que el proyecto se evalúa en función del flujo de caja que se espera recibir como respuesta a un desembolso inicial en un lapso que puede ser distinto de la vida real del proyecto. Para ello se diferenciará entre período de evaluación y vida útil de éste. Debido a que normalmente el período de evaluación es menor que la vida útil, se necesita asignarle al proyecto un valor de salvamento que supone la recepción de un ingreso por concepto de su venta al término del período de evaluación. Por ejemplo, se está evaluando invertir \$ 1 000 en la compra de una vivienda para entregarla en arriendo, puede definirse un período de evaluación de 10 años que es sustancialmente menor que la vida útil real de la vivienda. Si en los 10 años se espera recibir un ingreso total, en moneda de hoy, de \$ 600, se diría que hay una pérdida de \$ 400 (\$ 600 de ingresos menos \$ 1 000 de desembolsos). Sin embargo, al término de los 10 años se tiene aún la vivienda, la cual, aunque no se proyecte venderla, tiene un valor que se calcula, entre otras alternativas, como aquél al cual se podría vender. Si se determina que este valor es de \$700, en moneda de hoy, el proyecto habría dado una utilidad de \$ 300 (\$ 600 de ingresos por arriendo más \$ 700 de valor salvamento menos \$1 000 de inversión).

15.2 Los costos del proyecto

Los costos que componen el flujo de caja se derivan de los estudios de mercado, técnico y organizacional analizados en los capítulos anteriores. Cada uno de ellos definió los recursos básicos necesarios para la operación óptima en cada área y cuantificó los costos de su utilización.

Los egresos que no han sido determinados por otros estudios y que deben considerarse en la composición del flujo de caja, sea directa o indirectamente, son

los impuestos y los gastos financieros. El cálculo de los impuestos, a su vez, requerirá de la cuantificación de la depreciación, la cual, sin ser un egreso efectivo de fondos, condiciona el monto de los tributos por pagar.

Si bien lo que interesa al preparador y evaluador de proyectos es incorporar la totalidad de los desembolsos, independientemente de cualquier ordenamiento o clasificación, es importante en ocasiones disponer de una pauta de clasificación de costos que permita verificar su inclusión.

Una clasificación usual de costos se agrupa según el objeto del gasto, en costos de fabricación, gastos de operación, financieros y otros.

Los costos de fabricación pueden ser directos o indirectos (estos últimos conocidos también como gastos de fabricación). Los costos directos los componen los materiales directos y la mano de obra directa, que debe incluir la remuneración, la previsión social, las indemnizaciones, gratificaciones y otros desembolsos relacionados con un salario o sueldo. Los costos indirectos, por su parte, se componen por la mano de obra indirecta (jefes de producción, choferes, personal de reparación y mantenimiento, personal de limpieza, guardias de seguridad, etcétera); materiales indirectos (repuestos, combustibles y lubricantes, útiles de aseo, etcétera), y los gastos indirectos como energía (electricidad, gas, vapor), comunicaciones (teléfono, radio, télex, intercomunicadores) seguros, arriendos, depreciaciones, etcétera.

Los gastos de operación pueden ser gastos de venta o gastos generales y de administración. Los gastos de ventas están compuestos por los gastos laborales (como sueldos, seguro social, gratificaciones y otros), comisiones de ventas y de cobranzas, publicidad, empaques, transportes y almacenamiento. Los gastos generales y de administración los componen los gastos laborales, de representación, seguros, alquileres, materiales y útiles de oficina, depreciación de edificios administrativos y equipos de oficina, impuestos y otros.

Los gastos financieros, que se analizan en sus distintos aspectos en los capítulos siguientes, los constituyen los gastos de intereses por los préstamos obtenidos.

En el ítem "otros gastos" se agrupan la estimación de incobrables y un castigo por imprevistos, que usualmente corresponde a un porcentaje sobre el total.

Un elemento de costo no analizado en los capítulos anteriores y que influye indirectamente sobre el gasto en imprevistos es la depreciación, que representa el desgaste de la inversión en obra física y equipamiento que se produce por su uso. Los terrenos y el capital de trabajo no están sujetos a depreciación, ya que no se produce un desgaste derivado de su uso.

Puesto que el desembolso se origina al adquirirse el activo, los cargos por depreciación no implican un gasto en efectivo, sino uno contable para compensar, mediante una reducción en el pago de impuestos, las ganancias reportadas por el proyecto. Mientras mayor sea el gasto por depreciación, el ingreso gravable disminuye y, por lo tanto, también el impuesto pagadero por las utilidades del negocio.

Los métodos de depreciación más comunes¹ son los de línea recta, suma de los dígitos, doble tasa sobre saldo decreciente y unidades de producción. Cual-

¹ Los sistemas de depreciación se establecen en cada país por una institución competente que define para cada activo la forma de depreciación.

quiera sea el método que debe aplicarse en un caso dado, se hará sobre el valor por depreciar, que resulta de

$$Vd = Va - Vr, \quad (15.1)$$

donde Vd representa el valor por depreciar, Va el valor de adquisición y Vr el valor residual. Así, si una maquinaria se adquirió en \$ 1 100 y tiene un valor residual al término de 5 años de vida útil de \$100 (valor de venta), ello significa que en los 5 años perderá \$ 1 000 de valor. En consecuencia, la depreciación total será de \$ 1 000.

El método de línea recta supone que la depreciación se efectúa en partidas anuales iguales. Es decir:

$$D = \frac{Vd}{N}, \quad (15.2)$$

donde D representa la depreciación del período y N el número de años de vida útil. En el ejemplo:

$$D = \frac{1\,000}{5} = 200.$$

Luego, la depreciación anual será de \$ 200 y la depreciación acumulada al término de los 5 años será de los \$ 1 000 que se deseaba depreciar.

El método de la suma de los dígitos permite depreciar inicialmente una cuota mayor, que equivale a adelantar parte de la depreciación de los últimos años. El método consiste en dividir, período a período, el número de años restantes por la suma de los dígitos de los años de vida útil y multiplicar este resultado por el valor por depreciar. La suma de los dígitos de los años de vida útil ($1 + 2 + \dots + N$) se puede obtener de:

$$S = N \left[\frac{N + 1}{2} \right], \quad (15.3)$$

donde S representa la suma de los años dígitos. En el ejemplo, $S = 15$, lo que se obtiene de:

$$S = 5 \left[\frac{5 + 1}{2} \right] = 15.$$

La depreciación anual será, para cada período, de:

AÑO	CALCULO	D
1	5/15 (1 000) =	333.33
2	4/15 (1 000) =	266.67
3	3/15 (1 000) =	200.00
4	2/15 (1 000) =	133.33
5	1/15 (1 000) =	66.67

La suma de las depreciaciones anuales (D) corresponde a los \$ 1 000 de valor por depreciar (Vd).

Nótese que al cargar en los períodos iniciales una mayor depreciación, las utilidades se verán reducidas y, en consecuencia, el monto del impuesto pagadero será menos en estos períodos y mayor a futuro, lográndose así un “préstamo” sin costo financiero.

El método de doble tasa sobre saldo decreciente permite también acelerar el cargo por depreciación de un activo y consiste en aplicar una tasa de depreciación constante al saldo por depreciar, que se calcula como dos veces el porcentaje que, siguiendo la línea recta, se cargaría por el uso del activo al finalizar el año, sin deducir del valor de adquisición el valor de desecho del activo. Como en el método de línea recta la depreciación anual correspondió, en el ejemplo, a 20% (1/5 cada año), el método de la doble tasa sobre saldo decreciente determina la depreciación anual por:

AÑO	CALCULO	D
1	0.40 (1 100)	= 440.00
2	0.40 (1 100 - 440.00)	= 264.00
3	0.40 (1 100 - 704.00)	= 158.40
4	0.40 (1 100 - 862.40)	= 95.04
5	0.40 (1 100 - 957.44)	= 57.02

Nótese que por este método la suma de la depreciación de cada uno de los 5 años no es igual al valor por depreciar. La diferencia que se produzca deberá sumarse o restarse, según sea el caso, a la depreciación del último periodo.

El saldo para depreciar en cada año se obtiene de:

$$V_1 = V_a - D_a, \tag{15.4}$$

donde V_1 es el valor en libras y D_a la depreciación acumulada, que corresponde a la suma de las depreciaciones (D) de todos los períodos anteriores.

El método de las unidades de producción se basa en determinar la vida útil del activo por depreciar en términos de alguna unidad de producción, y no en función del tiempo. Por ejemplo, si se espera que el activo produzca 10.000 unidades, se dividirá el valor por depreciar por las 10.000 unidades, para calcular la depreciación asignable a cada unidad producida. El valor unitario calculado se multiplicará por el volumen que se estima se fabricará cada año. De esta forma, la depreciación anual se obtendrá de

$$D_t = \frac{V_d}{Q} (q_t), \tag{15.5}$$

donde D_t corresponde a la depreciación del año t , Q al total de unidades que podrá producir el equipo que se deprecia y q_t la cantidad estimada de producción para el año t .

En algunos casos, es más fácil estimar el número de horas de funcionamiento de una máquina o el número de kilómetros que recorrerá en su vida útil un vehículo. En estos casos y otros similares, se remplazará Q por la unidad de medida que sea más representativa.

Un tratamiento similar a la depreciación tiene la amortización del activo diferible o nominal. Si bien el desembolso por estos conceptos se efectúa normalmente

antes del inicio del proyecto, el gasto se prorratea en varios períodos para efectos de cálculo de impuestos sobre las utilidades. Al permitir la amortización un beneficio tributario, éste deberá incluirse en el flujo expresado como un menor impuesto.

Un costo que puede tener una alta influencia en la composición del flujo de caja es el impuesto al valor agregado, IVA. En Chile, este impuesto es del 20% sobre el valor de las ventas antes del impuesto y se paga descontando el IVA cancelado en la compra de los insumos. Por ejemplo, si las compras de insumos ascendieron a \$ 6 000, el IVA pagado en esa compra fue de \$ 1 000. Luego si las ventas del producto alcanzan a \$ 12 000 el IVA incluido sería de \$ 2 000; sin embargo, como ya se pagaron \$ 1 000 al comprar, el monto diferencial pagadero es de \$ 1 000.

Al comprar algún activo y pagar el IVA incluido en su precio, se adquiere un crédito fiscal. Al vender con IVA, se genera un débito fiscal. La diferencia entre ambos corresponde al desembolso que se hace efectivo al mes siguiente de su ocurrencia.

El tratamiento del IVA en el flujo puede asumir diferentes formas. Así, por ejemplo, siguiendo con el caso anterior se tiene:

Ventas con IVA	12 000
Compras con IVA	<u>6 000</u>
Excedente	6 000
IVA por pagar	<u>1 000</u>
Excedente neto	5 000

El IVA por pagar se obtiene de la diferencia entre el IVA recaudado en la venta (\$ 2 000) y el IVA pagado en la compra (\$ 1 000).

Otra forma es trabajar con ventas y compras netas de IVA. Así, por ejemplo, las ventas netas de IVA serían de \$ 10 000 mientras que los costos de \$ 5 000. Luego, el excedente neto es de \$ 5 000.

En consideración a que el desfase en la recuperación del IVA puede ser importante y a que el egreso inicial por este concepto debe financiarse hasta que sea recuperado por la vía de la recaudación por venta, es conveniente elaborar un cuadro que muestre dicho desfase para contemplar su financiación, lo cual puede efectuarse incrementando el monto que se ha de invertir en capital de trabajo.

Cuando se hace la inversión inicial del proyecto, normalmente se adquiere un crédito fiscal elevado que se recupera durante varios períodos, ya que él es acumulativo, evitando un desembolso por este concepto durante esos períodos.

15.3 Los ingresos del proyecto

Los ingresos más relevantes que considerar en el proyecto son aquéllos que se derivan de la venta del bien o servicio que producirá el proyecto. Sin embargo, hay otros ingresos que necesariamente deberán considerarse para evaluar con mayor objetividad el proyecto. Ya se mencionaron en capítulos anteriores los ingresos que se generan por la venta de los activos de reemplazo, por la venta de subproductos o por la prestación de algún servicio complementario, como el arrendamiento de bodega o la venta de servicios computacionales.

Al igual que en el cálculo de los costos, aquí interesa determinar el momento en que se percibe el ingreso, y no el momento en que se efectúa la venta. Para ello será imprescindible considerar los resultados del estudio de mercado en lo que respecta a la variable precio, vale decir, condiciones de crédito, políticas de descuento por volumen y pronto pago, etcétera.

El análisis más complejo, sin embargo, consiste en calcular el valor de salvamento del proyecto como un todo, tal cual se planteó en las páginas iniciales de este capítulo.

Al respecto, se definen tres métodos básicos: a) valor en libros de los activos, b) valor de mercado de los activos y c) valor actual de los beneficios netos futuros.

El valor en libros de los activos es el método más simple y consiste en calcular cuál es el valor contable de cada uno. Para ello, el valor en libros de cada activo se calculará por la expresión 15.4. Como el terreno no se deprecia, se asignará al término del período de evaluación un valor igual al de su adquisición. De igual forma, se supone que el capital de trabajo se recupera en su totalidad.

Como se vio en el capítulo 8, al calcular la reinversión en equipos de reemplazo podía o no incluirse en el último período un desembolso por la adquisición de los equipos que debían reemplazar a los antiguos. Si la decisión hubiese sido incluir el desembolso (por ejemplo, de \$ 10 000), el valor en libros sería del mismo monto, ya que al ser un activo recién comprado su depreciación acumulada sería cero. Luego

$$V_1 = 10\,000 - 0 = 10\,000$$

Al colocar un desembolso de \$ 10 000 en el último período y un ingreso por igual monto en ese mismo período, ambos efectos se anulan, sin influir en la composición del flujo final. De igual forma, cuando se opte por no incluir el desembolso ocasionado por la reinversión de un determinado activo, tampoco deberá considerarse un ingreso por su venta, ya que el activo no fue comprado y, por lo tanto, no puede tener valor en libros.

El método del valor de liquidación de los activos es más realista que el anterior y, por lo mismo, más complejo. Consiste en determinar para cada activo individualmente su valor de mercado al momento de la liquidación. Para ello se determina, en un estudio particular de mercado, en cuánto se desvaloriza un activo en un número de años. Por ejemplo, si el proyecto se evalúa para un período de 10 años y hay un activo que tiene una vida útil de 4 años, ello significa que la última vez que éste se reponga será en el momento 8. Es decir, al término del período de evaluación el activo tendrá todavía una vida útil de un 50% (2 años), lo cual no implicará que su valor de mercado se haya reducido necesariamente en un 50%. Para determinar el valor de mercado se procederá a definir en cuánto se desvaloriza el precio de un activo similar después de 2 años de uso.

Este método permite, por ejemplo, incorporar la posible plusvalía que podrá tener el terreno o alguno de los otros activos, así como incorporar alguna consideración de obsolescencia técnica de alguno de ellos.

A diferencia del método anterior, éste supone que el capital de trabajo puede recuperarse a valores diferentes de los de su inversión si se pudiera determinar un castigo por incobrables en las cuentas por cobrar o por la pérdida que tendría que asumirse para liquidar los inventarios.

Por otra parte, hace necesario considerar los efectos sobre la tributación, ya que los valores de mercado superiores a los valores en libros implicarán una utilidad contable y, si son inferiores, una pérdida. En el primer caso tendrá un efecto de incremento sobre los impuestos por pagar, mientras que en el segundo caso la pérdida permitirá reducir utilidades contables, si las hubiera, traduciéndose en un beneficio, al reducir la carga impositiva. Es decir:

$$U = V_m - V_l, \quad (15.6)$$

donde U es la utilidad o pérdida contable y V_m el valor de mercado, y,

$$T = j U, \quad (15.7)$$

donde T es el ahorro de impuesto o mayor impuesto que se obtiene al aplicar una tasa impositiva j sobre la utilidad o pérdida contable.

Por ejemplo, si el valor en libros de los activos individuales fuese de \$ 400 y se estima que su valor de liquidación puede alcanzar a \$ 600, se tendría una utilidad contable de \$ 200 (\$ 600 menos \$ 400). Si la tasa de impuesto a las utilidades es de 10%, significa que deben tributarse \$ 20 (10% de \$ 200). Luego se tienen \$ 600 de ingresos y \$ 20 de egresos, con lo cual el valor de liquidación neto alcanza a \$ 580.

El método más realista es, sin embargo, el del valor actual de los beneficios netos futuros². Este método supone que el proyecto es factible de venderse funcionando como un todo y, por lo tanto, el inversionista que esté dispuesto a adquirirlo lo hará a un precio tal que le permita recuperar ese precio y además obtener la rentabilidad por él deseada.

Para calcular el precio al cual estará dispuesto a comprar un inversionista (que será el precio al que se podrá vender el proyecto), se estimará un flujo de beneficios netos a partir del momento siguiente al período de evaluación. Por ejemplo, si se evalúa el proyecto a 10 años, se pronosticarán los beneficios que tendría el comprador desde el momento que empiece a operar su proyecto, o sea, desde el año 11 en adelante. Nótese que el momento 10 del proyecto que se estudia equivaldrá al momento 0 de quien lo compre. Una forma simple de cálculo es determinar un año normal de entre los 10 que se analizan en el proyecto y suponer que se mantendrá constante durante un período determinado que no tendrá valor de salvamento, o se supondrá como un perpetuidad. Luego, el inversionista comprará si su valor actual neto es cero o positivo. Vale decir, si

$$\sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+j)^t} - I_0 \geq 0. \quad (15.8)$$

Dado que BN_t , que según la simbología indicada en el capítulo 17 corresponde al beneficio neto del período t , es conocido y constante; la tasa exigida por el comprador a la inversión que va a realizar puede estimarse como una tasa histórica promedio del mercado, y además el número de períodos n ha sido estimado *a priori*, el resultado de la sumatoria es conocido. Luego, si el inversionista está

² Para estudiar este método revítese primero el capítulo 17.

dispuesto a pagar como máximo un precio I_0 , que le haga su VAN a cero, éste deberá ser igual al resultado de la sumatoria

$$\sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} = I_0 \tag{15.9}$$

En consecuencia, estimando las variables de la sumatoria se podrá calcular el precio máximo que se podrá percibir por la venta del proyecto al término de su vida útil, igualando este precio al resultado de la actualización que efectúa esa sumatoria y castigando este valor (no necesariamente) en un porcentaje de elección arbitraria.

En situaciones muy particulares, pero frecuentes, una determinada inversión no genera ningún tipo de ingreso monetario directo, aunque sí permite ahorros de costo. Si éste fuese el caso, el ahorro de costos se tomaría como un beneficio y se incluiría como un ingreso equivalente.

15.4 Construcción del flujo de caja del proyecto puro

Para evaluar un proyecto de inversión, lo lógico es medir primero la conveniencia financiera de su ejecución, el proyecto puro, y luego, la fuente de financiamiento más adecuada. Sin embargo, es posible evaluar directamente esta última opción en algunos casos específicos, como cuando hay una fuente de financiamiento atada a la realización del proyecto.

De acuerdo con lo señalado en los acápite anteriores, el flujo de caja debe incorporar los ingresos y egresos proyectados para un período de evaluación que normalmente es de 10 años. Para ejemplificar el procedimiento de cálculo, considérese que en el estudio de la viabilidad de un nuevo proyecto, se estima posible vender 30.000 toneladas anuales de un producto a \$ 1 000 la tonelada durante los dos primeros años y a \$ 1 200 a partir del tercer año, cuando el producto se haya consolidado en el mercado. Las proyecciones de ventas muestran que a partir del sexto año, éstas se incrementarían en un 40%.

El estudio técnico definió una tecnología óptima para el proyecto que requeriría de las siguientes inversiones para un volumen de 30.000 toneladas.

Terrenos	\$ 20 000 000
Obras físicas	\$ 50 000 000
Maquinarias	\$ 30 000 000

Sin embargo, el crecimiento de la producción para satisfacer el incremento de las ventas, requeriría duplicar la inversión en maquinarias y efectuar obras físicas por \$ 40 000 000.

Los costos de fabricación para un volumen de hasta 40.000 toneladas anuales son de:

- Mano de obra	\$ 150
- Materiales	\$ 200
- Costos indirectos	\$ 80

Sobre este nivel, es posible lograr descuentos por volumen en la compra de materiales equivalentes a un 10%.

Los costos fijos de fabricación se estiman en \$5 000 000, sin incluir depreciación. La ampliación de la capacidad en un 40%, hará que estos costos se incrementen en \$1 500 000.

Los gastos de venta variables corresponden a una comisión de 3% sobre las ventas. Los fijos ascienden a \$ 1 500 000 anuales. El incremento de ventas no variará este monto.

Los gastos de administración alcanzarían a \$ 1 200 000 anuales los primeros 5 años y a \$ 1 500 000 cuando se incremente el nivel de operación.

La legislación vigente permite depreciar los activos de la siguiente forma:

-Obras físicas	2% anual
-Maquinarias	10% anual

Los activos nominales se amortizan en un 20% anual.

Los gastos de puesta en marcha ascienden a \$ 22 000 000, dentro de los que se incluye el costo del estudio que alcanza a \$ 8 000 000.

La inversión en capital de trabajo se estima en el equivalente a 6 meses de costo total.

Al cabo de 10 años se estima que la infraestructura física (con terrenos) tendrá un valor comercial de \$ 100 000 000. Las maquinarias tendrían un valor de salvamento de \$ 28 000 000.

La tasa de impuesto a las utilidades es de un 10%.

Para la construcción del flujo de caja, se consideran, en primer lugar, los ingresos y costos afectados por tributación. Los ingresos por ventas, que varían según las condiciones de precio y cantidad enunciadas, deben complementarse por el valor residual en el momento final del proyecto³, de acuerdo con los antecedentes disponibles y el criterio de cálculo que se elija entre los señalados en el capítulo anterior.

Los costos de fabricación variables se calculan multiplicando la suma de los costos por tonelada (\$ 430 000) por el total de toneladas. Al aumentar la operación a un nivel superior a las 40.000 toneladas, el costo de los materiales se reduce en un 10% (a \$ 180 000) lo que hace que el costo variable unitario se reduzca a \$ 410 000. Los costos fijos, comisiones, gastos de venta fijos y gastos administrativos se calculan de acuerdo con la información del ejemplo.

Las depreciaciones y amortizaciones del activo nominal, si bien no constituyen egresos de caja, influyen sobre el nivel de los impuestos a las utilidades, que sí lo son. La variación en el monto que se va a depreciar a partir del sexto año, se debe al incremento en el valor de los activos para enfrentar el crecimiento. El terreno no se deprecia.

Los activos nominales se amortizan de acuerdo con las instrucciones del problema, independientemente de si deban incluirse como inversión inicial.

³ Los "momentos" indican inicio y término de un año. El momento cero muestra los egresos necesarios para iniciar el primer año de operación. El momento 10 muestra los "beneficios" al término del décimo año.

En consideración a que los impuestos se pagan sólo sobre utilidades y a que como ingreso se incluyó el total del valor residual, es necesario incluir el valor en libros de los activos para corregir el efecto tributario real y determinar el valor residual neto en el flujo. En este ejemplo, y dada la información disponible, se optó por calcular este monto según el criterio de valor de mercado de los activos.

Después de deducir el impuesto equivalente al 10% de las utilidades, se obtiene la utilidad neta de cada período. Como se desea calcular el flujo efectivo de caja, se hace necesario corregir los descuentos que no constituyen egresos de caja. En este sentido se deben volver a sumar las depreciaciones, las amortizaciones de activos nominales y los valores en libros.

Por otra parte, deben incluirse los egresos por inversiones. En el momento cero (comienzo del año 1) debe estar disponible el terreno, las obras físicas y las maquinarias; en el momento 5 (inicio del año 6), las ampliaciones para enfrentar la mayor operación.

El activo nominal relevante⁴ para el flujo de caja es el que puede evitarse con la decisión o que depende directamente de ella. Dado que el costo del estudio ya está pagado, es irrelevante para la decisión de invertir.

La inversión en capital de trabajo corresponde a 6 meses de operación. Dado que durante los primeros 5 años el costo total (incluyendo utilidades) es de \$ 29 910 000 en 12 meses, en seis será de \$ 14 955 000. Al incrementarse el costo anual en \$ 762 000 a partir del tercer año, la inversión en capital de trabajo, que debe estar disponible al principio de ese año, asciende a \$ 381 000 en el momento 2. De igual forma, el incremento en los costos determina un incremento en el capital de trabajo de \$ 3 398 500 a partir del sexto año. Toda la inversión en capital de trabajo se recupera en el momento 10.

El flujo de caja así calculado, queda como lo muestra el Cuadro 15.1.

15.5 Flujo de caja del proyecto financiado

La gran mayoría de los proyectos combina fuentes de financiamiento propias con ajenas. Estas últimas permiten deducir su costo, interés o gasto financiero, para efectos de cálculo de los impuestos a las utilidades que deberán cancelarse. Si al flujo de caja se le descuentan los gastos financieros para calcular el impuesto correctamente y luego se le resta la amortización del período, se obtiene el excedente para el inversionista, el cual deberá compararse y usarse la tasa de costo del capital propio, con la parte de la inversión por él financiada. El resultado del proyecto así evaluado, mostrará la magnitud de los beneficios netos del proyecto para el inversionista después de impuestos y después del pago de la deuda y sus intereses.

Si al flujo se le descuenta el gasto financiero para el cálculo de los impuestos y luego se le suma, al igual como se hizo con la depreciación, se obtiene el flujo de caja del proyecto puro con los ahorros tributarios de los gastos financieros.

Cuadro 15.1. Cálculo flujo de caja proyecto puro

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas		30000	30000	36000	36000	36000	50400	50400	50400	50400	50400
Valor salvamento infraestructura											100000
Valor salvamento maquinaria											28000
Costos fabricación		12900	12900	12900	12900	12900	17220	17220	17220	17220	17220
Costos fijos fabricación		5000	5000	5000	5000	5000	6500	6500	6500	6500	6500
Comisiones		900	900	1080	1080	1080	1512	1512	1512	1512	1512
Gastos venta fijos		1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Gastos administración		1200	1200	1200	1200	1200	1500	1500	1500	1500	1500
Depreciación obra física		1000	1000	1000	1000	1000	1800	1800	1800	1800	1800
Depreciación maquinaria		3000	3000	3000	3000	3000	6000	6000	6000	6000	6000
Amortización act. nominal		4400	4400	4400	4400	4400					
Valor en libros infraestructura											96000
Valor en libros maquinaria											15000
Utilidad antes impuesto		100	100	5920	5920	5920	14368	14368	14368	14368	31368
Impuesto		10	10	592	592	592	1437	1437	1437	1437	3137
Utilidad neta		90	90	5328	5328	5328	12931	12931	12931	12931	28231
Depreciación obra física		1000	1000	1000	1000	1000	1800	1800	1800	1800	1800
Depreciación maquinaria		3000	3000	3000	3000	3000	6000	6000	6000	6000	6000
Amortización act. nominal		4400	4400	4400	4400	4400					
Valor en libros infraestructura											96000
Valor en libros maquinaria											15000
Inversión terrenos	20000										
Inversión obra física	50000				40000						
Inversión maquinaria	30000				30000						
Inversión activo nominal	14000										
Inversión capital trabajo	14955		381			3399					
Recuperación cap. trabajo											18735
Flujo de caja	-128955	8490	8109	13728	13728	-59671	20731	20731	20731	20731	165766

Este resultado deberá compararse con la inversión total y usarse la tasa de costo ponderado del capital después de impuesto.

Para clarificar las diferencias entre estos métodos, el Cuadro 15.2 muestra una presentación comparativa entre ellos.

Los resultados comparados de los flujos muestran que éstos conducen a resultados diferentes. Sin embargo, estas diferencias no serán tan notorias cuando éstos se actualicen a tasas de costo de capital diferentes, aunque persistirán por tratarse de evaluaciones distintas. En el primer caso, se evaluará el proyecto a la tasa de costo de capital relevante para la empresa, que exprese el costo promedio de sus fuentes de financiamiento, tanto propias como ajenas. En el segundo caso, se

Cuadro 15.2. Diferentes flujos de caja

Flujo	Puro	Inversionista	Puro con ahorro impuesto
Ingresos	100	100	100
Costos	50	50	50
Depreciación	10	10	10
Intereses		8	8
Utilidad antes impuesto	40	32	32
Impuesto	20	16	16
Utilidad neta	20	16	16
Depreciación	10	10	10
Intereses			8
Amortización		12	
Flujo de caja	30	14	34

tendrá que medir el excedente neto del inversionista después de pagado el crédito a su propia tasa de descuento. En el último caso, se tendrá que evaluar el proyecto a la tasa de costo de capital ponderado después de impuesto, ya que el flujo tiene incorporado el efecto tributario de los gastos financieros. En el primero y último caso, la evaluación se hará sobre la inversión total, a diferencia del segundo donde deberá compararse sólo con la inversión propia, ya que la ajena se descontó a través de la amortización. Cuando el objetivo de la evaluación es medir la conveniencia de implementar un proyecto nuevo sin recurrir a préstamos financieros o cuando se trate de un proyecto que no vaya a cambiar la estructura deuda/capital de la empresa, el método más utilizado es el primero. Nótese que en el último caso, el costo de la deuda se incorporará a la tasa de descuento. Al evaluar un proyecto nuevo con deuda inicial que tienda a amortizarse en el tiempo, se emplea más comúnmente el segundo método. El último método es similar al primero, diferenciándose solamente en que éste incluye el ahorro tributario de los gastos financieros en el flujo, mientras que el otro lo incluía en la tasa de descuento.

15.6 Resumen

En este capítulo se analizaron las principales variables que participan en la composición del flujo de caja del proyecto. La confiabilidad que otorguen las cifras contenidas en este flujo será determinante para la validez de los resultados, ya que todos los criterios de evaluación se aplican en función de él.

La información que se incorpora en el flujo lo suministra cada uno de los estudios particulares del proyecto. Sin embargo, el estudio financiero deberá proporcionar antecedentes sobre el monto del impuesto a las utilidades, la carga financiera de los préstamos y la depreciación de los activos, además de la sistematización de toda la información.

Al proyectar los flujos, deberá estimarse un valor de salvamento para el proyecto, el cual, sin ser efectivamente vendido, debe valorarse de acuerdo con uno de los criterios señalados en el capítulo. El más simple es en función del valor en libros de los activos; sin embargo, es el más deficiente. Otro más complejo, que

mejora la estimación, pero sólo levemente, es el del valor de mercado de los activos. El más eficiente es el del valor actual de los beneficios netos futuros, que considera el precio del proyecto en funcionamiento.

El flujo de caja sistematiza la información de las inversiones previas a la puesta en marcha, las inversiones durante la operación, los egresos e ingresos de operación, el valor de salvamento del proyecto y la recuperación del capital de trabajo.

La depreciación, un gasto que no implica desembolso de fondos pero que afecta al monto de los impuestos, puede calcularse por medio de cuatro sistemas: línea recta, suma de los dígitos, doble tasa sobre saldos decrecientes y unidades de producción. El uso de cada uno dependerá de la legislación vigente en cada país.

La construcción del flujo de caja reconoce formas diferentes que llevan al mismo resultado de evaluación si se utiliza la tasa de descuento correcta. En general, se usará la tasa de costo ponderado del capital o la tasa de costo del capital propio si se evalúa el proyecto para el inversionista.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. Explique la composición básica de un flujo de caja para un proyecto.
2. Justifique por qué debe considerarse el valor de salvamento de un proyecto. Explique en que se diferencia del valor residual.
3. Describa en forma sistemática los costos de operación de un proyecto.
4. Explique las diferencias básicas de los distintos métodos de depreciación.
5. Un activo tiene un valor de adquisición de \$ 120 000. Se estima un valor de salvamento de \$ 40 000 después de 10 años de vida útil. Calcule la depreciación anual por los métodos:
 - a) Línea recta
 - b) Suma de los dígitos
 - c) Doble tasa sobre saldos decrecientes
 - d) Unidades de producción
6. Para el mismo ejemplo del problema anterior, determine el valor en libros al término del quinto año para cada uno de los cuatro métodos. ¿Qué beneficios ha tenido cada método sobre los otros para el proyecto hasta este año?
7. Compare los distintos criterios de valoración del valor de salvamento del proyecto y explique qué efectos indirectos deben considerarse en el uso del criterio del valor de mercado.
8. Un proyecto que se evalúa en un plazo de 10 años tiene un flujo que se considera normal en el período octavo, donde el beneficio neto alcanzó a \$ 1 200. ¿Cuál será el precio de venta según el criterio de los beneficios netos futuros si se espera que el proyecto tenga una vida útil efectiva de 25 años, sin valor de salvamento, y la tasa de rentabilidad exigida en el mercado es del 12% anual?
9. Explique las diferencias que hay entre los flujos de caja del proyecto y del inversionista. ¿Qué tasa de descuento se utiliza en cada caso?
10. La inversión total requerida por un proyecto es de \$ 80 000, la que se financiará en un 50% por capital propio y en 50% con un préstamo bancario. Determine el flujo del inversionista si el flujo de caja del proyecto es de \$ 63 840 iguales durante 3 años y el préstamo se obtiene a igual plazo con un costo de un 35% nominal anual. Haga los supuestos que estime necesarios.
11. Un estudio que busca determinar la viabilidad de implementar y operar un nuevo pro-

yecto, determinó que se requerirán inversiones de \$ 10 000 000 en terrenos, \$ 14 000 000 en construcciones y \$ 20 000 000 en equipos. En capital de trabajo se estima necesario invertir \$ 18 000 000.

Los ingresos esperados ascienden a \$54 000 000 anuales. Los costos a \$24 000 000, sin incluir intereses, depreciación ni impuestos.

La inversión se financiará en un 50% con préstamo a una tasa del 10% anual y el saldo con aportes propios que demandan un retorno del 15% anual.

El proyecto requiere invertir el 50% de la inversión total, excluido el capital de trabajo, en el primer año, y el resto en el segundo. El capital de trabajo se invertirá íntegramente el primer año. El inversionista hará los aportes en primer lugar y recurrirá al préstamo a medida que lo necesite.

El proyecto tiene una vida útil de 8 años, al cabo de los cuales no tendrá valor de salvamento. El préstamo se cancela en 5 cuotas iguales a partir del tercer año de operación. Durante el período de gracia deben cancelarse sólo los intereses.

La empresa está afectada por un impuesto del 10% sobre las utilidades. Confeccione el flujo de caja que mejor permita al inversionista determinar la conveniencia de su inversión.

12. En el estudio de un proyecto se define una inversión inicial de \$ 2 000 000, los que se financiarían en un 60% por préstamos bancarios al 8% de interés anual y el saldo por capitales propios sobre los que se desea un retorno del 12% anual. El estudio busca determinar la conveniencia de realizar un proyecto que tiene una vida útil de 5 años, con ingresos estimados de \$ 1 500 000 anuales. Los costos de operación son de \$ 100 000 en mano de obra, \$ 350 000 en materiales y \$ 150 000 en costos indirectos de fabricación. La depreciación de los activos incluidos en la inversión es de \$ 180 000. La tasa de impuesto a las utilidades es del 10%. El préstamo se cancelaría en 5 cuotas iguales. El proyecto no tiene valor de salvamento al término de su vida útil. Confeccione el flujo de caja del proyecto y del inversionista. ¿Cómo cambia éste si el costo del crédito bancario baja a un 6%?

13. Elabore el flujo de caja relevante para tomar la decisión de inversión de un proyecto para instalar y operar una planta procesadora de productos plásticos. El estudio de mercado estima que se podrá lograr una participación creciente de un 5% el primer año de operación, llegando a un máximo del 8% en 7 años. El crecimiento en ese período sería del 0.5% anual fijo sobre la venta del primer año. El volumen actual de ventas de botacos plásticos alcanza a 1.000.000 de unidades, que crecen al ritmo de la tasa de crecimiento de la población, esperada en un 2% anual para los próximos 10 años. La política de precio que permitiría introducir a la nueva empresa en el mercado, estipula que durante los dos primeros años se deberá mantener un precio inferior en un 10% al promedio del mercado, para luego equipararlo. El precio actual es de \$ 100 por unidad. Los resultados del estudio de ingeniería señalan un costo unitario de \$ 15 por concepto de materiales, \$ 8 por mano de obra y \$ 7 por costos indirectos de fabricación. Los gastos anuales fijos de fabricación ascienden a \$ 1 000 000. Estos cálculos se efectuaron sobre la base de una operación de hasta 70.000 unidades. Sobre este volumen, se pueden lograr economías de escala que reducirían el costo de materiales a \$ 12 y los indirectos de fabricación a \$ 6. Los costos fijos de fabricación se estiman constantes hasta las 75.000 unidades. Sobre ese volumen, el costo se incrementaría en \$ 100 000. El estudio organizacional determina un costo de operación fijo anual de \$ 500 000. Se considera que los aumentos progresivos de la operación y ventas no requerirán de un mayor costo de administración. Los gastos de venta ascenderían a \$ 240 000 anuales, además de una comisión promedio de un 2% sobre las ventas del período.

Lo anterior se podría lograr si se hace una inversión de \$ 800 000 en terrenos, \$ 1 400 000 en obras físicas y \$ 600 000 en maquinarias. De esta forma se tendría una planta con capacidad de producción de 100.000 unidades anuales. Además, se deberá incurrir en inversiones en activos nominales por \$ 200 000 por concepto de constitución de la empresa y cancelarse \$ 80 000 por el estudio del proyecto ya realizado.

Para fines tributarios, se averiguó que los activos nominales pueden ser amortizables linealmente en 5 años. La depreciación de las máquinas se puede hacer linealmente en 8 años, mientras que la de las obras físicas en 40 años. Para fines contables, se consideran sin valor residual. Sin embargo, el estudio financiero estimó que el valor de salvamento de las máquinas podría alcanzar a \$ 100 000 al cabo de 10 años (fecha en la que se recomienda su reemplazo debido a consideraciones técnicas) y los edificios en \$ 2 000 000. La empresa que se crearía con el proyecto se afectaría por un impuesto del 10% de sus utilidades.

El capital de trabajo necesario para operar el proyecto, se estima equivalente al financiamiento de 6 meses de operación.

14. Para determinar la viabilidad económica de un proyecto, se determinó que la inversión necesaria se componía de los siguientes ítems:

- Terrenos	\$ 4 000 000
- Construcciones	\$ 12 000 000
- Equipos de planta	\$ 15 000 000
- Equipos de oficina	\$ 4 000 000
- Capital de trabajo	\$ 6 000 000
- Activos nominales	\$ 2 000 000
Total	\$ 43 000 000

Los activos nominales no incluyen el costo del estudio que ascendió a \$ 600 000.

En los equipos de planta se incluye una maquinaria que tiene un valor de \$ 6 000 000.

Al término de su vida útil, se estima que tendrá un valor de salvamento de \$ 2 000 000.

Al décimo año, fecha fijada como período de evaluación, la infraestructura física podría tener un valor de \$ 12 000 000; los equipos de planta de \$ 6 000 000; y los equipos de oficina de \$ 300 000.

La reglamentación vigente establece que las tasas de depreciación son las siguientes:

- Construcciones	2.5% anual
- Equipos	10.0% anual

Los activos nominales se amortizan en 5 años.

Se proyectan ingresos anuales de \$ 15 000 000 y costos, sin incluir depreciación, amortización ni impuestos, por \$ 6 000 000 anuales.

La tasa de impuestos relevantes para la empresa sería de un 10%.

CASO: COOPERATIVA AGRICOLA Y LECHERA ÑUBLE

La Cooperativa Agrícola y Lechera Ñuble es una planta elaboradora de queso y mantequilla situada en la ciudad chilena de Concepción. En este momento se está elaborando el flujo de caja del proyecto para presentarlo a una institución financiera con el objeto de solicitar un préstamo para disponer de capital de trabajo, además de permitir la reposición y reparación de equipos.

La estacionalidad de las materias primas y la capacidad de operación de la planta determinaron definir la compra de leche fluida en 20.000 litros diarios durante los meses de mayo, junio, julio y agosto, y 30.000 litros en los restantes meses. Se estima que durante la recepción la entrada de leche sufre una merma del 0.5%. La leche fluida comprada tiene un 33% de materia grasa.

Puesto que para la fabricación de queso se requiere leche con 26% de materia grasa, se extrae el 7% de diferencia con respecto al 33% que ya trae y se destina a la producción de mantequilla. De esta forma, se destina a la fabricación de queso el 97.8% de la materia prima comprada, con un 26% de materia grasa, y el 1.7% a la fabricación de mantequilla, con un 40% de materia grasa.

Como subproducto de la elaboración de queso se obtiene suero, en una cantidad equivalente al 60% del total de leche ingresada al proceso de producción de queso, o sea, 58.68 litros de suero por cada 100 litros de leche fluida comprada.

El queso se obtiene de la leche en una proporción de 10 a 1. Esto significa que por cada 10 litros de leche ingresada al proceso productivo del queso se obtiene 1 kilo de queso. Respecto a la mantequilla, la relación es de 2 a 1.

Las remuneraciones brutas mensuales se han estimado en \$ 1 036 100.

La materia prima, leche fluida, tiene un precio estacional por litro que se ha estimado en \$ 9.60 en los meses de enero, febrero, marzo, abril, septiembre, octubre, noviembre y diciembre; de \$ 12.00 en mayo y agosto y en \$ 14 en junio y julio.

Los materiales de producción en el proceso de elaboración de queso ascienden a \$ 1.65 por cada 10 kilos de queso, y corresponden principalmente a la compra de sal, cuajo y fermentos. En el caso de la mantequilla, el costo asciende a \$ 3.00 por cada kilo de ésta, e incluye compras de sal, papel, cajas de cartón y papel engomado.

En materiales de mantenimiento se calculó un monto de \$ 2.65 por cada 10 kilos de queso y \$ 2.69 por cada kilo de mantequilla.

En energía y combustible se estima que el proceso productivo consume el equivalente a \$ 11 por cada 10 kilos de queso y \$ 2.53 por cada kilo de mantequilla.

De acuerdo con estándares conocidos, durante la producción ocurren pérdidas en planta por el equivalente al 1% del valor total de la materia prima comprada. Esta pérdida es adicional a la que se produce en el proceso de recepción de la leche.

Se ha estimado que los gastos administrativos ascienden a \$ 100 000 mensuales.

De acuerdo con un informe de auditoría técnica de la planta, se determinó la necesidad de invertir \$ 2 000 000 en reparaciones de equipos y reposición de piezas y partes.

Las necesidades de capital de trabajo se calcularon en \$ 28 000 000, de los cuales \$ 24 240 000 corresponden al financiamiento de 60 días de operación y el resto se destina a cubrir el desfase generado por las condiciones de crédito en las ventas.

Los precios de venta de la mantequilla y queso también tienen variaciones estacionales y su valor mensual es el siguiente:

	PRECIO QUESO	PRECIO MANTEQUILLA
Enero	145	180
Febrero	145	180
Marzo	145	180
Abril	145	180
Mayo	210	240
Junio	230	240
Julio	230	240
Agosto	210	240
Septiembre	145	180
Octubre	145	180
Noviembre	145	180
Diciembre	145	180

El precio promedio del suero se estimó en \$ 1.64 el-litro.

Las ventas de queso y mantequilla se harán a través de una distribuidora que cobra el 10% de comisión, que debe deducirse del precio de venta. Las condiciones de venta en el mercado de estos productos son de 30% al contado, 20% a 30 días y 50% a 60 días.

Todas las compras se hacen al contado.

El impuesto al valor agregado es del 20%. Todos los precios incluyen este impuesto, tanto los de venta y compra como aquéllos de inversión en reposición y reparación.

El financiamiento disponible para el proyecto tiene un costo del 12% real anual.

BIBLIOGRAFIA

- ARCHER, S., CHOATE, G.M. y RACETTE, G. *Financial Management*. N. York: Wiley, 1979.
- BIERMAN, H. y SMIDT, S. *El presupuesto de bienes de capital*. México: Fondo de Cultura Económica, 1977.
- BOLTEN, Steven. *Administración financiera*. México: Limusa, 1981.
- BOWLIN, O. y otros. *Análisis financiero: Guía técnica para la toma de decisiones*. McGraw-Hill, 1981.
- COPELAND, T. y WESTON, F. *Financial Theory and Corporate Policy*. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1980.
- NEVEU, Raymond. *Fundamentals of Managerial Finance*. Cincinnati, Ohio: South-Western, 1981.
- PHILIPPATOS, George. *Fundamentos de administración financiera*. México: McGraw-Hill, 1979.
- SWEENEY, H.W. y RACHLIN, R. *Manual de presupuestos*. McGraw-Hill, 1984.
- VAN HORNE, J. *Fundamentos de administración financiera*. Madrid: Dossat, 1979.
- WESTON, F. y BRIGHAM, E. *Finanzas en administración*. México: Interamericana, 1977.

CAPITULO 16

FINANCIAMIENTO Y TASA DE DESCUENTO

El presente capítulo pretende establecer las pautas generales que se deben considerar en el financiamiento de un proyecto de inversión y en el cálculo de la tasa de descuento pertinente para su evaluación.

Una vez que se han estudiado y analizado los diferentes problemas vinculados a la formulación del proyecto, se debe proceder a la determinación del financiamiento más adecuado, que conlleve una optimización del retorno del proyecto. El pleno conocimiento de las distintas alternativas que pueden utilizarse en la financiación del proyecto es factor clave, puesto que en función de él los proyectos pueden resultar más o menos rentables, e incluso, a veces, no rentables en relación con la estructura de fuentes de financiamiento utilizadas.

Es claro que los recursos necesarios para llevar a cabo un proyecto son escasos. Por lo tanto, antes de definir el financiamiento óptimo, debe asegurarse la minimización de las necesidades de éste a través del aprovechamiento de todas las posibilidades, ventajas, franquicias, subsidios, etcétera, que lleven en definitiva a reducir al mínimo las necesidades de recursos.

Se debe tener presente que el financiamiento óptimo para un proyecto de inversión sólo podrá lograrse en la medida en que se conozcan todas las fuentes de financiamiento posibles para la ejecución del proyecto en un momento determinado y según las condiciones de un contexto general en el cual el proyecto está inserto.

Una de las variables que más influyen en el resultado de la evaluación de un proyecto es la tasa de descuento empleada en la actualización de sus flujos de caja. Aun cuando todas las restantes variables se hayan proyectado adecuadamente,

la utilización de una tasa de descuento inadecuada puede inducir un resultado errado en la evaluación.

La importancia de este factor, sin embargo, no es comúnmente reconocida en toda su magnitud, observándose proyectos en los cuales todos los estudios parciales se desarrollan con un alto grado de profundidad, pero que adolecen de una superficialidad inexplicable en el cálculo del factor de actualización.

En este texto no se pretende agotar el tema de la tasa de costo de capital. Por el contrario, aquí se tratan los elementos básicos que permiten definir la tasa correcta de descuento de un proyecto, sin entrar a analizar las teorías que al respecto se han señalado.

16.1 El contexto y las fuentes de financiamiento

La elección de una fuente de financiamiento en particular puede variar a través del tiempo, dependiendo del contexto en que esté inserto el proyecto. Es decir, en un determinado momento una alternativa de financiamiento puede ser la óptima y en otro no serlo, dependiendo de la situación coyuntural en cada momento del tiempo.

Así es como los programas de desarrollo imperantes en un instante dado pueden condicionar la elección de determinadas alternativas de financiamiento, las cuales pueden ser radicalmente diferentes en función de otro modelo de desarrollo. Por lo tanto, según un determinado esquema, con una programación y una planificación dadas, los proyectos insertos en éstos generan situaciones de financiamiento que les son propias, que existen en un momento determinado y luego pueden no existir¹.

Respecto al contexto mismo, se debe destacar, por ejemplo, la presencia de tasas de interés reales negativas que se dieron en varios países de América Latina antes de la década de 1970. Estas tasas fueron consecuencia de que no existían en estos países mecanismos de reajustabilidad que permitieran establecer tasas reales a futuro, quedando éstas sometidas a los efectos inflacionarios. De este modo, las altas tasas de inflación que existieron en muchos países de América Latina con anterioridad a la década de 1970 determinaron tasas de interés reales menores que las proyectadas, llegando incluso por la vía inflacionaria a ser en muchos años negativas².

En estos casos, las tasas de interés reales negativas permitieron realizar proyectos que no eran rentables por sí solos, pero dada esta situación de contexto en que las tasas de interés nominales coexistían con una fuerte inflación se transformaron en proyectos atractivos, por el solo hecho de contar con una fuente de financiamiento negativa en términos reales.

Las tasas reales negativas de interés a las que se hizo mención anteriormente se produjeron en una época determinada, bajo condiciones determinadas, que hoy

¹ Véase el capítulo 2.

² Se habla de tasa de interés negativa cuando en un período determinado el costo del dinero es inferior a la tasa de inflación del período.

difícilmente podrían repetirse, puesto que muchos países de América Latina han incorporado mecanismos de reajustabilidad en el otorgamiento de créditos a largo y mediano plazo, los que nacieron como una forma natural de aprender a vivir con la inflación. Sin embargo, en cada caso coyuntural deberá efectuarse un acucioso análisis del contexto en que se está desarrollando la evaluación del proyecto, a fin de determinar las condiciones de financiamiento óptimas que pudiesen aplicarse al desarrollo de éste.

Luego, el preparador y evaluador de proyectos debe tener como una de sus tareas primordiales el estudio y evaluación del medio económico y financiero en el que está inserto el proyecto³.

16.2 Mercado de capitales

Una vez analizado el contexto en el que se desarrollará el proyecto, el evaluador debe abocarse al estudio de las opciones de financiamiento que ofrece el mercado de capitales, tanto nacional como internacional.

Aun cuando se disponga de recursos propios para el financiamiento del proyecto, el evaluador siempre debe hacer un análisis del mercado de capitales.

Mientras más desarrollado esté el mercado de capitales, mayores van a ser las opciones posibles de obtención de recursos para el financiamiento del proyecto.

La forma en que se financien los proyecto de inversión adquiere una importancia sustantiva, por lo que debe necesariamente buscarse una óptima estructura de financiamiento. Toda decisión en torno al financiamiento del proyecto lleva incorporado un determinado riesgo financiero. A medida que un proyecto aumenta su proporción de endeudamiento, está aumentando paralelamente sus cargas fijas. Si las restantes condiciones en que se basa el proyecto se mantienen constantes, la probabilidad de que el proyecto no genere los flujos necesario para pagar esas cargas fijas aumenta correlativamente.

Por otra parte, un juicioso uso del financiamiento puede lograr ventajas importantes para el proyecto, las que van a estar determinadas por las condiciones y características del mercado de capitales en relación con el proyecto que se desea desarrollar.

En el nivel del estudio de prefactibilidad, es necesario hacer un análisis somero del mercado de capitales, tanto nacional como internacional, para poder detectar de este modo la viabilidad del proyecto en cuanto a las fuentes posibles de financiamiento.

La facilidad en la obtención de los créditos y las tasas de interés a las que es posible acceder serán variables importantes de tener en consideración para la decisión de financiamiento. En períodos de iliquidez del mercado de capitales, local o internacional, resulta sumamente difícil obtener créditos a largo plazo y a tasas de interés convenientes.

Por otra parte, la existencia de períodos recesivos en las economías genera inseguridad e incertidumbre en las ventas posibles a futuro. Este hecho debe ser

³ Véase, en el capítulo 1, "Proyectos buenos - proyectos malos"

debidamente considerado por el evaluador del proyecto, puesto que cuanto mayor sea el riesgo empresarial, tanto menor endeudamiento debería emplearse.

Los recursos disponibles en el mercado de capitales reflejan de un modo u otro el ahorro que la comunidad ha efectuado y que entrega en administración a terceros. Los recursos financieros representan “trabajo acumulado”, trabajo de otros que han decidido ahorrar y no consumir. Estos recursos financieros que se requieren para el financiamiento de los proyectos son escasos y deben asignarse en forma correcta. De ahí que al preparador y evaluador de proyectos le corresponde una enorme responsabilidad al recomendar la asignación de recursos escasos y de uso optativo a un determinado proyecto de inversión.

Hay situaciones coyunturales que hacen que en un momento determinado existan en el mercado de capitales condiciones efectivas que permitan la financiación del proyecto, y en otro instante puede existir otro tipo de situaciones, totalmente diferentes de las anteriores que originan que los proyectos tengan un mecanismo de financiamiento diferente. El conocimiento del mercado de capitales es el que entrega, de una manera u otra, las distintas alternativas de financiamiento que existen para un proyecto determinado, las cuales no necesariamente son continuas en el tiempo, sino más bien cambiantes, tanto por circunstancias internas como externas.

El proceso de búsqueda del óptimo financiamiento requiere de un análisis de los costos del proyecto, dado que es posible que cada uno de los elementos constitutivos del costo tenga una alternativa de financiamiento óptima distinta. Sobre este particular cabe señalar que el criterio óptimo en el proceso decisional en la estructura de financiamiento de un proyecto es la maximización del valor actual neto de los flujos futuros⁴.

Si se reconoce el criterio anterior como el óptimo en cuanto a la maximización de los resultados de un proyecto de inversión, debe aplicarse también dicho criterio al análisis de evaluación de las alternativas de financiación, de forma tal que se pueda maximizar el valor actual neto de los flujos resultantes en los períodos futuros.

16.3 Alternativas de financiamiento

La búsqueda de la forma de financiar un proyecto de inversión puede dar como resultado una variedad bastante importante de opciones diferentes. El evaluador de proyectos debe verse enfrentado, y de hecho así ocurre, con la búsqueda de la mejor alternativa de financiamiento para el proyecto que está evaluando. Así, el empresario que ha concebido el proyecto puede estar pensando en utilizar su propio capital en la financiación del proyecto o, asimismo, puede asociarse con otras personas o empresas, recurrir a una institución financiera, incorporar a algunos parientes en el negocio o invitar a algún amigo para que le preste dinero. En otros casos podrá buscar algunas opciones que le signifiquen disminuir sus

⁴ Véase el capítulo 17.

necesidades de capital mediante la venta de algún activo, el arriendo de espacios, vehículos o maquinarias; asimismo, podría recurrir al crédito de proveedores.

En proyectos de envergadura, puede recurrirse a fuentes internacionales de financiamiento o al Estado, y así se va revelando una gama enorme de posibilidades y opciones distintas.

Cada una de estas alternativas tendrá características diferentes; por lo tanto, serán distintas, cualitativa y cuantitativamente. Las condiciones de plazo, tasas de interés, formas de amortización y garantías requeridas deberán estudiarse exhaustivamente. Por otra parte, se deberá estudiar las barreras que sea necesario superar para la obtención del financiamiento. Se deberá analizar las características cualitativas en torno a los trámites que deberán cumplirse, las exigencias de avales, el período que podría transcurrir desde el inicio de la solicitud de la operación de crédito hasta su concreción definitiva, etcétera.

De lo anterior se desprende que es necesario evaluar todas las opciones de financiamiento posibles. Las preguntas básicas que corresponde hacerse son acerca de cuáles son estas opciones y qué características tienen.

Las principales fuentes de financiamiento se clasifican generalmente en internas y externas. Entre las fuentes internas, destacan la emisión de acciones y las utilidades retenidas cada período después de impuesto. Entre las externas, sobresalen los créditos de proveedores, los préstamos bancarios de corto y largo plazo y los arriendos financieros o leasing.

El costo de utilizar los recursos que proveen cada una de estas fuentes se conoce como costo del capital. Aunque la definición pudiera parecer clara, la determinación de ese costo es en general complicada. La complejidad del tema justifica que muchos textos de finanzas destinen parte importante a su análisis, cuyo estudio se encuentra fuera del alcance de este libro. Sin embargo, en las páginas siguientes se resume aquellos elementos más importantes de la teoría de costo de capital y su aplicación a la evaluación de proyectos.

Lógicamente, las fuentes de financiamiento interno son escasas y limitan, por lo tanto, la posibilidad de realizar el proyecto. Es decir, el pretender financiar un proyecto exclusivamente con recursos propios implica necesariamente que la empresa debe generar dichos recursos en los momentos en que el proyecto lo requiera. Esto hace peligrar la viabilidad del proyecto, ya que muchas veces la empresa no genera los recursos necesarios o bien no lo hace al ritmo que se le demande.

No se debe desconocer, por otra parte, las ventajas que representa el financiamiento con recursos propios, los que se traducen en un menor riesgo de insolvencia y en una gestión menos presionada, pero que en definitiva también debe evaluarse buscando lograr un equilibrio entre los niveles de riesgo y costo de la fuente de financiamiento.

El costo del capital propio se puede expresar como el retorno mínimo de beneficios que se puede obtener en proyectos financiados con capital propio, con el fin de mantener sin cambios el valor del capital propio.

Las fuentes de financiamiento ajenas se caracterizan por proveer recursos "frescos", que pueden ser: bancos comerciales, nacionales e internacionales; fundaciones nacionales e internacionales; compañías de leasing (arrendamiento); organismos internacionales; organismos estatales; créditos de proveedores y otros.

Estas fuentes generan distintos tipos de crédito, con diferentes tasas de interés, plazos, períodos de gracia, riesgos y reajustabilidad. Supóngase un proyecto agroindustrial que requiere financiamiento. Este puede obtenerse a través de una fundación internacional que facilita recursos para la compra de animales productivos; un proveedor que otorga una línea de crédito para la compra de la maquinaria agrícola necesaria o un banco comercial que financia mediante un préstamo el capital de trabajo necesario para la puesta en marcha.

Es claro que cada proyecto puede tener múltiples fuentes de financiamiento simultáneas, las que evaluadas correctamente llevarán a la mezcla óptima de financiación.

La tasa de descuento del proyecto, o tasa de costo de capital, es el precio que se paga por los fondos requeridos para cubrir la inversión. Representa una medida de la rentabilidad mínima que se exigirá al proyecto, según su riesgo, de manera tal que el retorno esperado permita cubrir la totalidad de la inversión inicial, los egresos de la operación, los intereses que deberán pagarse por aquella parte de la inversión financiada con préstamo y la rentabilidad que el inversionista le exige a su propio capital invertido.

Si bien es posible definir un costo para cada una de las fuentes de financiamiento a través de deuda, con el objeto de buscar la mejor alternativa de endeudamiento, para la evaluación del proyecto interesará determinar una tasa de costo promedio ponderado entre esas distintas fuentes de financiamiento.

De acuerdo con lo señalado en el capítulo 15, existen diversas formas de presentar el flujo de caja del proyecto. Se señalaba que, sin embargo, éste debería ser consecuente con la tasa de descuento seleccionada.

Una forma de evaluar el proyecto es seleccionar una tasa representativa del costo del capital propio, o patrimonial, y aplicarla en el descuento del flujo r para el inversionista calculado en el capítulo anterior, aunque el procedimiento más usado es evaluar el flujo del proyecto a la tasa de costo de capital de la empresa. Este punto se analiza a continuación para proyectos con el mismo riesgo que la empresa.

16.4 El costo de la deuda

La medición del costo de la deuda, ya sea que la empresa utilice bonos o préstamo, se basa en el hecho de que éstos deben reembolsarse en una fecha futura específica, en un monto generalmente mayor que el obtenido originalmente. La diferencia constituye el costo que debe pagar por la deuda. Por ejemplo, si es posible conseguir un préstamo al 11% de interés anual, el costo de la deuda se define como del 11%.

El costo de la deuda se simboliza como k_d y representa el costo antes de impuesto. Dado que al endeudarse los intereses del préstamo se deducen de las utilidades, permitiendo una menor tributación, es posible incluir directamente en la tasa de descuento el efecto sobre los tributos, que obviamente serán menores, ya que los intereses son deducibles para el cálculo de impuesto. El costo de la deuda después de impuestos será:

$$k_d (1 - t), \quad (16.1)$$

donde t representa la tasa marginal de impuestos.

Supóngase, por ejemplo, que un proyecto presenta una utilidad antes de intereses e impuestos de \$ 10 000 anuales. Si la inversión requerida para lograr esta utilidad es de \$ 40 000, la tasa de interés que se cobra por los préstamos es del 11% anual y la tasa impositiva es del 40%, se tienen las siguientes alternativas de financiamiento:

	Financiamiento	
	Con deuda	Con capital propio
Utilidad antes de impuestos e intereses	\$ 10 000	\$ 10 000
Intereses (11% de \$ 40 000).	4 400	—
Utilidad antes de impuesto	5 600	10 000
Impuesto (40%)	2 240	4 000
Utilidad neta	\$ 3 360	\$ 6 000

El proyecto redituará en ambos casos la misma utilidad antes de impuestos e intereses, ya que el resultado operacional es independiente de la fuente de financiamiento. La alternativa con deuda obliga a incurrir en un costo de \$ 4 400 por concepto de intereses. Sin embargo, al reducirse las utilidades antes de impuestos, el impuesto para pagar se reduce de \$ 4 000 a \$ 2 240 por el solo hecho de la deuda. Luego, el mayor costo por intereses va acompañado de un beneficio representado por un menor impuesto que pagar. Nótese que la utilidad disminuyó de \$ 6 000 a \$ 3 360, es decir, en \$ 2 640. El costo real de la deuda será, en consecuencia, de \$ 2 640, que representa sólo el 6.6% de la deuda, que se habría obtenido de igual forma reemplazando en la expresión 16.1:

$$0.11 (1 - 0.40) = 0.066.$$

Es importante hacer notar, aunque parezca obvio, que los beneficios tributarios sólo se lograrán si la empresa que llevará a cabo el proyecto tiene, como un todo, utilidades contables, ya que aunque el proyecto aporte ganancias contables no se logrará el beneficio tributario de los gastos financieros si la empresa globalmente presenta pérdidas contables.

El costo de capital de una firma (o de un proyecto) puede calcularse, ya sea por los costos ponderados de las distintas fuentes de financiamiento o por el retorno exigido a los activos, dado su nivel de riesgo.

Una vez definida la tasa de descuento para una empresa, todos los proyectos de las mismas características de riesgo que ella se evaluarán usando esta tasa, salvo que las condiciones de riesgo implícitas en su cálculo cambien. De ser así, se elimina el problema de tener que determinar una tasa para cada proyecto de inversión que se estudie.

16.5 El costo del capital propio o patrimonial

Se considera como capital patrimonial en la evaluación de un proyecto a aquella parte de la inversión que se debe financiar con recursos propios.

En una empresa constituida, los recursos propios pueden provenir de la propia generación de la operación de la empresa, a través de la retención de las utilidades (rehusando el pago de dividendos) para reinvertirlas en nuevos proyectos, u originarse en nuevos aportes de los socios.

La literatura es muy profusa en modelos de cálculo del costo de capital de fuentes específicas internas del proyecto⁵. Para los objetivos de este texto, se desarrollará el concepto de costo de oportunidad del inversionista para definir el costo del capital propio.

En términos generales, se puede afirmar que el inversionista asignará sus recursos disponibles al proyecto si la rentabilidad esperada compensa los resultados que podría obtener si destinara esos recursos a otra alternativa de inversión de igual riesgo. Por lo tanto, el costo del capital propio, k_p , tiene un componente explícito que se refiere a otras posibles aplicaciones de los fondos del inversionista. Así entonces, el costo implícito de capital es un concepto de costo de oportunidad que abarca tanto las tasas de rendimiento esperadas en otras inversiones como la oportunidad del consumo presente. Como se verá en el capítulo 17, el inversionista está dispuesto a sacrificar un consumo presente si el consumo que este sacrificio le reporta a futuro es mayor. El consumo futuro también tiene, entonces, un costo de oportunidad equivalente al costo de no consumir en el presente.

En consecuencia, se puede definir el costo de capital propio como la tasa asociada con la mejor oportunidad de inversión de riesgo similar que se abandonará por destinar esos recursos al proyecto que se estudia.

Como usualmente el inversionista tendrá varias alternativas de inversión simultáneas (depósitos con cero riesgo en bonos de tesorería, depósitos en el mercado financiero con cierto grado de riesgo, compra de *brokers* con mayor riesgo o invertir en otras actividades productivas), se optará obviamente por tomar como costo de oportunidad de la inversión la mejor rentabilidad esperada después de su ajuste por riesgo⁶.

16.6 Costo ponderado del capital

Una vez que se ha definido el costo del préstamo, K_d , y la rentabilidad de la mejor alternativa de inversión del capital propio, K_p , debe calcularse una tasa de descuento ponderada, k_o , que incorpore los dos factores en la proporcionalidad adecuada.

Como su nombre lo indica, el costo ponderado de capital es un promedio de los costos relativos a cada una de las fuentes de fondos que la empresa utiliza, que se pondera de acuerdo con la proporción de los costos dentro de la estructura de capital definida. De acuerdo con esto:

$$k_o = k_d \frac{D}{V} + k_p \frac{P}{V}, \quad (16.2)$$

⁵ Véase por ejemplo, PHILIPPATOS, G. *Fundamentos de administración financiera*. México: McGraw-Hill 1970; BREWER, D.E. y MICHAELSON, J. "The Cost of Capital, Corporation Finance, and the Theory of Investment", *American Economic Review*, junio 1965; HALEY, Charles. "A Note on the Cost of Debt", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, diciembre 1966; PORTERFIELD, James. *Investment Decisions and Capital Cost*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1965; BOLTEN, Steven. *Administración financiera*. México: Limusa, 1981; COPELAND, T. y WESTON, F. *Financial Theory and Corporate Policy*. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1980.

⁶ Véase por ejemplo, WESTON, F. y BRIGHAM, E. *Finanzas en administración*. México: Interaericana, 1977.

donde D es el monto de la deuda, P el monto del préstamo y V el valor de la firma en el mercado, incluyendo deuda y aportes⁷.

De aquí que el VAN del proyecto no sea una medida de utilidad contable. Nótese que si el VAN es negativo, - \$ 100, por ejemplo, ello no significa que el negocio tenga necesariamente pérdidas, ya que indica que después de haber recuperado la inversión y los gastos financieros, faltaron \$ 100 para haber ganado lo que se habría podido obtener en la mejor inversión de alternativa. En todo caso, sí constituye una pérdida económica.

Cuando el flujo de caja no se ha corregido según los efectos tributarios de los gastos financieros, deberá actualizarse mediante una tasa de descuento ponderada ajustada por impuestos, k'_o , que resulta de:

$$k'_o = k_d (1 - t) \frac{D}{V} + k_p \frac{P}{V} , \quad (16.3)$$

que también puede expresarse como:

$$k'_o = k_d \frac{D}{V} - tk_d \frac{D}{V} + k_p \frac{P}{V} , \quad (16.4)$$

que no es otra cosa que

$$k'_o = k_o - tk_d \frac{D}{V} \quad (16.5)$$

Cuando se deducen del flujo de caja del proyecto el interés y la amortización del préstamo, queda el excedente para el inversionista. Al comparar este flujo con el aporte de capital propio y actualizándolo a la tasa de descuento pertinente para el inversionista, k_p , debería indicar el VAN de su inversión, después de cumplidas las obligaciones contraídas con el endeudamiento.

16.7 Tasa de descuento del inversionista

Por definición, si el VAN de un proyecto es positivo, representa el excedente que queda para el inversionista después de haberse recuperado la inversión, los gastos financieros y la rentabilidad exigida por el inversionista. Por lo tanto, si al flujo del proyecto se le descuentan los intereses y amortizaciones, el saldo equivaldría a la recuperación del aporte del inversionista más la ganancia por él exigida y un

⁷ Si se espera que el valor de mercado de la empresa crezca a futuro, la ecuación 16.2 se corrige por:

$$k_o = k_d \frac{D}{(V-G)} + k_p \frac{P}{(V-G)} ,$$

donde G representa el valor presente neto del crecimiento esperado de activos aún no incorporados a la empresa.

excedente igual al VAN del proyecto, que representaría la ganancia adicional a la mejor alternativa de inversión. Sin embargo, esto no siempre es así, ya que ambos suponen estructuras de endeudamiento diferentes. Mientras que el flujo del inversionista se descuenta a una tasa que considera la relación deuda-patrimonio, el proyecto puro para la empresa se descuenta a otra que considera la relación deuda-valor de la empresa. Sin embargo, tendrán resultados iguales sólo cuando el VAN sea igual a cero. Por ejemplo, supóngase un flujo para un proyecto como el siguiente:

	0	1	2	3
Flujo	(100 000)	39 590	39 590	39 590.

Si la inversión se financia en un 60% con deuda al 8% y el resto con aporte al 12% y si la tasa de impuestos para la empresa fuese del 10% sobre las utilidades, se podría calcular un K'_o de la siguiente forma:

$$K'_o = (0.6 \times 0.08 (1 - 0.1)) + (0.4 \times 0.12) = 9.12\%.$$

Al descontar el flujo a la tasa del 9.12%, se obtiene un VAN igual a cero.

Por otra parte, para calcular el costo efectivo de la deuda, se puede elaborar la siguiente tabla de pagos, que supone una cuota de \$ 23 282 anuales para cubrir el préstamo, la que se obtiene de considerar una tasa de interés del 8% para un crédito de \$ 60 000 durante 3 años con pagos iguales.

Año	Saldo inicial	Interés (i)	Amortización	Cuota	$i(1-t)$	Costo deuda
1	60 000	4 800	18 482	23 282	4 320	22 802
2	41 518	3 321	19 961	23 282	2 989	22 950
3	21 557	1 725	21 557	23 282	1 553	23 110

El flujo neto para el inversionista queda, en consecuencia, como sigue:

	0	1	2	3
Flujo proyecto	(100 000)	39 590	39 590	39 590
Préstamo	60 000	(22 802)	(22 950)	(23 110)
Flujo inversionista	(40 000)	16 788	16 640	16 480

Al descontar el flujo del inversionista a su tasa de costo de capital (12%), se obtiene un VAN también de cero.

Sólo en este caso el VAN de ambos proyectos es igual a cero. Cualquier VAN distinto a cero para el proyecto será diferente al VAN del inversionista, dadas las estructuras de financiamiento diferentes, más aun cuando el cálculo de la tasa de descuento para el proyecto se basa en una estructura de endeudamiento objetivo independiente de las particulares fuentes de financiamiento que coyunturalmente utilice.

16.8 El modelo de los precios de los activos de capital para determinar el costo del patrimonio

El enfoque del modelo de los precios de los activos de capital (MPAC) define el riesgo como la variabilidad en la rentabilidad de una inversión y plantea que el inversionista puede reducir el riesgo diversificando sus inversiones. El riesgo total puede clasificarse como no sistemático (asociado a una empresa por probables huelgas, nuevos competidores, etcétera) y como sistemático (no se puede eliminar y está circunscrito a las fluctuaciones de otras inversiones que afectan a la economía y al mercado). El riesgo no sistemático se puede disminuir diversificando la inversión en varias empresas, en lugar de destinarla a una sola.

La rentabilidad esperada de una inversión (R_s), está compuesta por una tasa libre de riesgo (R_f) y una prima por riesgo (R_p). Es decir:

$$E(R_s) = R_f + R_p, \quad (16.6)$$

donde $E(\cdot)$ representa el valor esperado de una variable aleatoria que podría expresarse como

$$E(R_s) = R_f + \beta [E(R_m) - R_f], \quad (16.7)$$

en que $\beta [E(R_m) - R_f]$ determina la prima por riesgo, donde, a su vez, β es la medida de riesgo sistemático⁸, $E(R_m)$ la rentabilidad esperada del mercado y R_f la rentabilidad libre de riesgo.

El MPAC ofrece, entonces, una manera para estimar el retorno esperado de un activo de acuerdo con el riesgo sistemático de él. El β deberá medir la variabilidad de la rentabilidad de una inversión dada en relación con la variabilidad del mercado.

La expresión 16.8 puede expresarse como:

$$R_s - R_f = \beta p [E(R_m) - R_f], \quad (16.8)$$

que indica que la prima por riesgo varía directamente con el nivel de riesgo sistemático β .

El coeficiente beta, β , se calcula dividiendo la covarianza existente entre las tasas de rendimiento de un valor (acción, deuda o activo) y del mercado por la varianza de la tasa de rendimiento del mercado. Es decir,

$$\beta = \frac{\text{COV}(R_m, R_i)}{\text{VAR}(R_m)}, \quad (16.9)$$

donde R_i representa la tasa de rendimiento de un valor.

Al aplicar el modelo de los betas a la determinación del costo del capital patrimonial se obtiene:

⁸ β es sólo el riesgo sistemático, ya que si los inversionistas pueden diversificar por sí mismos, no van a pagar para que las empresas diversifiquen por ellos.

$$k_p = R_f + \beta_s [E(R_m) - R_f], \quad (16.10)$$

donde K_p es el costo de los recursos propios, $E(R_m)$ el retorno esperado del portafolio del mercado y β_s el nivel de riesgo sistemático asociado con las acciones de la empresa que implemente el proyecto.

En el caso particular de aplicar el beta a los activos, se obvia el problema del crecimiento y se puede calcular directamente el k_o del proyecto mediante:

$$\beta_a = \beta_p \frac{P}{V} + \beta_d \frac{D}{V}, \quad (16.11)$$

donde β_a es el beta de los activos, β_p el beta del patrimonio y β_d el beta de la deuda, y

$$k_o = R_f + \beta_a [E(R_m) - R_f]. \quad (16.12)$$

Los retornos de los valores con un beta igual a 1.0 tienden a incrementarse y reducirse en el mismo porcentaje en que lo hace el mercado, lo que indica que tiene un riesgo sistemático similar al promedio de mercado. Si $\beta > 1$, los retornos de los valores varían según un porcentaje mayor que el del mercado. Si $\beta < 1$, el riesgo sistemático es bajo y la variación es proporcionalmente menor que la del mercado.

16.9 Peligros del uso de la tasa de descuento ponderada

Usar una tasa ponderada de costo de capital basada en los betas de la empresa como un todo puede llevar a problemas, cuando se evalúan proyectos de inversión no homogéneos o con riesgo distinto de aquél de la actividad de la empresa. Es el caso, por ejemplo, de una empresa de transporte aéreo que estudia una inversión en activos intangibles en el mercado de capitales.

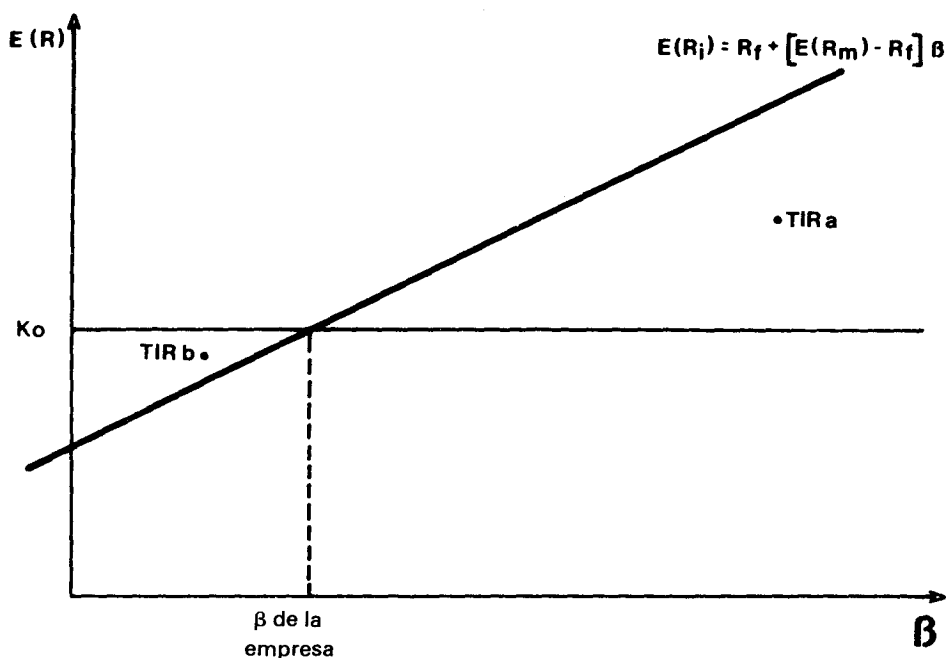
En casos como éste, el proyecto de diferente riesgo debe evaluarse según su propia tasa de descuento.

Cuando el proyecto tiene un beta mayor que el de la empresa, podría darse el caso de que el TIR calculado sea mayor que el k_o de la empresa, pero menor que el que realmente debería exigirsele, siendo aprobado si se evalúa con el k_o de la empresa, aun cuando su VAN sería menor que cero si se evaluara con su propia tasa de descuento.

De igual forma, proyectos cuyo beta sea menor que el de la empresa, pueden rechazarse, si su TIR es menor que la tasa de costo de capital de la empresa, aun cuando su VAN sea mayor que cero, si se evalúa a su propia tasa de descuento.

En el Gráfico 16.1. se representa esta situación. La intersección de la línea k_o con la línea de la esperanza de los retornos, $E(R_i)$, es el único punto donde no se presentan los problemas señalados en los párrafos anteriores.

A la derecha de ese punto, podría encontrarse una tasa interna de retorno (TIRa) que, siendo mayor que el k_o de la empresa, sea menor que su propia tasa de descuento.

Gráfico 16.1. Relaciones de TIR y tasas de costo de capital

A la izquierda de la intersección se presenta el caso contrario, o sea, un TIR_b tal que haga rechazar el proyecto, por ser menor que el k_0 de la empresa, pero mayor que su tasa relevante de costo de capital.

16.10 Consideraciones para determinar un financiamiento óptimo

El objetivo de este apartado es establecer los elementos que deben tomarse en consideración al evaluar las distintas opciones de financiación.

Básicamente, deben considerarse dos aspectos, a saber, *costos* y *riesgo*.

El costo de una determinada fuente de financiamiento está dado por la retribución al capital aportado. En el caso de las acciones ordinarias, estará representado por las utilidades por acción; en cambio, en el caso de los créditos bancarios, el costo estará representado por el interés devengado.

El riesgo depende de varios factores. Es así como decisiones sobre reajustabilidad (tasas nominales en moneda extranjera, por ejemplo) y plazos (corto, mediano o largo) constituyen elementos que influyen directamente en el riesgo del proyecto.

Luego, conjugando los dos aspectos antes mencionados, el evaluador debe determinar la estructura de financiamiento óptima. Para ello, se hace necesario buscar algún procedimiento que considere en forma apropiada la comparación de las distintas alternativas de financiamiento que presenten flujos de caja distribuidos en el tiempo de una manera determinada y que, por su naturaleza, son distintos entre sí.

El método que se aplica para efectuar el análisis comparativo de las alternativas de financiamiento debe considerar necesariamente el valor del dinero en el tiempo. De esta forma, cada una de las distintas alternativas que se seleccione debe analizarse de acuerdo con las características del mercado de capitales o estimaciones que reflejen lo que el evaluador del proyecto esté dispuesto a aceptar como un costo normal⁹.

La aplicación del método de actualización de los flujos correspondientes a una alternativa de financiamiento debe considerar la tasa de descuento que se haya estimado como la más adecuada, evaluando el tipo de riesgo a que están afectos los flujos de caja.

Una vez realizado el proceso de actualización de los flujos, deberá optarse por aquella alternativa de financiamiento que permita tener el más alto valor actual neto.

En la selección de un proyecto se deberá medir, primeramente, el resultado de la inversión basado en los méritos financieros propios del proyecto y luego seleccionar la fuente de financiamiento más adecuada. Combinar la decisión de inversión con la de financiamiento, puede hacer más atractiva ciertas propuestas de inversión gracias a la fuente de financiamiento.

Cada día, sin embargo, crece el número de opiniones que señalan que el costo del capital es uno más dentro del proyecto y así como pueden aprovecharse ventajas en la compra de algunos insumos para un proyecto determinado, deben considerarse los menores costos de las fuentes de financiamiento. En ambos casos, el proyecto se haría más atractivo. Sin embargo, es preciso considerar que normalmente en una empresa en funcionamiento la selección de la fuente de financiamiento se independiza del uso que se le dé a los fondos obtenidos.

Por último, antes de concluir este capítulo, es necesario dejar constancia de que la responsabilidad del preparador y evaluador de proyectos, en lo relativo al financiamiento, llega hasta el análisis efectivo de *todas* las opciones y alternativas de financiamiento existentes en el mercado de capitales, estudiadas las condiciones realmente existentes en el contexto actual y sus respectivas proyecciones a futuro.

16.11 Resumen

En este capítulo se ha intentado entregar al preparador y evaluador de proyectos una visión acerca de las decisiones que debe adoptar en términos del financiamiento del proyecto. Una vez conocidos el marco de referencia del proyecto, así como los problemas de mercado, demanda, tamaño y localización, se debe determinar las distintas fuentes de financiamiento con que podría desarrollarse el proyecto.

En un determinado momento, una alternativa de financiamiento puede ser la óptima y en otro no serlo, dependiendo de la situación coyuntural en cada punto del tiempo. Los programas de desarrollo imperantes en un momento dado pueden condicionar la elección de determinadas alternativas de financiamiento.

⁹ Véase, en el capítulo 17, *El criterio del valor actual neto*.

El proceso de búsqueda del financiamiento óptimo requiere de un análisis de los costos del proyecto, dado que es posible que cada uno de los elementos constituyentes del costo tenga una alternativa de financiamiento óptima distinta.

Finalmente, el evaluador deberá estudiar los aspectos de costo y riesgo que llevan implícitos las distintas opciones de financiamiento. Al conjugar los dos aspectos indicados, el evaluador debe buscar un procedimiento adecuado que considere en forma apropiada la comparación de las alternativas planteadas. El procedimiento que se adopte deberá considerar necesariamente el valor del dinero en el tiempo, para lo cual establecerá una tasa de descuento razonable que refleje lo que el evaluador esté dispuesto a aceptar como un costo normal.

También se analizó la forma que adopta la tasa de descuento utilizada en la evaluación de un proyecto, la cual se definió como el precio que se debe pagar por los fondos requeridos para financiar la inversión, al mismo tiempo que representaba una medida de la rentabilidad mínima que se exigirá al proyecto de acuerdo con su riesgo.

Las fuentes específicas de financiamiento analizadas fueron la deuda y el patrimonio. La medición del costo de la deuda se efectúa sobre la base de la tasa de interés explícita en el préstamo. Dado que los gastos financieros son deducibles de impuesto, el costo efectivo de la deuda se calcula por $k_d(1-t)$, si la empresa tiene utilidades contables.

El costo del capital patrimonial se basa en un concepto de costo de oportunidad, que representa la rentabilidad que el inversionista obtendría en la mejor inversión de alternativa.

Para la evaluación de proyectos con financiamiento múltiple, se deberá considerar el costo ponderado del capital, que representa el costo promedio de todas las fuentes de fondos utilizadas. La tasa ponderada resultante, k_o o k'_o , dependerá de si el flujo de caja fue o no ajustado por los beneficios tributarios de los gastos financieros deducibles de impuestos, según lo expresado en el capítulo 15.

Un enfoque para el cálculo del costo patrimonial lo constituye el modelo de los precios de los activos de capital, que se basa en la definición del riesgo como la variabilidad en la rentabilidad de una inversión y que plantea que aquél puede reducirse diversificando las inversiones.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. Al definir una estructura óptima de financiamiento, ésta sería la misma en cualquier momento del tiempo. Comente.
2. ¿Qué influencia tiene el contexto sobre la elección de fuentes de financiamiento? Cite ejemplos donde el contexto sea determinante dada la elección de determinadas fuentes de financiamiento.
3. Explique el concepto de tasa de descuento.
4. El disponer de recursos propios para el financiamiento de un proyecto permite al evaluador hacer un análisis superficial del mercado de capitales. Comente.
5. Explique la relación existente entre las fuentes de financiamiento y el riesgo financiero asociado a ellas.
6. El objetivo del análisis de la tasa de descuento es que permite seleccionar la alternativa de endeudamiento más adecuada a los intereses del proyecto. Comente.

7. ¿En qué caso el costo de la deuda es menor que la tasa explícita de interés del préstamo?
8. En una estructura de financiamiento óptima se conjugan una serie de fuentes de financiamiento diferentes. ¿Es posible que esta estructura esté compuesta por una sola fuente de financiamiento? ¿Por qué en los grandes proyectos esto generalmente no se da?
9. ¿En qué caso es indiferente utilizar las tasas k_d y $k_d (1 - t)$?
10. ¿Qué se entiende por fuentes de financiamiento propias? ¿Qué ventajas presentan? ¿En qué se diferencian de las ajenas?
11. Al calcular una tasa de descuento ponderada, se deberán evaluar todos los proyectos de la empresa a esa tasa. Comente.
12. ¿Qué elementos deben tomarse en consideración al evaluar las distintas opciones de financiamiento?
13. Explique por qué al evaluar el flujo de un proyecto por el criterio del VAN utilizando la tasa k_o , se obtiene un resultado distinto del que se obtiene evaluando el flujo del inversionista a la tasa k_p , si por definición el VAN es un excedente para el inversionista y tanto el k_o , como el k_p , representan los costos de las fuentes de financiamiento involucradas en cada flujo.
14. Explique en qué consiste el modelo de los precios de los activos de capital y cómo se aplica el cálculo del costo del capital patrimonial.
15. Siempre que se introduce más deuda, el k_o baja y el valor de la empresa aumenta. Comente.
16. Un inversionista evalúa un proyecto para construir un edificio de apartamentos. La tasa de interés de captación del sector financiero se ha mantenido alrededor del 3.8% mensual y el inversionista no cree que variará. El sostiene que "dado que el costo de oportunidad de mis fondos es la tasa de mercado y puesto que usaré deuda para financiarlos, ésta será la tasa de descuento que usaré para evaluar el proyecto". Comente.
17. Desde su creación en 1960 la empresa Zibber se había caracterizado por ser una administración de tipo familiar, que la había llevado a ocupar un lugar importante en la industria.

En 1983, la cantidad de proyectos de inversión que requerían evaluarse para decidir su implementación dejó de manifiesto la falta de un criterio establecido para elegir entre proyectos de alternativa. Preocupados los propietarios por esta situación, decidieron contratar un estudio para determinar la tasa de descuento más apropiada para evaluar sus proyectos.

Los antecedentes proporcionados a la empresa consultora a la que se encargó el estudio de la tasa de descuento señalaban que la empresa no tenía deuda en su estructura de financiamiento. Además, se indicaba que la variabilidad del retorno de sus activos, respecto al retorno del portafolio del mercado, era de 1.3.

Por otra parte, se pudo detectar que en la industria existían dos grandes empresas que tenían una relación deuda-capital de 0.5 y 1.2, respectivamente.

La tasa de interés nominal para pedir préstamos en el mercado financiero era de 18% anual. Los pagarés de tesorería redituaban un interés anual del 7%.

De acuerdo con estimaciones realizadas por la empresa contratada, la rentabilidad media esperada del mercado sería del 20% anual.

La tasa de impuestos marginal esperada para la empresa sería del 40%.

18. Una empresa está estudiando la posibilidad de comprar una inyectora de plásticos cuyo valor de mercado es actualmente de \$ 5 000 000, con el cual espera generar ingresos de \$ 2 400 000 anuales durante 5 años, al cabo de los cuales no tendrá valor de salvamento. Para financiar el activo se estudian dos alternativas:
 - a) Comprar la inyectora al contado con un préstamo por \$ 5 000 000 a una tasa del 12% de interés anual pagadero en cinco cuotas iguales a partir del primer año de operación.

b) Convenir un arrendamiento financiero (leasing) a 5 años plazo con una renta anual de \$ 1 800 000 y con promesa de compra al final del quinto año en \$ 300 000.

La tasa de impuestos para la empresa es del 10% y la tasa de rendimiento exigida por el inversionista del 12%. ¿Qué decisión recomienda tomar?

CASO: COMPAÑÍA SAICSA, S. A.

Se encontraban reunidos los analistas de gestión de la productora de televisión SAICSA, S. A., para determinar cómo aumentar su capacidad productiva y, por ende, satisfacer la demanda existente para sus servicios.

El equipo de gestión, formado por cuatro destacados profesionales, ya había concluido que la única forma de aumentar su producción era mediante la compra de nuevos equipos.

La discusión se centraba ahora en cuál sería la mejor fuente de financiamiento para adquirir dichos equipos, presentándose posiciones tan divergentes como las siguientes:

“Si bien es cierto que son necesarios recursos frescos”, plantea el Sr. Ribot, “debemos considerar el ofrecimiento del señor Steinfort, proveedor de los equipos más adecuados para nuestra infraestructura. No debemos olvidar que nuestra situación de caja no nos permite desembolsar los \$ 10 000 necesarios para la compra e instalaciones de los equipos”.

“Esta bien”, plantea el Sr. Pinnart, “pero el Sr. Steinfort estaría dispuesto a facilitarnos sus equipos, a cambio de una participación del 30% en las utilidades después de impuestos, durante 10 años, y la amortización de los equipos con vencimientos anuales iguales en 10 años, lo que a mi juicio es demasiado”.

“Sobre todo”, agrega el señor Naveas, “si tenemos acceso a un crédito del Banco Unido, a una tasa del 10% real anual, con amortizaciones anuales iguales, durante 10 años”.

“No es tan claro lo que ustedes señalan”, acota el Sr. Soler, “sobre todo si consideramos que, dadas nuestras proyecciones de ventas* y contando con los nuevos equipos, es posible que durante el primer año no logremos cubrir los gastos financieros. A mi modo de ver, las condiciones de pago de amortizaciones ofrecidas son un riesgo que no debemos asumir”.

“Bueno, es tarde y por lo visto no llegaremos a ningún acuerdo”, opina el señor Ribot. “A mi juicio, deberíamos solicitar la ayuda de nuestro asesor financiero y pedirle que nos entregue en el curso del día de mañana una evaluación cualitativa y cuantitativa del problema, porque tenemos que saber si este proyecto nos va a rentar a lo menos un 10% después de impuestos”.

Anexo 1

SAICSA, S.A., es una empresa muy conservadora que para el análisis de todos sus proyectos maneja, a lo menos, tres posibles estados de naturaleza, tratando así de poseer un marco de referencia más amplio para tomar sus decisiones.

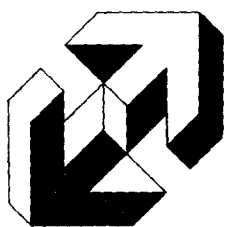
*Véase el anexo 1.

ESTADO DE RESULTADOS AÑO No. 1	OPTIMISTA	PESIMISTA	MAS PROBABLE
Ventas netas	8 000	5 000	6 500
Costo venta (50% vta. neta)	4 000	2 500	3 250
Margen bruto	4 000	2 500	3 250
Gastos administrativos	500	500	500
Resultado operacional	3 500	2 000	2 750
Depreciación	1 000	1 000	1 000
Intereses	1 000	1 000	1 000
Utilidad antes de impuesto	1 500	0	750
Impuesto (50%)	750	—	375
Utilidad después de impuesto	750	0	375

NOTA: Se espera que para los próximos 10 años las ventas y el resto de las partidas del estado de pérdidas y ganancias se mantengan constantes, salvo el ítem de intereses, el cual irá variando en la medida en que se amortice el préstamo.

BIBLIOGRAFIA

- BOLTEN, Steven. *Administración financiera*. México: Limusa, 1981.
- BREWER, D.E. y MICHAELSON, J. "The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment", *American Economic Review*, junio 1965.
- COPELAND, T. y WESTON, F. *Financial Theory and Corporate Policy*. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1980.
- ELTON, E. y GRUBER, M. *Finance as a Dynamic Process* (Foundation of Finance Series). Englewood Cliffs, N. Jersey: Prentice-Hall, 1975.
- HALEY, Charles. "A Note on the Cost of Debt", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, diciembre 1966.
- MODIGLIANI, Franco y MILLER, M. "The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investments", *The American Economic Review*, junio 1958, p. 261-96.
- NACIONES UNIDAS. *Manual de proyectos de desarrollo económico* (publicación 5.58.11.G.5.). México, 1958.
- NEVEU, Raymond. *Fundamentals of Managerial Finance*. Cincinnati, Ohio: South-Western, 1981.
- NEWMAN, Donald. *Análisis económico en ingeniería*. México, McGraw-Hill, 1983.
- OECD. *Manual of Industrial Project Analysis in Developing Countries*. Paris: Development Centre of the Organization for Economic Cooperation and Development, 1972.
- PHILIPPATOS, George. *Fundamentos de administración financiera*. México: McGraw-Hill, 1979.
- PORTERFIELD, James. *Investment Decisions and Capital Cost*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1965.
- SCHALL, L. y HALEY, Ch. *Administración financiera*. México, McGraw-Hill, 1983.
- TRONCOSO, Arturo. *Análisis de alternativas de financiamiento* (publicación docente No. 22). Santiago: Universidad Católica de Chile, Escuela de Administración, 1977.
- VAN HORNE, James. *Administración financiera*. Buenos Aires: Ediciones Contabilidad Moderna, 1976.
- WESTON, F. y BRIGHAM, E. *Finanzas en administración*. México: Interamericana, 1977.



PARTE VI

LA EVALUACION

CAPITULO 17

TECNICAS DE EVALUACION

En los capítulos anteriores se han revisado todos los aspectos relativos a la preparación de la información básica del proyecto, para su posterior evaluación en función de las oportunidades opcionales disponibles en el mercado. La evaluación del proyecto en términos de estas oportunidades consiste en comparar los beneficios proyectados asociados a una decisión de inversión con su correspondiente corriente proyectada de desembolsos. Esto no es otra cosa que el flujo de caja estimado del proyecto, tema sobre el cual trató el capítulo 15.

La evaluación de un proyecto se realiza con dos fines posibles: a) tomar una decisión de aceptación o rechazo, cuando se estudia un proyecto específico; o b) decidir el ordenamiento de varios proyectos en función de su rentabilidad, cuando éstos son mutuamente excluyentes o existe racionamiento de capitales. Cualquiera sea el caso, las técnicas empleadas son las mismas, aunque para estas últimas se requieren consideraciones especiales de interpretación de los resultados comparativos entre proyectos.

El objetivo de este capítulo es analizar las principales técnicas de medición de la rentabilidad de un proyecto individual. Para ello se hará el supuesto (que en el próximo capítulo se abandona) de que la aceptación de un proyecto no afectará al riesgo operativo conjunto de la empresa que lo llevará a cabo, es decir, el riesgo inherente a los factores que condicionan la productividad básica de la empresa. Todas las medidas del valor de las inversiones que se desarrollan aquí tienen por horizonte la maximación de los beneficios monetarios.

17.1 Técnicas de evaluación basadas en flujos descontados

Un proyecto será rentable si la capitalización, a la tasa de interés pertinente para la empresa, de su flujo de caja es mayor que cero al término de su vida útil. De esta forma, una decisión considera los principales factores condicionantes de la rentabilidad de las inversiones: la cuantía de los flujos de caja, el valor del dinero en el tiempo y la oportunidad de los movimientos de esos valores.

La consideración de los flujos en el tiempo requiere la determinación de una tasa de interés adecuada que represente la equivalencia de dos sumas de dinero en dos períodos diferentes. La selección de la tasa de interés relevante se analizará en el capítulo 18. Este capítulo se ocupará de la forma de aplicar la tasa respectiva una vez que ha sido determinada.

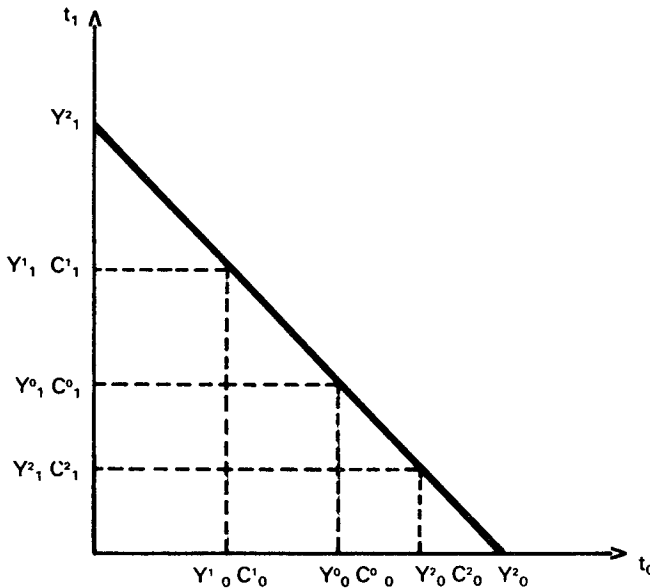
Para apreciar los conceptos de valor del dinero en el tiempo, flujos capitalizados y flujos descontados, considérese el Gráfico 17.1. Supóngase una persona con un ingreso presente de Y^0_0 , representado en el eje del momento presente t_0 , y un ingreso futuro de Y^0_1 , representado en el eje del tiempo futuro (período próximo) t_1 . Con ambos ingresos, es posible un consumo actual C^0_0 y un consumo futuro C^0_1 . Sin embargo, también es posible un consumo C^1_0 actual, que permitirá ahorros potencialmente invertibles en alguna oportunidad que genere un interés i , de tal manera que en el período 1 el ingreso Y^0_1 se vería incrementado a Y^1_1 . Esto es,

$$Y^1_1 = (C^0_0 - C^1_0) (1 + i) + Y^0_1. \quad (17.1)$$

La abstención de un consumo presente espera una recompensa futura representada por i . Por lo tanto,

$$(C^0_0 - C^1_0) < (Y^1_1 - Y^0_1).$$

Gráfico 17.1.



Si se ahorrase todo el ingreso actual, vale decir, si no hubiera consumo en el período cero, el ingreso futuro esperado máximo sería el representado por Y^2_1 en la gráfica, donde:

$$Y^2_1 = Y^0_0 (1 + i) + Y^0_1. \quad (17.2)$$

De igual forma, el consumo actual se puede incrementar recurriendo a préstamos, por ejemplo, a cuenta de futuros ingresos. En el Gráfico, un consumo actual de C^2_0 reduce la capacidad de consumo futuro a C^2_1 , donde:

$$(C^2_0 - C^0_0) (1 - i) = (C^0_1 - C^2_1)$$

y donde:

$$C^2_0 = C^0_0 + \frac{C^0_1 - C^2_1}{(1 + i)}. \quad (17.3)$$

El máximo consumo actual está limitado, entonces, por el punto Y^2_0 de el Gráfico. O sea,

$$Y^2_0 = \frac{C^0_1}{(1 + i)} + C^0_0 \quad (17.4)$$

Bien puede apreciarse que la línea que une Y^2_0 con Y^2_1 representa el lugar geométrico de todas las combinaciones de consumo presente y futuro equivalentes en términos de valor tiempo del dinero. El valor capitalizado es Y^2_1 , que, en consecuencia, representa el mismo atractivo que Y^2_0 para el inversionista, en términos de valoración de sus flujos de ingreso en el tiempo.

Al representar la recta alternativas idénticas en preferencias de consumo actual y futuro, puede medirse el valor del dinero en el tiempo en cualquiera de sus puntos. Por simplicidad de cálculo, convendrá hacerlo ó en Y^2_1 ó en Y^2_0 . Hacerlo en Y^2_1 es calcular un valor capitalizado, mientras que hacerlo en Y^2_0 es calcular un valor actualizado o descontado.

Aun cuando se inició el capítulo señalando la medición de la rentabilidad en términos capitalizados, ahora puede apreciarse que hacerlo en valores actuales proporciona idéntica base de comparación. El uso generalizado de esta última posibilidad hará que los análisis sucesivos de evaluación se hagan sobre la base de valores actuales.

Bierman y Smidt¹ explican el significado del valor actual señalando que "un dólar recibido ahora es más valioso que un dólar recibido dentro de 5 años en virtud de las posibilidades de inversión disponibles para el dólar de hoy.

¹BIERMAN H. y SMIDT, S. *El presupuesto de bienes de capital*. México: Fondo de Cultura Económica, 1977, p. 78.

Al invertir o prestar el dólar recibido hoy, puedo tener considerablemente más de mi dólar dentro de cinco años. Si el dólar recibido se emplea ahora para el consumo, estaré dando más que el valor de un dólar de consumo en el año cinco. Por esta razón, los ingresos futuros deben descontarse siempre”.

El objetivo de descontar los flujos de caja futuros proyectados es, entonces, determinar si la inversión en estudio rinde mayores beneficios que los usos de alternativa de la misma suma de dinero requerida por el proyecto.

Los principales métodos que utilizan el concepto de flujo de caja descontado son el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). Menos importante es el de razón beneficio-costos descontada.

Aunque actualmente cualquier calculadora financiera de bolsillo permite la aplicación directa de las matemáticas financieras a los procedimientos de evaluación basados en flujos de caja descontados, el apartado siguiente trata del uso de tablas financieras en la aplicación matemática a su solución.

17.2 Fundamentos matemáticos para la evaluación

El análisis de las técnicas principales de evaluación, las de flujo de caja descontado, requiere de la utilización de las matemáticas financieras para su aplicación. Si bien la operativa mecánica es altamente sencilla, por los avances en el campo de la minicomputación y calculadoras de bolsillo que poseen programas financieros de solución incorporada, es absolutamente necesario conocer sus fundamentos conceptuales para su correcta aplicación.

Supóngase que se invierten \$ 1 000 a una tasa pactada del 10% anual compuesto. Al término de un año se tendrán los \$ 1 000 invertidos más \$ 100 de interés sobre la inversión. Es decir, se tendrán \$ 1 100 que se obtuvieron de:

$$1\ 000 + \frac{10}{100} (1\ 000) = 1\ 100,$$

lo que también puede escribirse

$$1\ 000 (1 + 0.10) = 1\ 100.$$

Si la inversión inicial, o valor actual, se representa por VA, el interés por i y el resultado de la operación, o valor futuro, por VF, se puede generalizar este cálculo en la siguiente expresión:

$$VA(1 + i) = VF. \quad (17.5)$$

Si al término del primer año la ganancia no se retira, sino que se mantiene depositada junto con la inversión inicial por otro año más, al finalizar éste se tendrá, por el mismo procedimiento:

$$1\ 100 + 1\ 100 (0.10) = 1\ 210,$$

que es lo mismo que

$$1\ 100 (1 + 0.10) = 1\ 210.$$

Recordando cómo se obtuvieron los 1 100, se puede reemplazar para tener la expresión

$$1\ 000 (1 + 0.10) (1 + 0.10) = 1\ 210.$$

Simplificando se obtiene:

$$1\ 000 (1 + 0.10)^2 = 1\ 210$$

De aquí puede generalizarse a:

$$VA (1 + i)^n = VF, \quad (17.6)$$

donde n representa el número de periodos durante los cuales se quiere capitalizar la inversión inicial.

Al simplificar el proceso de capitalización en una ecuación como la 17.6, se permitió la elaboración de tablas financieras que presentan el valor de $(1+i)^n$ para cualquier combinación de i y n.

Si se revisa la tabla 1 al final del texto, se podrá calcular más fácilmente el valor futuro de una inversión de \$ 1 000, capitalizada a dos años a una tasa de interés del 10%. Para ello se busca la fila correspondiente a 2 periodos y se sigue por esta fila hasta el número correspondiente a la columna del 10%, donde está el valor 1.2100. Luego, el valor capitalizado al cabo de 2 años es

$$\$1\ 000 (1.2100) = \$1\ 210.$$

Recordando la ecuación 17.6, se despeja VA para calcular el valor actual de un monto futuro conocido, quedando

$$VA = \frac{VF}{(1 + i)^n}, \quad (17.7)$$

que puede expresarse como

$$VA = VF \left[\frac{1}{(1 + i)^n} \right] \quad (17.8)$$

También se han elaborado tablas para este valor. La tabla 2 al final del libro presenta el valor de este factor de actualización.

Para el ejemplo ya utilizado se tiene que se desea conocer el valor actual de \$ 1 210 de 2 años más a una tasa pertinente de interés del 10%. Frente a la fila de 2 periodos se busca la columna correspondiente al 10% y se obtiene el factor 0,8264. Al multiplicar este factor por los \$ 1 210 resulta \$ 999.94².

² La aproximación se debe a que el factor exacto es 0.826446281.

Considérese ahora un caso diferente. En vez de un depósito inicial único de \$ 1 000, se depositarán \$ 1 000 solamente al término de cada año. Para determinar cuánto se habrá capitalizado al finalizar 3 años al 10% de interés anual, el procedimiento sigue la misma lógica anterior.

Si cada depósito se realiza al término de cada año, la inversión del primer año ganaría intereses por 2 períodos, la del segundo por uno y la del tercero no habría ganado aún sus intereses. Esta situación se presenta en el Cuadro 17.1.

Cuadro 17.1. Cálculo del valor futuro

PERIODO	INVERSION	VALOR DE CAPITALIZACION	VALOR FUTURO
0	—	—	—
1	1 000	$(1 + i)^2$	1 210
2	1 000	$(1 + i)^1$	1 100
3	1 000	$(1 + i)^0$	1 000
Total			3 310

A los \$ 1 000 de depósito anual se les denomina anualidad. Si ésta es una cuota constante, que se representará por *C*, se puede generalizar la presentación del Cuadro 17.1 en la siguiente expresión:

$$VF = C (1 + i)^0 + C (1 + i)^1 + \dots + C (1 + i)^{n-1} \tag{17.9}$$

Del Cuadro 17.1 se deduce que la potencia del último factor de capitalización es *n - 1*, donde *n* es el número de períodos para capitalizar. De esta forma, la ecuación 17.9 puede expresarse como:

$$VF = C \sum_{t=0}^{n-1} (1 + i)^t \tag{17.10}$$

La tabla 3 al final del texto presenta el valor de la sumatoria. Para nuestro ejemplo, se busca en la fila correspondiente a *n=3* el valor del factor en la intersección con la tasa de interés del 10%, encontrándose el factor 3.3100. Al multiplicar \$ 1 000 por este factor, se obtienen los \$ 3 310 que se había calculado en el cuadro anterior.

Si se quisiera calcular el valor actual de los mismos depósitos, se tendrá la posición que se representa en el Cuadro 17.2.

Nótese que en este caso se desea expresar la suma de las anualidades en moneda equivalente al período cero.

Si la anualidad es constante, se puede generalizar lo anterior en la siguiente expresión:

Cuadro 17.2. Cálculo del valor presente

PERIODO	INVERSION	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE
0			
1	1 000	$\frac{1}{(1+i)^1}$	909.09
2	1 000	$\frac{1}{(1+i)^2}$	826.45
3	1 000	$\frac{1}{(1+i)^3}$	751.31
TOTAL			2 486.85

$$VA = C \left[\frac{1}{(1+i)^1} \right] + C \left[\frac{1}{(1+i)^2} \right] + \dots + C \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right], \quad (17.11)$$

que se puede expresar como:

$$VA = C \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+i)^t}. \quad (17.12)$$

La tabla 4 al final del texto presenta el valor de la sumatoria para distintas combinaciones de i y n . En nuestro ejemplo, frente a la fila de 3 períodos se encuentra el factor 2.4868, que corresponde a un interés del 10%. Multiplicando este factor por los \$ 1 000 del valor de la cuota, se tiene \$ 2 486.8, que representan el valor actual de tres cuotas de \$ 1 000 cada una disponibles al término de cada año a partir del próximo.

Ahora bien, si se quisiera determinar la cuota anual que es necesario depositar a una cierta tasa de interés para que al final de un número dado de períodos se tenga una cantidad deseada, sólo se necesita reordenar la ecuación 17.10, despejando la variable que se desea conocer, o sea:

$$C = \frac{VF}{\sum_{t=0}^{n-1} (1+i)^t}. \quad (17.13)$$

Puesto que el denominador de la ecuación es un factor determinable por la tabla 3 al final del libro, la solución es inmediata.

Por ejemplo, si se desea calcular la suma anual por depositar al 10% anual durante 3 años para que su término se disponga de \$ 5 000, se tiene que:

$$C = \frac{5\,000}{\sum_{t=0}^2 (1 + 0.10)^t}$$

En la tabla, el denominador corresponde al factor 3.3100, que señala la intersección de $n = 3$ e $i = 10\%$. Luego,

$$C = \frac{5\,000}{3.3100} = \$1\,510.57.$$

Por lo tanto, la cuota anual necesaria para lograr el resultado esperado es de \$ 1 510.57.

Un análisis similar se realiza para calcular el retiro anual de un depósito actual a una tasa de interés dada. En este caso, es la ecuación 17.12, la que se reordena despejando la variable cuota, que representa el monto de los retiros, de la siguiente manera:

$$C = \frac{VA}{\sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+i)^t}} \quad (17.14)$$

Al representar el factor denominador que proporciona la tabla 4 al final del texto, dados una tasa de interés y un número de períodos conocidos, la solución es inmediata.

El análisis es levemente más complejo para calcular la tasa de interés o el plazo, aunque el procedimiento para ambos es idéntico.

Si la incógnita que se va a calcular es i o n para una inversión única presente que reditúa un beneficio único futuro, se vuelve a la ecuación 17.6, despejando la totalidad del factor de la tabla. Es decir,

$$(1+i)^n = \frac{VF}{VA}. \quad (17.15)$$

Puesto que VF y VA son conocidos, al dividir el primero por el segundo se conoce el valor del factor. Luego se busca éste en la tabla 1 al final del texto frente a la fila o columna correspondiente, dependiendo de cuál sea la variable incógnita.

Por ejemplo, si se desea conocer qué tasa de interés está pagando determinada fuente de inversión que ofrece devolver \$ 1 999 dentro de 9 años por cada \$ 1 000 depositados hoy, se reemplaza en la ecuación 17.15 con estos valores, obteniéndose

$$(1+i)^9 = \frac{1\,999}{1\,000}.$$

De aquí se tiene que el factor es 1.999, que corresponde a un $n = 9$ y a un i desconocido. Por lo tanto, en la fila de $n = 9$ se busca el valor dado por el factor que se encuentre en la intersección con la columna del 8%. De aquí se obtiene que la tasa ofrecida como interés por el depósito es del 8%.

Nótese la aplicación idéntica para calcular el número de períodos cuando se conoce la tasa de interés.

Para los tres métodos restantes el proceso es idéntico. Quizás la única complejidad esté en definir la tabla que debe usarse. Sin embargo, ésta se determina básicamente por el planteamiento correcto del problema, en los términos señalados previamente.

Es muy probable que en la mayoría de los casos la tasa de interés o el plazo esté fraccionado. Para solucionar esto se recurre a un procedimiento simple, denominado método de interpolación lineal.

Supóngase que una inversión actual de \$1 000 reditúa 3 pagos iguales de \$ 400. Para calcular la tasa de interés de la operación se aplica la ecuación 17.12, de donde se deduce que la tasa está entre 9% y 10%, al despejar el factor y buscar en la tabla correspondiente.

El método de interpolación lineal resuelve el problema a través de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\left[\frac{f_p - \frac{VA}{C}}{f_p - f_q} \right] (i_q - i_p) 100 + (i_p \times 100), \quad (17.16)$$

donde,

f_p = Factor de la tabla correspondiente a la menor de las dos tasas de interés

f_q = Factor de la tabla correspondiente a la mayor de las dos tasas de interés

i_p = Tasa de interés menor de las dos

i_q = Tasa de interés mayor de las dos

Si se aplica este procedimiento a nuestro ejemplo, se tiene:

$$\left[\frac{2.5313 - 2.5000}{2.5313 - 2.4868} \right] (0.10 - 0.09) 100 + (0.09 \times 100) = 9.70\%.$$

Es decir, la tasa de interés ofrecida en este ejemplo es de 9.70%, aproximadamente.

Aun cuando el método de interpolación lineal contribuye a la solución, el resultado que entrega no es exacto, debido a que supone que la relación existente entre los factores de ambas tasas de interés es lineal.

El error de esto se manifiesta al tomar rangos mayores (por ejemplo, interpolar entre los factores correspondientes a 5% y 15%). Mientras más cercanas estén las tasas del rango, mayor confianza dan sus resultados.

Un último caso lo constituye la actualización de flujos (o cuotas, como se han denominado hasta ahora) con valores desiguales. Para descontar este flujo debería hacerse normalmente cuota a cuota, salvo cuando la composición propia de cada uno permita algún tipo de agrupación simplificadora. Tal es el caso cuando se tiene, por ejemplo, un flujo desigual en cada uno de sus primeros 4 años, pero después continúa un monto para la cuota constante durante 6 años más. Mediante la ecuación 17.12 se actualiza al cuota constante al período 4 (tomado como cero

para esta actualización intermedia), procediendo posteriormente a actualizar cuota por cuota hasta el período cero real.

17.3 El criterio del valor actual neto

Este criterio plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor actual neto (VAN) es igual o superior a cero, donde el VAN es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual.

Utilizando las ecuaciones del apartado anterior, se puede expresar la formulación matemática de este criterio de la siguiente forma³:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0, \quad (17.17)$$

donde Y_t representa el flujo de ingresos del proyecto, E_t sus egresos e I_0 la inversión inicial en el momento cero de la evaluación. La tasa de descuento se representa mediante i .

Si bien es posible aplicar directamente esta ecuación, la operación se puede simplificar a una sola actualización mediante:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+i)^t} - I_0, \quad (17.18)$$

que es lo mismo que

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0, \quad (17.19)$$

donde BN_t representa el beneficio neto del flujo en el período t . Obviamente, BN_t puede tomar un valor positivo o negativo.

Al aplicar el criterio del VAN se puede hallar un resultado igual a cero. Esto no significa que la utilidad del proyecto sea nula. Por el contrario, indica que proporciona igual utilidad que la mejor inversión de alternativa. Esto se debe a que la tasa de descuento utilizada incluye el costo implícito de la oportunidad de la inversión. Por lo tanto, si se acepta un proyecto con VAN igual a cero, se estará recuperando todos los desembolsos más la ganancia exigida por el inversionista, que está implícita en la tasa de descuento utilizada.

17.4 El criterio de la tasa interna de retorno

El criterio de la tasa interna de retorno (TIR) evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por período con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda

³ El subíndice t en los ingresos y egresos sólo quiere explicar la posibilidad de valores diferentes en el flujo de caja del proyecto.

actual⁴. Como señalan Bierman y Smidt⁵, la TIR “representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero, si todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestados y el préstamo (principal e interés acumulado) se pagara con las entradas en efectivo de la inversión a medida que se fuesen produciendo”. Aunque ésta es una apreciación muy particular de estos autores (no incluye los conceptos de costo de oportunidad, riesgo ni evaluación del contexto de la empresa en conjunto), ella sirve para aclarar la intención del criterio.

La tasa interna de retorno puede calcularse aplicando la siguiente ecuación:

$$\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t} - I_0, \quad (17.20)$$

donde r es la tasa interna de retorno. Si simplifico y agrupo los términos, obtengo lo siguiente:

$$\sum_{t=1}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0, \quad (17.21)$$

que es lo mismo que

$$\sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0. \quad (17.22)$$

Comparando esta ecuación con la 17.19, puede apreciarse que este criterio es equivalente a hacer el VAN igual a cero y determinar la tasa que permite el flujo actualizado ser cero.

La tasa así calculada se compara con la tasa de descuento de la empresa. Si la TIR es igual o mayor que ésta, el proyecto debe aceptarse y si es menor debe rechazarse.

La consideración de aceptación de un proyecto cuyo TIR es igual a la tasa de descuento, se basa en los mismos aspectos que la tasa de aceptación de un proyecto cuyo VAN es cero.

17.5 Tasas internas de retorno múltiples

En determinadas circunstancias, el flujo de caja de un proyecto adopta una estructura tal que más de una tasa interna de retorno puede utilizarse para resolver la ecuación 17.22.

James Lorie y Leonard Savage⁶ fueron los primeros en reconocer la existencia

⁴Que es lo mismo que calcular la tasa que hace al VAN del proyecto igual a cero.

⁵BIERMAN y SMIDT, *El presupuesto...*, P. 39.

⁶LORIE, J. y SAVAGE, L. “Three Problems in Rationing Capital”. En *Foundation for Financial Management*. Homewood. Ill.: Irwin, 1966, p. 295.

de tasas internas de retorno múltiples. Para ilustrar esta situación utilizan el ejemplo de un proyecto que requiere una inversión inicial de \$ 1 600, que permitirá recuperar \$ 10 000 de beneficio neto a fines del primer año. Si no se hace la inversión, la empresa igualmente recuperará los \$ 10 000, pero a fines del segundo año.

El objetivo, entonces, es evaluar una inversión inicial de \$ 1 600 que informaría como provecho adelantar en un año la recepción de los beneficios del proyecto. El flujo del proyecto será, por lo tanto, el siguiente:

PERIODO	0	1	2
Flujo neto	-1 600	10 000	-10 000

Al sustituir mediante estos valores en la ecuación 17.22, se obtiene el siguiente resultado:

$$\frac{10\,000}{(1+r)} - \frac{10\,000}{(1+r)^2} - 1\,600 = 0.$$

Al calcular la tasa interna de retorno, r , de este flujo de caja, se encuentran dos tasas que solucionan la ecuación: 25% y 400%, que pueden calcularse de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} 0 &= -1\,600 + \frac{10\,000}{(1+r)} - \frac{10\,000}{(1+r)^2} \\ &= \frac{-1\,600(1+r)^2 + 10\,000(1+r) - 10\,000}{(1+r)^2} \\ &= 1\,600(1+r)^2 - 10\,000(1+r) + 10\,000 \end{aligned}$$

que corresponde a una ecuación de segundo grado del tipo:

$$ax^2 + bx - c = 0 \quad (17.23)$$

$$Y \quad x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (17.24)$$

o sea,

$$\begin{aligned} x = (1+r) &= \frac{10\,000 \pm \sqrt{(10\,000)^2 - 4(1\,600)(10\,000)}}{2(1\,600)} \\ &= \frac{10\,000 \pm 6\,000}{3\,200} \end{aligned}$$

donde

$$\begin{aligned} i &= 25\% \\ i &= 400\% \end{aligned}$$

El máximo número de tasas diferentes será igual al número de cambios de signos que tenga el flujo del proyecto, aunque el número de cambios de signos no es condicionante del número de tasas internas de retorno calculables. Un flujo de caja de 3 períodos que presente dos cambios de signos puede tener sólo una tasa interna de retorno si el último flujo es muy pequeño.

Van Horne⁷ presenta el siguiente flujo para ejemplificar esa no dependencia estricta:

PERIODO	0	1	2
Flujo neto	-1 000	1 400	-100

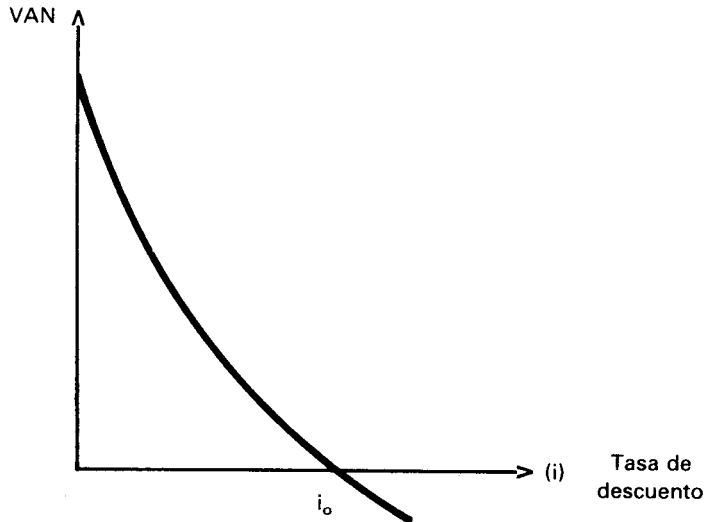
Aun cuando el flujo de caja presenta dos cambios de signo, el proyecto tiene sólo una tasa interna de retorno, del 32.5%.

Al presentarse el problema de las tasas internas de retorno múltiples, la solución se debe proporcionar por la aplicación del valor actual neto como criterio de evaluación, que pasa así a constituirse en la medida más adecuada del valor de la inversión en el proyecto.

17.6 Tasa interna de retorno versus valor actual neto

Las dos técnicas de evaluación de proyectos analizados, la TIR y el VAN, pueden en ciertas circunstancias conducir a resultados contradictorios. Ello puede ocurrir cuando se evalúa más de un proyecto con la finalidad de jerarquizarlos, tanto por tener un carácter de alternativas mutuamente excluyentes como por existir restricciones de capital para implementar todos los proyectos aprobados.

Gráfico 17.2.



⁷ VAN HORNE, James. *Administración financiera*. Buenos Aires: Ediciones Contabilidad Financiera, 1976, p. 100.

Cuando la decisión es sólo de aceptación o rechazo y no hay necesidad de consideraciones comparativas entre proyectos, las dos técnicas proporcionan igual resultado. Esta situación puede apreciarse en el Gráfico 17.2. Si la tasa de descuento es cero, el VAN es la suma algebraica de los flujos de caja del proyecto, puesto que el denominador de la fórmula 17.12 sería siempre 1. A medida que se actualiza a una tasa de descuento mayor, el VAN va decreciendo.

Al cruzar el origen (VAN igual a cero), la tasa de descuento i_0 , se iguala a la tasa interna de retorno. Recuérdese que la TIR es aquella tasa que hace al VAN del proyecto igual a cero.

Luego, si el criterio del VAN indica la aceptación de un proyecto cuando éste es cero o positivo (o sea, cuando la tasa de descuento i está entre cero e i_0) y si el criterio de la TIR indica su aceptación cuando la tasa interna de retorno r es mayor o igual a la tasa utilizada como tasa de descuento ($r > i$ para cualquier i entre cero e i_0 , donde $r = i_0$), ambas conducirán necesariamente al mismo resultado⁸.

Lo anterior no siempre es tan concluyente cuando se desea jerarquizar proyectos. Tómense como ejemplo los flujos del cuadro 17.3, correspondientes a dos proyectos que requieren igual inversión pero que son alternativas para obtener un mismo fin, o sea son excluyentes entre sí, y que presentan diferencias en la recepción de ingresos futuros netos.

Cuadro 17.3. Ejemplo de flujos divergentes en la aplicación de TIR y VAN en jerarquización de proyectos

PROYECTO	PERIODOS			
	0	1	2	3
A	-12 000	1 000	6 500	10 000
B	-12 000	10 000	4 500	1 000

La TIR del proyecto A es 16.39% mientras que la del proyecto B es 20.27%. De esto podría concluirse que el proyecto B debería ser aceptado.

Sin embargo, si se analiza el VAN se observan resultados diferentes, los que dependen de la tasa de descuento pertinente para el proyecto. Los VAN que se obtienen a diferentes tasas son los que muestra el Cuadro 17.4.

⁸ Dado que

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0$$

y que

$$TIR = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+R)^t} - I_0 = 0,$$

el VAN en la primera ecuación podrá ser cero sólo si $r = i$.

Cuadro 17.4. Valores actuales netos resultantes de diferentes tasas de descuento

PROYECTO	TASAS DE DESCUENTO			
	5%	10%	11.72%	15%
A	3 486	1 974	1 274	360
B	2 469	1 561	1 274	756

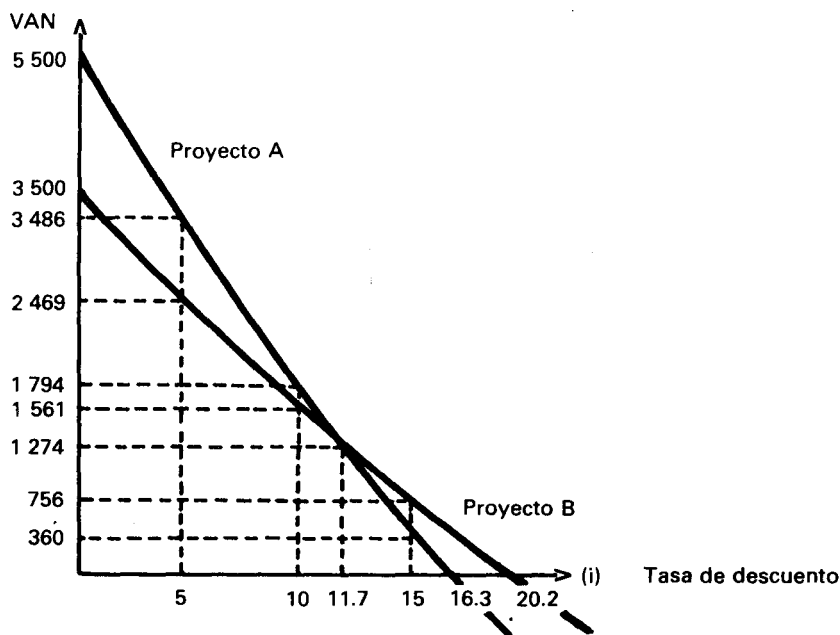
Mientras la tasa es superior a 11.72%, el VAN y la TIR coinciden en aceptar el proyecto B. Sin embargo, si la tasa es inferior a 11.72%, el VAN es mayor para el proyecto A, siendo el resultado contradictorio con el entregado por la TIR.

Esta situación se aprecia más claramente en el Gráfico 17.3.

La diferencia de los resultados que proporcionan ambas técnicas se debe a los supuestos en que cada una está basada. Mientras que el criterio de la tasa interna de retorno supone que los fondos generados por el proyecto serían reinvertidos a la tasa de rentabilidad del proyecto, el criterio del valor actual neto supone una reinversión a la tasa de descuento de la empresa.

Si se supone que la empresa actúa con un criterio de racionalidad económica, ella invertirá hasta que su beneficio marginal sea cero (VAN del último proyecto

Gráfico 17.3.



igual cero). Es decir, hasta que su tasa de rentabilidad sea igual a su tasa de descuento. Si así fuese, un proyecto con alta TIR difícilmente podrá redundar en que la inversión de los excedentes por él generados reditúen en otras alternativas igual tasa de rendimiento. Sin embargo, según el supuesto de eficiencia económica, la empresa reinvertirá los excedentes a su tasa de descuento, ya que si tuviera posibilidades de retornos a tasas mayores ya habría invertido en ellas. Hay que señalar que algunos autores cuestionan el supuesto de que la TIR reinvierte los flujos del proyecto a la misma tasa.

Por otra parte, si el VAN proporciona una unidad de medida concreta de la contribución de un proyecto a incrementar el valor de la empresa, debe ser éste el criterio que tendrá que primar en la evaluación⁹.

17.7 Otros criterios de decisión

Muchos otros métodos se han desarrollado para evaluar proyectos, aunque todos son comparativamente inferiores al del valor actual neto. Algunos, por no considerar el valor tiempo del dinero y otros porque, aunque lo consideran, no entregan una información tan concreta como aquél.

Uno de los criterios tradicionales de evaluación bastante difundido es el del período de recuperación de la inversión, mediante el cual se determina el número de períodos necesarios para recuperar la inversión inicial, resultado que se compara con el número de períodos aceptable por la empresa. Si los flujos fuesen idénticos y constantes en cada período, el cálculo se simplifica a la siguiente expresión:

$$PR = \frac{I_0}{BN}, \quad (17.25)$$

⁹ Normalmente, al jerarquizar proyectos de distinta vida útil, surge la duda de si se deben o no evaluar en un mismo horizonte de tiempo.

Un planteamiento es que si no se hace así, el proyecto de menor duración queda en desventaja relativa, puesto que no se consideraría que los recursos por él generados se pueden reinvertir y generar más fondos entre el período de su finalización y el término de la alternativa con que se compara.

Sin embargo, una empresa que es eficiente en sus decisiones habrá implementado todos aquellos proyectos cuyo VAN sea positivo, o, en otras palabras, su tasa de rendimiento será mayor que la tasa de descuento. Por lo tanto, cualquier inversión marginal se hará a la tasa de descuento. En este caso, el VAN marginal de invertir los excedentes del proyecto de menor duración durante el período necesario para igualar la finalización del proyecto más largo será cero y, en consecuencia, irrelevante. Es decir, no tendría sentido igualar las duraciones de las alternativas.

Pero si la empresa no se encuentra maximizando su potencial generador de utilidades, por incapacidad gerencial, restricción en sus oportunidades de financiamiento, etcétera, la inversión de los excedentes del proyecto más corto a una tasa de rendimiento superior a la tasa de descuento dará un VAN marginal positivo. En este caso sí sería necesaria la igualación de sus duraciones.

Teóricamente se han planteado muchas formas de igualar los flujos. Por ejemplo, suponer que ambos proyectos son reiterativos hasta tal cantidad de veces como sea necesario para que coincidan sus finalizaciones. Sus limitaciones son obvias. Otra forma consiste en suponer que el proyecto más largo se liquida en la finalización del más corto. Para ello se considera un valor de liquidación que incrementa el flujo de caja del último período.

donde PR, período de recuperación, expresa el número de períodos necesarios para recuperar la inversión inicial I_0 cuando los beneficios netos generados por el proyecto en cada período son BN.

Por ejemplo, si la inversión fuese de \$2 000 y los beneficios netos anuales de \$ 400, el período de recuperación sería de:

$$\begin{aligned} PR &= \frac{2\,000}{400} \\ &= 5 \end{aligned}$$

Es decir, en 5 años se recupera la inversión nominal.

Si el flujo neto difiriera entre períodos, el cálculo se realiza determinando por suma acumulada el número de períodos que se requiere para recuperar la inversión.

Suponiendo una inversión de \$ 3 000 y flujos que se muestran en la siguiente tabla, se obtendría:

AÑO	FLUJO ANUAL	FLUJO ACUMULADO
1	500	500
2	700	1 200
3	800	2 000
4	1 000	<u>3 000</u>
5	1 200	
6	1 600	

En este ejemplo, la inversión se recupera al término del cuarto año.

La ventaja de la simplicidad de cálculo no logra contrarrestar los peligros de sus desventajas. Entre éstas cabe mencionar que ignora las ganancias posteriores al período de recuperación, subordinando la aceptación a un factor de liquidez más que de rentabilidad. Tampoco considera el valor tiempo del dinero, al asignar igual importancia a los fondos generados el primer año con los del año n.

Lo anterior se puede solucionar descontando los flujos a la tasa de descuento y calculando la suma acumulada de los beneficios netos actualizados al momento cero.

En el ejemplo anterior se tendría, descontando los flujos a la tasa del 10% anual, lo siguiente:

AÑO	FLUJO ANUAL	FLUJO ACTUALIZADO	FLUJO ACUMULADO
1	500	454.54	454.54
2	700	578.48	1 033.02
3	800	601.04	1 634.06
4	1 000	683.00	2 317.06
5	1 200	745.08	<u>3 062.14</u>
6	1 600		

Esto indica que la inversión se recuperaría en un plazo cercano a 5 años.

Sin embargo, si los flujos de caja futuros fuesen constantes, el período de recuperación se calcularía fácilmente determinando el valor de n en la tabla 4.

Si una inversión inicial de \$ 2 673 genera beneficios netos de \$ 1 000 durante 10 años y la tasa de descuento es de 6%, el valor de n corresponde a:

$$i = 6\%$$

$$T^n_4 = \frac{2\,673}{1\,000} = 2.673$$

Al buscar en la tabla 4, se encuentra que en la columna del 6%, el factor 2.6730 está en la fila de $n = 3$. O sea, la recuperación del capital es en 3 años.

Otro criterio comúnmente utilizado es el de la tasa de retorno contable, que define una rentabilidad anual esperada sobre la base de la siguiente expresión:

$$TRC = \frac{BN}{I_0}, \quad (17.26)$$

donde la tasa de retorno contable, TRC, es una razón porcentual entre la utilidad esperada de un período y la inversión inicial requerida.

Con las cifras del ejemplo utilizado en la explicación del período de recuperación, puede determinarse la tasa de retorno contable como sigue:

$$\begin{aligned} TRC &= \frac{400}{2\,000} \\ &= 0.20 \end{aligned}$$

Como puede apreciarse, este criterio es el inverso del período de recuperación y, por lo tanto, sus desventajas son similares.

Ciertas modificaciones a este criterio, como la de definir una utilidad contable en lugar del flujo de caja, sólo han incrementado sus deficiencias.

Cuando se evalúa un proyecto individual, la tasa interna de retorno, como se señaló, constituye una medida adecuada de decisión. El siguiente planteamiento demuestra el grado de error que conlleva la tasa de retorno contable y el período de recuperación de la inversión. Para ello se trabajará sobre la base de flujos uniformes en el tiempo.

La TIR, como se ha visto, se obtiene de calcular el r en la siguiente ecuación:

$$I_0 = \frac{BN_1}{1+r} + \frac{BN_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{BN_n}{(1+r)^n}, \quad (17.27)$$

que puede expresarse como:

$$I_0 = \frac{BN}{1+r} \left[1 + \frac{1}{1+r} + \frac{1}{(1+r)^2} + \dots + \frac{1}{(1+r)^{n-1}} \right] \quad (17.28)$$

Luego, la TIR es:

$$r = \frac{BN}{I_0} - \frac{BN}{I_0} \left[\frac{1}{1+r} \right]^n \quad (17.29)$$

¹⁰ Esto se demuestra de la manera siguiente:

$$\text{Sea} \quad S = 1 + \frac{1}{(1+r)} + \frac{1}{(1+r)^2} + \dots + \frac{1}{(1+r)^{n-1}}$$

y

$$X = \frac{1}{(1+r)}$$

Luego,

$$S = 1 + X + X^2 + \dots + X^{n-1}$$

Por lo que

$$SX = X + X^2 + X^3 + \dots + X^n$$

Entonces

$$S - SX = 1 - X^n,$$

ó

$$S(1 - X) = 1 - X^n.$$

En consecuencia,

$$\begin{aligned} S &= \frac{1 - X^n}{1 - X} = \frac{1 - \frac{1}{(1+r)^n}}{1 - \frac{1}{1+r}} = \frac{\frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n}}{\frac{(1+r) - 1}{1+r}} \\ &= \frac{\left[(1+r)^n - 1 \right] (1+r)}{(1+r)^n r} = \frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^{n-1} r}. \end{aligned}$$

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} I_0 &= \frac{BN}{1+r} \times \frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^{n-1} r} \\ &= \frac{BN \left[(1+r)^n - 1 \right]}{(1+r)^n r}. \end{aligned}$$

Luego,

$$r = \frac{BN \left[(1+r)^n - 1 \right]}{I_0 (1+r)^n} = \frac{BN}{I_0} - \frac{BN}{I_0} \left[\frac{1}{1+r} \right]^n.$$

Los autores agradecen a Víctor García Ossa su aporte a esta explicación.

Puesto que se definió la tasa de retorno contable como la división de BN entre I_0 , puede reemplazarse en la ecuación anterior, de tal forma que:

$$r = TRC - TRC \left[\frac{1}{1+r} \right]^n \tag{17.30}$$

Despejando TRC, se obtiene:

$$TRC = \frac{r}{1 - \left[\frac{1}{1+r} \right]^n} \tag{17.31}$$

Luego, si la TIR es 10% y los períodos de evaluación fuesen 10, la tasa de retorno contable sería:

$$TRC = \frac{0,10}{1 - \left[\frac{1}{1+0,10} \right]^{10}} = 0,163$$

Como $r = 10$, la TRC sobrestima la rentabilidad del proyecto en 0.063 (6.3%)¹¹. Calculando esta variabilidad para distintos valores de la TIR y del n, se obtiene el Cuadro 17.5, que indica puntos porcentuales de desviación de la tasa de retorno contable sobre la tasa interna de retorno. En todos los casos considerados en este cuadro existe una sobrestimación en la evaluación del proyecto basado en los criterios de período de recuperación o tasa de retorno contable.

Cuadro 17.5. Puntos porcentuales de desviación de la tasa de retorno sobre la TIR

n	TIR			
	2%	5%	10%	20%
5	+ 48.8	+ 18.1	+ 8.0	+ 3.0
10	+ 47.6	+ 16.4	+ 6.3	+ 1.8
20	+ 45.4	+ 13.4	+ 3.9	+ 0.7
40	+ 41.7	+ 9.1	+ 0.9	+ —

¹¹ Nótese que la variación de 6.3% absoluto equivale en realidad al 63% de error sobre la TIR del 10%.

Un tercer criterio tradicionalmente utilizado en la evaluación de proyectos es la razón beneficio-costos. Cuando se aplica considerando flujos no descontados de caja, lleva a los mismos problemas ya indicados respecto al valor tiempo del dinero. Estas mismas limitaciones han inducido a utilizar factores descontados. Para ello simplemente se aplica la expresión siguiente:

$$RBC = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} + I_0}, \quad (17.32)$$

que no es otra cosa que una variación de la fórmula 17.18 para calcular el VAN, en la cual se restaba el denominador al numerador de la ecuación 17.32.

Una forma diferente de presentar este indicador es:

$$\frac{\sum_{t=0}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{E_t}{(1+i)^t}} \quad (17.33)$$

Y = Ingresos

E = Egresos (incluida I)

Esta interpretación es más lógica con respecto de los beneficios (ingresos) y costos (egresos con I incluida).

Es fácil apreciar que ambas fórmulas proporcionan igual información. Cuando el VAN es cero (ambos términos de la resta son idénticos) la RBC es igual a 1. Si el VAN es superior a cero, la RBC será mayor que 1.

Las deficiencias de este método respecto al VAN se refieren a que entrega un índice de relación, en lugar de un valor concreto; requiere de mayores cálculos, al hacer necesarias dos actualizaciones en vez de una, y se debe calcular una razón, en lugar de efectuar una simple resta.

Un criterio distinto de evaluación es aquél que determina la capacidad de pago de los préstamos que financian la inversión del proyecto. Para ello es preciso definir una tabla de desarrollo que explique los montos de crédito requeridos, los intereses pagados y su amortización.

En muchas ocasiones se opta por convenir una cuota constante para el servicio de la deuda. Independientemente de la forma que asuma el programa de pagos, con fines de evaluación se supone que la deuda se sirve en función de los excedentes del flujo de caja del proyecto. Para esto se elabora una tabla de desarrollo que determina la capacidad de pago de los intereses y amortizaciones en función de los superávits del flujo de caja.

Para ejemplificar este criterio, supóngase un proyecto que presenta el siguiente flujo de caja mensual (expresado en miles de pesos)¹²:

¹² Tomado de UNIVERSIDAD DE CHILE, DPTO. DE ADMINISTRACION. *Estudio de factibilidad de la operación de la planta lechera de Concepción*. Santiago, 1983.

PRIMER AÑO DE OPERACION

Junio	\$ (2 640)
Julio	(9 052)
Agosto	(7 423)
Septiembre	(5 857)
Octubre	(2 936)
Noviembre	3 215
Diciembre	3 173
Enero	2 430
Febrero	2 430
Marzo	2 430
Abril	2 639
Mayo	2 695

SEGUNDO AÑO Y SIGUIENTES

Junio	\$ 2 939
Julio	4 474
Agosto	3 030
Septiembre	2 430
Octubre	2 430
Noviembre	2 430
Diciembre	2 430
Enero	2 430
Febrero	2 430
Marzo	2 430
Abril	2 430
Mayo	3 639

Para cubrir los déficits de los primeros 5 meses se supone la obtención de préstamos por los siguientes montos mensuales, a una tasa real del 0.95% mensual:

Junio	\$ 2 640
Julio	10 000
Agosto	8 000
Septiembre	6 000
Octubre	1 500

De esta forma, todos los períodos registrarán superávit, ya que los saldos acumulados así lo permiten. Se supone que el préstamo se recibe al principio de cada mes. La tabla de desarrollo, de acuerdo con las condiciones planteadas, quedaría como lo muestra el Cuadro 17.6.

La tabla indica en la columna "Préstamo" el crédito recibido al principio de cada uno de los meses que se señalan. La columna "Saldo inicial" muestra el estado del crédito al inicio de cada mes. Así, puesto que en el primer mes no se está en condiciones de pagar intereses, el mes de julio tiene un saldo inicial igual a \$ 12 665 080, que corresponde a los \$ 2 640 000 percibidos en junio, más los intereses no pagados por \$ 25 080 y más los \$ 10 000 000 que se perciben en julio. En noviembre, de acuerdo con el flujo de caja, se está en condiciones de pagar \$ 3 215 000. Puesto que los intereses del mes (que corresponden al saldo inicial que incluye los intereses capitalizados), ascienden a \$ 275 620, el saldo queda disponible para amortizar la deuda, esto es, \$ 2 939 380 que se deducen de los \$ 29 012 220 iniciales. En septiembre del segundo año se pagan intereses y amortizaciones por \$ 158 690, con lo cual se cancela la deuda, y queda un excedente de \$ 2 871 310.

Este criterio se utiliza principalmente para determinar el período de pago de los préstamos y es muy utilizado por las instituciones financieras en la evaluación de los créditos a proyectos.

17.8 Efectos de la inflación en la evaluación del proyecto

Del análisis realizado al inicio del presente capítulo se puede deducir que una inversión es el sacrificio de un consumo actual por otro mayor que se espera en

Cuadro 17.6. Tabla de desarrollo de pagos de crédito para nuevas inversiones y capital de trabajo. (En miles)

MES	PRESTAMO	SALDO INICIAL	INTERESES	AMORTIZACION	CUOTA	SALDO FINAL
Junio	2 640	2 640.00	25.08	0	0	2 665.08
Julio	10 000	12 665.08	120.32	0	0	12 785.40
Agosto	8 000	20 785.40	197.46	0	0	20 982.86
Septiembre	6 000	26 982.86	256.34	0	0	27 239.20
Octubre	1 500	28 739.20	273.02	0	0	29 012.22
Noviembre		29 012.22	275.62	2 939.38	3 215.00	26 072.84
Diciembre		26 072.84	247.69	2 925.31	3 173.00	23 147.53
Enero		23 147.53	219.90	2 210.10	2 430.00	20 937.43
Febrero		20 937.43	198.91	2 231.09	2 430.00	18 706.34
Marzo		18 706.34	177.71	2 252.29	2 430.00	16 454.05
Abril		16 454.05	156.31	3 482.69	2 639.00	12 971.36
Mayo		12 971.06	123.23	2 571.77	2 695.00	10 399.59
Junio		10 399.59	98.80	2 840.20	2 939.00	7 559.39
Julio		7 559.39	71.81	4 402.19	4 474.00	3 157.20
Agosto		3 157.20	29.99	3 000.01	3 030.00	157.20
Septiembre		157.20	1.49	157.20	158.69	0

el futuro. Al ser esto así, lo que debe ser relevante en la evaluación de un proyecto son los flujos reales, en lugar de sus valores nominales. En economías con inflación, en consecuencia, los flujos nominales deberán convertirse a moneda constante, de manera tal que toda la información se exprese en términos de poder adquisitivo del período cero del proyecto, suponiendo que éste representa el período en que se evaluará económicamente.

La incorporación de la inflación como factor adicional a la evaluación de proyectos supone procedimientos similares, cualquiera sea el criterio utilizado. Dicho procedimiento implica que tanto la inversión inicial como el flujo de caja y la tasa de descuento deben ser homogéneos entre sí. Es decir, deben estar expresados en moneda constante de igual poder adquisitivo. Para ello, lo más simple es trabajar con los precios vigentes al momento de la evaluación. En este caso, la expresión 17.19 se aplica directamente.

Si los flujos tuvieran incorporada la expectativa de la inflación, tanto en sus ingresos como egresos, el VAN se calculará de la siguiente forma:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{[(1+i)(1+\phi)]^t} - I_0, \quad (17.34)$$

donde $(1 + \phi)$ representa el factor de descuento de los flujos por el efecto de la inflación (ϕ).

Sin embargo, para que la fórmula 17.34 se pueda utilizar correctamente, debe existir la condición de que toda la inversión inicial tenga el carácter de no monetaria¹³. Pero son muchos los proyectos que requieren de una inversión significativa en activos monetarios. Por ejemplo, aquellas inversiones en capital de trabajo como efectivo o cuentas por cobrar que ven disminuido el poder adquisitivo de la inversión por efectos de la inflación. Cuando la inversión inicial está compuesta, parcial o totalmente, por elementos monetarios, en cada período posterior a la evaluación habrá una pérdida de valor por inflación, que deberá descontarse de los flujos de efectivo en los períodos correspondientes.

Si la inversión inicial estuviera en moneda constante, pero tuviera un componente parcial de activos monetarios, y estando el flujo de caja también en moneda constante, el VAN del proyecto resulta de la siguiente formulación:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t - \left[\frac{I_0^m}{(1+\phi)^t} \right] \times \phi}{(1+i)^t} - I_0, \quad (17.35)$$

¹³ No monetarios son aquellos bienes reales que no modifican su valor real en épocas de inflación (inventarios, equipos, deuda en moneda extranjera), mientras que monetarios son aquellos que sí se modifican (efectivo en caja, cuentas por cobrar o pagar en moneda nacional).

donde el factor

$$\frac{I_0^m}{(1 + \phi)^t} \times \phi$$

representa la pérdida por inflación que afecta a la parte de la inversión inicial que tiene un carácter monetario (I_0^m).

Al descontar esta pérdida por inflación, el numerador de la sumatoria queda expresado en moneda real del período cero, con lo cual la evaluación se realiza sobre bases más exactas.

Nótese que para calcular el TIR en estas condiciones el procedimiento es idéntico. Bastará con hacer el VAN igual a cero en la ecuación 17.35 y buscar la tasa r (i , en la ecuación) que haga factible ese resultado.

Si se considera, por otra parte, la posibilidad de endeudamiento para financiar la inversión inicial, parcial o totalmente, surgen dos efectos complementarios similares. Primero, teniendo el endeudamiento una tasa de interés fija por período, el monto real que hay que pagar por este concepto se abarata en presencia de inflación. Segundo, al amortizarse el préstamo en un período futuro, también se genera una ganancia por inflación derivada del pago diferido de una cantidad fija.

No interesa analizar aquí si el prestatario ha recargado a la tasa de interés cobrada un factor adicional por sus propias expectativas de una tasa de inflación. Lo que realmente interesa es corregir los flujos de caja del proyecto, de manera que expresen la situación real esperada.

Para aclarar estos conceptos, supóngase la existencia de un proyecto que ofrece el siguiente flujo de caja:

PERIODO	FLUJO NETO
0	-1 000
1	200
2	400
3	700

Si el 20% de la inversión del año cero fuera financiada con un préstamo amortizable a fines del tercer año en una sola cuota, si la tasa de interés es del 15% cancelable anualmente y si la inflación esperada fuese del 10% anual, se tendría un flujo por el financiamiento como el que muestra el Cuadro 17.7.

Cuadro 17.7. Flujo por financiamiento

PERIODO	INTERESES	AMORTIZACION	PRESTAMO	FLUJO TOTAL
0	-	-	200	200
1	-30	-	-	-30
2	-30	-	-	-30
3	-30	-200	-	-230

Como se mencionó, el desembolso de los intereses y la amortización generan una ganancia por inflación que se calcula aplicando al flujo un factor de descuento por inflación, de manera que:

$$200 + \frac{-30}{(1 + 0.10)} + \frac{-30}{(1 + 0.10)^2} + \frac{-230}{(1 + 0.10)^3}$$

con lo que se tiene:

$$200 - 27.07 - 24.79 - 172.80$$

Combinando el flujo del proyecto con el flujo del financiamiento resulta:

PERIODO	FLUJO DEL PROYECTO	FLUJO DEL FINANCIAMIENTO	FLUJO NETO ¹⁴
0	-1 000	200.00	-800.00
1	200	-27.07	172.93
2	400	-24.79	375.21
3	700	-172.80	527.20

Generalizando este último caso, puede plantearse la siguiente ecuación:

$$\sum_{t=1}^n \frac{BN_t - \left[\frac{jI_0^P}{(1 + \phi)^t} + \frac{I_0^P}{(1 + \phi)^n} \right]}{(1 + i)^t} - (I_0 - I_0^P); \quad (17.36)$$

donde j representa la tasa de interés del préstamo e I_0^P el monto de la inversión financiada con préstamo. En el caso que hubieran devoluciones parciales del préstamo, deberá cambiarse la potencia n por t en el factor que la actualiza.

Obviamente, es posible combinar las variables de financiamiento y de inversión en activos monetarios. Para ello, bastaría reemplazar el BN_t de la ecuación 17.36 por todo el numerador de la sumatoria de la ecuación 17.35. Igual a como se señaló anteriormente, la TIR en este caso se calcula haciendo el VAN igual a cero y determinando la tasa r correspondiente.

También es posible agregar las expectativas de inflación de los inversionistas que aportan capital propio. Sin embargo, puesto que su inclusión se efectúa modificando la tasa de descuento, se dejará este análisis para el capítulo siguiente,

¹⁴ El VAN de este flujo necesariamente será mayor que el del proyecto original, puesto que éste incorpora el efecto de la inflación por pagos diferidos de la amortización y de un interés anual constante, que generan ganancia por inflación. En el caso general, deberá compararse las ganancias por el capital y las pérdidas por los intereses.

donde se trata en detalle la determinación de la tasa de descuento pertinente para el proyecto.

Por otra parte, si se evalúa en función de la tasa interna de retorno, surgen consideraciones que llevan a tratar los conceptos de tasas nominal y real de interés. Esto, porque con inflación la TIR no se constituye en una medida real de la rentabilidad de un proyecto.

Recordando la ecuación para calcular la TIR, se tiene:

$$\sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0.$$

En este caso, se define r como la tasa nominal del proyecto. Es nominal, porque no ha sido corregida respecto al efecto de inflación. En presencia de ésta, puede modificarse la expresión anterior, separando el factor inflación del factor rendimiento. En este caso, se tiene:

$$\sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+R)^t (1+\phi)^t} - I_0 = 0, \quad (17.37)$$

donde R es la tasa de rentabilidad real del proyecto y $(1+r)^t = (1+R)^t (1+\phi)^t$.

Luego, basta despejar R de la ecuación 17.37 para obtener la tasa real.

Esto es:

$$R = \frac{r - \phi}{1 + \phi}. \quad (17.38)$$

Puesto que el objeto de la TIR es ser comparada con una tasa de corte, se presenta como alternativa la de calcular la tasa nominal y compararla con una tasa de corte incrementada por el factor inflación.

De igual forma como se trató el financiamiento pueden, y deben, incluirse en el modelo todas aquellas variables que impliquen pérdidas o ganancias por inflación.

17.9 Racionamiento de capital

Las restricciones de recursos, la indivisibilidad de los proyectos y la interdependencia entre alternativas de inversión son tres problemas fundamentales en las decisiones de inversión.

Los criterios analizados en páginas anteriores, VAN y TIR, no conducen a una misma priorización de proyectos competitivos, ya que suponen diferentes tasas de reinversión de los flujos de caja proyectado. Por ejemplo, considérense los siguientes flujos de caja de tres proyectos alternativos de inversión.

AÑO	A	B	C
0	(40 900)	(86 800)	(115 000)
1	20 000	42 000	30 300
2	16 000	30 000	30 300
3	12 000	28 000	30 300
4	10 000	25 000	30 300
5	—	—	70 000
VAN (15%)	2 197	5 110	6 308
TIR	18.0%	18.2%	17.0%
RBC	1.05	1.06	1.05

De acuerdo con estos resultados, los proyectos pueden ordenarse de la siguiente forma:

ESCALAFON	VAN	TIR	RBC
1	C	B	B
2	B	A	A y C
3	A	C	

Si se considera que la regla de decisión normal para la selección de proyectos indica que éstos deben aceptarse secuencialmente de acuerdo con el ordenamiento dado, hasta que los recursos disponibles se agoten, podrá comprenderse la limitación de la información para la toma de decisiones.

La indivisibilidad de los proyectos no permite soluciones fraccionales entre proyectos. Por tal motivo, se seleccionará aquel conjunto de proyectos que maximice la suma de sus valores actuales netos. En algunas ocasiones, deberá reemplazarse un proyecto más rentable por otros menos rentables que en conjunto den una mayor rentabilidad al inversionista.

La interdependencia se refiere a la relación que existe entre los proyectos que se investigan. En algunos casos, las alternativas serán mutuamente excluyentes, es decir, la elección de un proyecto hace que necesariamente otros sean rechazados, aun cuando individualmente presenten resultados positivos. En este caso, no es el racionamiento de capital el que excluye una alternativa. La exclusión se origina en una restricción técnica al problema definido. En otros casos, las alternativas serán mutuamente dependientes, es decir, un proyecto no puede implementarse sin el otro.

17.10 Resumen

En este capítulo se presentaron los principales criterios utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Frente a las limitaciones de los métodos que no consideran el valor tiempo del dinero, se presentan dos alternativas de evaluación: el valor actual neto y la tasa interna de retorno. Si bien ambas tienen ventajas sobre aquéllos, el VAN es en todos los casos superior a la TIR. Quizás a favor de la TIR

sólo se pueda plantear, en esta comparación, la mayor facilidad de comprensión de los ejecutivos, que ven en una tasa de rentabilidad una unidad de medida menos compleja que una cantidad de dinero neta expresada en términos actualizados. Las fuertes limitaciones tratadas en este capítulo la hacen, sin embargo, no recomendable para la decisión. La posibilidad de tasas múltiples y el suponer que los beneficios netos generados son reinvertidos a la misma tasa interna de retorno del proyecto son las principales deficiencias del método, que pueden conducir a decisiones de inversión equivocadas.

Un objetivo especial de este capítulo pretendía dejar de manifiesto la importancia de incluir el análisis de los efectos de la inflación en la evaluación del proyecto. La evaluación, para que tenga sentido de ser, debe tener un carácter lo más realista posible. Sólo así podrá compararse el sacrificio de consumo presente con los mayores ingresos futuros esperados. En consecuencia, será preciso incorporar las ganancias y pérdidas por inflación que se generan sobre los flujos de caja. Si bien se recomienda trabajar con ingresos y egresos expresados en moneda constante, para obviar el problema de inflación en los montos, no puede desconocerse la posibilidad bastante real de la existencia de activos monetarios en la inversión inicial o de una fuente de financiamiento con capital ajeno a tasas de interés nominales constantes que afectarán la valoración real de los flujos de caja del proyecto.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. Cuando se utilizan los métodos basados en los flujos de caja descontados para evaluar proyectos, se llega al mismo resultado actualizando los flujos de caja al período cero, capitalizándolos al período n y también si se llevan todos los flujos de caja a un período intermedio. Analice.
2. ¿En qué se diferencia la tasa de descuento utilizada para calcular el VAN de la tasa calculada para definir la TIR? ¿Cómo influyen estas tasas en la diferencia de la jerarquización de proyectos que puede ocurrir entre los resultados del uso de ambos criterios?
3. Un proyecto cuyo VAN sea cero no debe aceptarse porque no genera incremento de valor a la empresa. Comente.
4. ¿En qué casos recomendaría usar los criterios del período de recuperación de la inversión y de la tasa de retorno contable?
5. Al evaluar un proyecto, los efectos de la inflación pueden considerarse de diferentes formas que se excluyen entre sí. Explique.
6. Una persona solicita un préstamo de \$ 8 000 pagaderos en una sola cuota, dentro de 3 años. Si el interés cobrado por el banco es de un 6% anual, ¿cuánto deberá cancelarse al término del tercer año?
7. En relación con el problema anterior, si los intereses se hubieran pagado al término de cada año, ¿cuánto tendrá que pagar al cabo de tres años?
8. Una persona que deposita cada 6 meses \$ 1 000 en un banco que da un interés del 5% semestral, ¿cuánto tendrá después de 15 años de ahorro?
9. ¿Cuánto necesitará depositar mensualmente una persona que desea tener \$ 12 000 dentro de 8 meses si el primer depósito lo hace hoy y el banco le da un interés del 2% mensual?
10. Si una persona que le adeuda \$ 10 000, le plantea el día del vencimiento de la deuda que no tiene el dinero y que sólo le puede pagar en 5 cuotas iguales a partir del próximo

mes, ¿cuánto deberá cobrarle cada mes si usted decide cobrarle un interés del 5% mensual?

11. El día del décimo cumpleaños de su hijo, un hombre decide empezar a ahorrar para que cuando su hijo cumpla 18, 19, 20 y 21 años pueda darle \$ 2 000 en cada oportunidad. Si los ahorros serán en cuotas anuales iguales a partir del próximo año y hasta que su hijo cumpla 18 años, ¿cuánto deberá ahorrar anualmente si el banco le ofrece un interés del 7% anual?
12. Un hombre desea empezar a ahorrar para que dentro de 20 años se pueda jubilar y vivir de lo ahorrado. Si puede depositar a un interés anual del 5%, ¿cuánto deberá ahorrar anualmente para poder retirar una pensión de \$ 5 000 cada año durante 20 años a partir de su jubilación?
13. Calcule la VAN y la TIR del siguiente flujo y explique los resultados hallados:

0	1	2	3	4	5
(8 000)	(1 600)	(0.88)	4 000	5 000	6 000

Considere una tasa de descuento del 12%.

14. Aprovechando el escaso tiempo libre que le permiten sus estudios, usted le hizo un análisis de factibilidad a su tío para determinar la viabilidad de ampliar su negocio. Tres meses después de haberle entregado su informe, cuando ya había prácticamente olvidado el asunto, en una reunión familiar se le acerca su tío y le pregunta: "Sobrino, ¿cuánto me dijiste tendría que invertir en la ampliación del negocio?". Usted no quiere quedar mal, trata de recordar. Pero es inútil. Después de 15 minutos sólo recordó que el VAN era de \$ 300 000 y que los costos actualizados, sin incluir la inversión inicial, eran de \$ 200 000. También pudo acordarse de que la razón beneficio-costos (incluyendo la inversión) descontada le había dado 2. ¿Podrá con estos antecedentes dar la respuesta solicitada? ¿Qué información adicional requeriría si los antecedentes disponibles no fuesen suficientes?
15. Un comprador desea adquirir una caja registradora digital que tiene un costo de \$ 100 000 y que en el comercio se vende con un 20% al contado y cuatro cuotas de \$ 22 456. Si este comprador tiene \$ 20 000 disponibles y la posibilidad de pedir un préstamo al 5% de interés mensual, ¿qué le conviene hacer?
16. El estudio de mercado de un proyecto de producción y venta de un nuevo jabón de afeitar determinó que en el primer año de operación podría dominarse el 25% del mercado nacional, el 30% el segundo año y el 35% constante a partir del tercer año. El mercado nacional alcanza a 6.000.000 de unidades en el año. La utilidad de cada unidad vendida, antes de impuesto, se estima en \$ 20; la inversión total se estima en \$ 150 000 000, y los costos de operación son de \$ 15 000 000 anuales. La vida útil del proyecto se estimó en 10 años y no tendrá valor residual a su término. Si la tasa de descuento es del 8% anual y la tasa de impuestos del 40%, ¿cuál es la rentabilidad del proyecto?
17. Una persona estudia la posibilidad de invertir \$ 15 000 en un proyecto que alcanza 10 flujos iguales de beneficios netos de \$ 3 000 cada año. Si el costo del capital invertido es de un 8% anual, determine el valor actual neto, la tasa interna de retorno y el índice de rentabilidad sin descontar los flujos y descontando los mismos.
18. ¿Cuál es la cantidad máxima que una persona estaría dispuesta a invertir en un negocio del cual se espera poder recibir 7 cuotas anuales iguales de \$ 3 000, si puede conseguir recursos al 5% anual?
19. En una empresa en funcionamiento se estima que una inversión de \$ 100 000 en un nuevo horno, permitirá ahorros de costos de combustibles por \$ 80 000 durante 5 años. Determine si conviene o no la inversión a través del cálculo de la tasa interna de retorno, si sabe que la tasa de descuento es de un 25%.

CASO: COMPAÑIA SARTOX

La Compañía SARTOX es una empresa manufacturera de tamaño mediano con operaciones de nivel nacional que ha tenido un crecimiento no esperado en los últimos años.

La compañía se fundó 20 años antes y aunque la tecnología del proceso productivo se desarrolló en forma importante en la industria, el reemplazo de equipos y nuevas inversiones de capital no habían sido ni oportunos ni, en muchos casos, afortunados.

El Sr. Barish, que había asumido hacia poco tiempo la gerencia general de SARTOX, estaba empeñado en racionalizar las nuevas decisiones de inversión. Por ello, cuando se percató de que los niveles de actividad que permite la actual capacidad instalada podrían prontamente ser insuficientes para cubrir las expectativas de crecimiento de la demanda, encargó al señor Holden, gerente de finanzas, realizar un estudio de la factibilidad de una ampliación. Todas las gerencias debían dar prioridad a la preparación de la información que Holden pudiera requerir.

Tres semanas después de haber asumido la responsabilidad del estudio, Holden estaba reunido con el equipo de trabajo que había formado especialmente para ese fin entre sus subordinados.

La ampliación demanda una inversión en equipos de \$ 8000 000 y se aprovecharán espacios disponibles para operar. Se espera que esta inversión permita la generación de beneficios adicionales crecientes en el tiempo. Estimaciones de la propia gerencia financiera consideran la siguiente utilidad antes de impuestos, atribuible a esta inversión, para los 10 años de vida útil de equipo:

AÑO	UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS*
1	200 000
2	600 000
3	1 000 000
4	1 400 000
5	1 800 000
6	2 200 000
7	2 600 000
8	3 000 000
9	3 400 000
10	3 800 000

*Todos los valores están expresados en moneda constante.

El valor residual de la inversión al final de su vida útil es despreciable.

La empresa no tiene problemas en el abastecimiento de materias primas, por lo que no será necesario considerar una inversión adicional en inventarios. Sin embargo, las nuevas políticas implementadas respecto a clientes harán necesario inmovilizar \$ 2 000 000 en nuevas cuentas por cobrar por los nuevos clientes que se abastecerán con el proyecto.

La inversión se financiará en un 50% con un capital propio y un 50% con préstamo externo a una tasa de interés del 5% anual. Las condiciones del préstamo que enfrentaría la inversión exigen el pago de los intereses anualmente y la amortización de la deuda en 2 cuotas iguales. Una al finalizar el quinto año y la otra al término del décimo año.

La tasa de impuesto marginal para la empresa es del 50%. El método de depreciación es por línea recta. Su tasa de descuento es del 8%.

Estudios externos que había recibido Holden le hicieron aceptar que una tasa de inflación anual constante del 10% durante los próximos 10 años debía considerarse en la evaluación.

BIBLIOGRAFIA

- ALUJA, Gil. "Incidencia de la inflación en las inversiones de la empresa". *Alta dirección* (57): 91-103, 1974.
- ARCHER, S., CHOATE, G.M. y RACETTE, G. *Financial Management*. N.York: Wiley, 1979.
- BIERMAN, H. y SMIDT, S. *El presupuesto de bienes de capital*. México: Fondo de Cultura Económica, 1977.
- DE PABLO, Juan C. "Evaluación de proyectos e inflación", *Administración de empresas* (73): 27-32, 1976.
- HELPER, Erich A. *Técnicas de análisis financiero*. Madrid: Labor, 1975.
- LERNER, Eugene. *Managerial Finance*. N. York: Harcourt Brace, 1971.
- LEVY, H. y SARNAT, M. *Investment and Portfolio Analysis*. N.York: Wiley, 1972.
- LORIE H. y SAVAGE, L. "Three Problems in Rationing Capital". En *Foundation for Financial Management*. Homewood, Ill.: Irwin, 1966.
- MESSUTI, Domingo. "Las decisiones financieras y los cambios en el nivel general de precios", *Administración de empresas* (1): 27 - 45, 1970.
- NEWMAN, Donald. *Análisis económico en ingeniería*. México: McGraw-Hill, 1984.
- PEREZ-CARBALLO, Angel. "Impacto de la inflación en la evaluación de proyectos de inversión", *Alta dirección* (74): 43-58 y (75): 27-34, 1977.
- PHILIPPATOS, George C. *Financial Management Theory and Techniques*. San Francisco: Holden-Day, 1973.
- . *Fundamentos de administración financiera*. México: McGraw-Hill, 1979.
- PORTERFIELD, James T. *Decisiones de inversión y costos de capital*. México: Herrero Hnos., 1967.
- PRITCHARD, Roberte. *Operational Financial Management*. Englewood Cliffs, N. Jersey: Prentice-Hall, 1977.
- RAMIREZ, Octavio. "Presupuestación de capital bajo condiciones de inflación", *Temas administrativos* (32): 4-7, 1978.
- RENWICK, Fred. *Introduction to Investment and Finance*. Macmillan, 1971.
- SCHALL, L. y HALEY, Ch. *Administración financiera*. México: McGraw-Hill, 1983.
- SCHULTZ, R. G. y SCHULTZ, R.E. *Basic Financial Management*. Intext Educational Publishers, 1972.
- VAN HORNE, James. *Administración Financiera*. Buenos Aires: Ediciones Contabilidad Moderna, 1976.
- VISCIONE, Jerry A. *Financial Analysis Principles and Procedures*. Boston: Houghton Mifflin, 1977.
- WESTON, F. y BRIGHAM, E. *Finanzas en administración*. México: Interamericana, 1977.

CAPITULO 18

ANALISIS DE RIESGO

En el capítulo anterior se estudiaron los criterios para definir la conveniencia de una inversión basada en condiciones de certeza. Tal suposición, sin embargo, se adoptó sólo para presentar el estudio de los procedimientos optativos de evaluación de un proyecto.

El comportamiento único de los flujos de caja supuesto en el capítulo anterior es incierto, puesto que no es posible conocer con anticipación cuál de todos los hechos que pueden ocurrir y que tienen efecto en los flujos de caja ocurrirá efectivamente. Al no tener certeza sobre los flujos futuros de caja que ocasionará cada inversión, se está en una situación de incertidumbre. Cada proyecto tiene asociado cierto grado de riesgo que no puede excluirse de su evaluación, puesto que hará variar su nivel de aceptabilidad respectivo.

El objetivo de este capítulo es analizar el problema de la medición del riesgo en los proyectos y los distintos criterios de inclusión y análisis para su evaluación. No se incluye en este estudio el riesgo de la cartera, que, aunque es un tema de alto interés, escapa al objetivo de este texto.

18.1 El riesgo en los proyectos

El riesgo de un proyecto se define como la variabilidad de los flujos de caja reales respecto a los estimados. Mientras más grande sea esta variabilidad, mayor es el riesgo del proyecto. De esta forma, el riesgo se manifiesta en la variabilidad de los rendimientos del proyecto, puesto que se calculan sobre la proyección de los flujos de caja.

Hay dos conceptos importantes de diferenciar: riesgo e incertidumbre. El riesgo define una situación donde la información es de naturaleza aleatoria, en que se asocia una estrategia a un conjunto de resultados posibles, cada uno de los cuales tiene asignada una probabilidad. La incertidumbre caracteriza a una situación donde los posibles resultados de una estrategia no son conocidos y, en consecuencia, sus probabilidades de ocurrencia no son cuantificables. La incertidumbre, por lo tanto, puede ser una característica de información incompleta, de exceso de datos, o de información inexacta, sesgada o falsa.

La incertidumbre de un proyecto crece en el tiempo. El desarrollo del medio condicionará la ocurrencia de los hechos estimados en su formulación. La sola mención de las variables principales incluidas en la preparación de los flujos de caja deja de manifiesto el origen de la incertidumbre: el precio y calidad de las materias primas; el nivel tecnológico de producción; las escalas de remuneraciones; la evolución de los mercados; la solvencia de los proveedores; las variaciones de la demanda, tanto en cantidad, calidad como en precio; las políticas del gobierno respecto al comercio exterior (sustitución de importaciones, liberalización del comercio exterior), la productividad real de la operación, etcétera.

Una diferencia menos estricta entre riesgo e incertidumbre indentifica al riesgo como la dispersión de la distribución de probabilidades del elemento en estudio o los resultados calculados, mientras que la incertidumbre es el grado de falta de confianza respecto a que la distribución de probabilidades estimadas sea la correcta.

John R. Canada¹ señala y analiza ocho causas del riesgo e incertidumbre en los proyectos. Entre éstas cabe mencionar el número insuficiente de inversiones similares que puedan proporcionar información promediable; los prejuicios contenidos en los datos y su apreciación, que inducen efectos optimistas o pesimistas, dependiendo de la subjetividad del analista; los cambios en el medio económico externo que anulan la experiencia adquirida en el pasado, y la interpretación errónea de los datos o los errores en la aplicación de ellos.

Se han hecho muchos intentos para enfrentar la falta de certeza en las predicciones. Las "mejoras limitadas", que David B. Hertz² señalaba como "esfuerzos con éxito limitado que parecen no haber llegado a alcanzar la meta para hacer frente a la incertidumbre", se han superado por diversas técnicas y modelos cuya aplicación ha permitido una evaluación de proyectos, que, aun con las limitaciones propias de tener que trabajar sobre la base de predicciones futuras, logra incorporar la medición del factor riesgo.

¹ CANADA, John R. *Técnicas de análisis económico para administradores e ingenieros*. México: Diana, 1978, p. 223.

² Las mejoras limitadas a las que se refiere el autor citado son: a) pronósticos más exactos; b) ajustes empíricos; c) revisión de la tasa límite; d) estimaciones en tres niveles, y e) probabilidades seleccionadas. Véase HERTZ, David B. "Risk Analysis in Capital Investment", *Harvard Business Review* 42 (1): 95-106, 1964.

18.2 La medición del riesgo

Se definió el riesgo de un proyecto como la variabilidad de los flujos de caja reales respecto a los estimados. Ahora corresponde analizar las formas de medición de esa variabilidad como un elemento de cuantificación del riesgo de un proyecto.

La falta de certeza de las estimaciones del comportamiento futuro se pueden asociar normalmente a una distribución de probabilidades de los flujos de caja generados por el proyecto. Su representación gráfica permite visualizar la dispersión de los flujos de caja, asignando un riesgo mayor a aquellos proyectos cuya dispersión sea mayor. Existen, sin embargo, formas precisas de medición que manifiestan su importancia principalmente en la comparación de proyectos o entre alternativas de un mismo proyecto. La más común es la desviación estándar, que se calcula mediante la expresión

$$\sigma = \sqrt{\sum_{x=1}^n (A_x - \bar{A})^2 P_x}, \quad (18.1)$$

donde A_x es el flujo de caja de la posibilidad x , P_x es su probabilidad de ocurrencia y \bar{A} es el valor esperado de la distribución de probabilidades de los flujos de caja, que se obtienen de

$$\bar{A} = \sum_{x=1}^n A_x P_x. \quad (18.2)$$

Para ejemplificar la determinación del valor esperado y de la desviación estándar, supóngase la existencia de un proyecto que presente la siguiente distribución de probabilidades de sus flujos de caja estimados:

X	PROBABILIDAD P_x	FLUJO DE CAJA A_x
1	0.30	2 000
2	0.40	2 500
3	0.30	3 000

Aplicando la fórmula 18.2, se determina que el valor esperado de la distribución de probabilidades es de 2 500, que se obtiene de:

$$\begin{array}{rcl}
 P_x (A_x) & & \\
 0.30(2\ 000) & = & 600 \\
 0.40(2\ 500) & = & 1\ 000 \\
 0.30(3\ 000) & = & 900 \\
 \hline
 \bar{A} & = & 2\ 500
 \end{array}$$

Reemplazando con estos valores en la ecuación 18.1, se calcula la desviación estándar en \$ 387.30, que resulta de:

$A_x - \bar{A}$	$(A_x - \bar{A})$	$(A_x - \bar{A})^2$	$(A_x - \bar{A})^2 P_x$
2 000 - 2 500	-500	250 000	(250 000) 0.30 = 75 000
2 500 - 2 500	0	0	(0) 0.40 = 0
3 000 - 2 500	+500	250 000	(250 000) 0.30 = 75 000
			$\sigma^2 = 150\,000$
			$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{150\,000} = 387.30$

Si hubiera otra alternativa de inversión cuya desviación estándar fuese mayor que \$ 387.30, su riesgo sería mayor, puesto que estaría indicando una mayor dispersión de sus resultados. La desviación estándar, como se verá luego, se utiliza para determinar la probabilidad de ocurrencia de un hecho. No es adecuado utilizarla como única medida de riesgo, porque no discrimina en función del valor esperado. De esta forma, dos alternativas con valores esperados diferentes de sus retornos netos de fondos pueden tener desviaciones estándares iguales, requiriendo de una medición complementaria para identificar diferenciaciones en el riesgo.

El coeficiente de variación es, en este sentido, una unidad de medida de la dispersión relativa, que se calcula por la expresión

$$v = \frac{\sigma}{\bar{A}} \quad (18.3)$$

Aun cuando dos alternativas pudieran presentar desviaciones estándares iguales, si los valores esperados de sus flujos de caja son diferentes, este procedimiento indicará que mientras mayor sea el coeficiente de variación, mayor es el riesgo relativo.

18.3 Métodos para tratar el riesgo

Para incluir el efecto del factor riesgo en la evaluación de proyectos de inversión se han desarrollado diversos métodos o enfoques que no siempre conducen a un idéntico resultado. La información disponible es, una vez más, uno de los elementos determinantes en la elección de uno u otro método.

El criterio subjetivo es uno de los métodos más comúnmente utilizados. Se basa en consideraciones de carácter informal de quien toma la decisión, no incorporando específicamente el riesgo del proyecto, salvo en su apreciación personal. Se ha intentado mejorar este método sugiriendo que se considere la expectativa media y la desviación estándar del VAN, lo cual, aunque otorga un carácter más objetivo a la inclusión del riesgo, no logra incorporarlo en toda su magnitud. De igual forma, el análisis de fluctuaciones de los valores optimistas, más probables y pesimistas del rendimiento del proyecto, sólo disminuye el grado de subjetividad de la evaluación del riesgo, pero sin eliminarla.

Los métodos basados en mediciones estadísticas son quizás los que logran superar en mejor forma, aunque no definitivamente, el riesgo asociado a cada proyecto. Para ello, analizan la distribución de probabilidades de los flujos futuros

de caja para presentar a quien tome la decisión de aprobación o rechazo los valores probables de los rendimientos y de la dispersión de su distribución de probabilidad. En el apartado 18.4 se analiza este método para los casos de dependencia e independencia del flujo de caja respecto del tiempo.

Un método diferente de inclusión del riesgo en la evaluación es el del ajuste a la tasa de descuento. Con este método, el análisis se efectúa sólo sobre la tasa pertinente de descuento, sin entrar a ajustar o evaluar los flujos de caja del proyecto. Si bien este método presenta serias deficiencias, en términos prácticos es un procedimiento que permite solucionar las principales dificultades del riesgo. En la sección 18.5 se aborda nuevamente este tema.

Frente a las desventajas (que posteriormente se analizarán) respecto al método de ajuste a la tasa de descuento y con similares beneficios de orden práctico, está el método de la equivalencia a certidumbre. Según este criterio, quien decide está en condiciones de determinar su punto de indiferencia entre flujos de caja por percibir con certeza y otros, obviamente mayores, sujetos a riesgo. La sección 18.6. se destina a analizar este método.

Otro de los criterios que es preciso evaluar es el de los valores esperados. Este método, conocido comúnmente como análisis del árbol de decisiones, combina las probabilidades de ocurrencia de los resultados parciales y finales para calcular el valor esperado de su rendimiento. Aunque no incluye directamente la variabilidad de los flujos de caja del proyecto, ajusta los flujos al riesgo en función de la asignación de probabilidades. El apartado 18.7 se ocupa de este procedimiento.

El último método que se estudia en este texto es el análisis de sensibilidad, que si bien es una forma especial de considerar el riesgo, se analiza como caso particular en el capítulo 19, por la importancia práctica que ha adquirido. La aplicación de este criterio permite definir el efecto que tendrían sobre el resultado de la evaluación cambios en uno o más de los valores estimados en sus parámetros.

18.4 Dependencia e independencia de los flujos de caja en el tiempo

El análisis de riesgo en los proyectos de inversión se realiza de distinta forma según los flujos de caja en el tiempo, sean o no dependientes entre sí. Es decir, si el resultado de un período depende o no de lo que haya pasado en otro período anterior.

Cuando hay independencia entre las distribuciones de probabilidad de los flujos de caja futuros, el valor esperado del valor actual neto sería

$$VE(VAN) = \sum_{t=1}^n \frac{\bar{A}_t}{(1+i)^t} - I_0, \quad (18.4)$$

donde i es la tasa de descuento libre de riesgo. La desviación estándar de la distribución de probabilidades de este valor actual neto es³:

³ Respecto a la derivación de la fórmula, se puede consultar HILLIER, Frederick. "The Derivation of Probabilistic Information for Evaluation of Risky Investments", *Management Science*, vol. 9, p. 443-457.

$$\sigma = \sqrt{\sum_{t=0}^n \frac{\sigma_t^2}{(1+i)^{2t}}} \quad (18.5)$$

Incorporando en esta ecuación la expresión 18.1 resulta:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{t=1}^n \frac{\left[\sum_{x=1}^n (A_x - \bar{A})^2 P_x \right]^t}{(1+i)^{2t}}}, \quad (18.6)$$

que corresponde a la desviación estándar alrededor del valor esperado calculado por la expresión 18.4.

Además de la información proporcionada por las expresiones 18.4 y 18.6, es posible calcular la probabilidad de que el VAN sea superior o inferior a cierto monto de referencia. Para ello se resta el valor esperado del valor actual neto calculado en la expresión 18.4 de ese valor de referencia y se divide su resultado por la desviación estándar. Esto es:

$$z = \frac{X - VE(VAN)}{\sigma}, \quad (18.7)$$

donde z es la variable estandarizada o el número de desviaciones estándar de la media (valor esperado del VAN).

Para determinar la probabilidad de que el VAN del proyecto sea menor o igual que x , se acude a una tabla de distribución normal, que muestra el área de la distribución normal que es x desviaciones estándares hacia la izquierda o derecha de la media.

Para ilustrar la aplicación de estas fórmulas, supóngase la existencia de una propuesta de inversión que requiere en el momento cero de \$ 100 000. Los flujos de caja futuros se proyectan a tres períodos con las siguientes probabilidades de ocurrencia:

PERIODO 1		PERIODO 2		PERIODO 3	
PROBA-BILIDAD	FLUJO DE CAJA	PROBA-BILIDAD	FLUJO DE CAJA	PROBA-BILIDAD	FLUJO DE CAJA
0.30	40 000	0.30	30 000	0.30	20 000
0.40	50 000	0.40	40 000	0.40	30 000
0.30	60 000	0.30	50 000	0.30	40 000

Aplicando la expresión 18.2, se obtiene que los valores esperados de los flujos de caja para cada período son \$ 50 000, \$ 40 000 y \$ 30 000.

De acuerdo con la fórmula 18.4, el valor esperado del VAN es, para una tasa libre de riesgo del 6%, de \$ 7 958.

Utilizando la fórmula 18.6, puede obtenerse la desviación estándar alrededor del valor esperado, de la siguiente forma:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{t=1}^n \frac{7\,746}{(1.06)^{2t}}} = 18\,490.$$

Se deja como una constante los 7 746, por cuanto la distribución de probabilidades de todos los períodos tiene la misma dispersión en relación con los valores esperados y, por lo tanto, sus desviaciones estándar son iguales.

Si se deseara calcular la probabilidad de que el VAN de este proyecto fuese igual o menor que cero, se utiliza la fórmula 18.7, con lo que se obtiene

$$z = \frac{0 - 7\,958}{18\,490} = -0.43$$

Recurriendo a una tabla de distribución normal, se obtiene que la probabilidad que se deseaba averiguar corresponde aproximadamente al 33%.

Hasta ahora se ha supuesto que los flujos de caja son independientes entre sí a lo largo del tiempo. Sin embargo, en la mayoría de los proyectos existe cierta dependencia entre los resultados de dos períodos. Es importante saber si existe o no dependencia entre los flujos, por las consecuencias que tienen sobre el análisis del riesgo. Si los flujos son dependientes, o sea, si están correlacionados a través del tiempo, la desviación estándar de la distribución de probabilidad de los valores actuales netos probables es mayor que si fueran independientes. A mayor correlación, mayor dispersión de la distribución de probabilidad.

Los flujos de caja estarán perfectamente correlacionados si la desviación del flujo de caja de un período alrededor de la media de la distribución de probabilidades en ese período implica que en todos los períodos futuros el flujo de caja se desviará exactamente de igual manera.

La desviación estándar de los flujos de caja perfectamente correlacionados de un proyecto se calcula aplicando la siguiente expresión:

$$\sigma = \sum_{t=0}^n \frac{\sigma_t}{(1+i)^t} \quad (18.8)$$

Utilizando el mismo ejemplo anterior, se incorporan sus valores en esta fórmula, para calcular la siguiente desviación estándar:

$$\sigma = \sum_{t=1}^n \frac{7\,746}{(1.06)^t} = 20\,705.$$

Esto confirma que cuando los flujos de caja están perfectamente correlacionados, la desviación estándar y el riesgo son mayores que cuando existe independencia entre ellos.

Cuando los flujos de caja no se encuentran perfectamente correlacionados, es posible aplicar el modelo de correlación intermedia desarrollado por Frederick

Hillier⁴. En él se plantea que la desviación estándar para un flujo de caja que no está perfectamente correlacionado se encuentra en algún punto intermedio entre las dos desviaciones antes calculadas. El problema de su cálculo reside en que incorpora en un mismo modelo tanto flujos perfectamente correlacionados como independientes. La dificultad práctica más relevante es la necesidad de clasificar como independientes o perfectamente correlacionadas a las distintas variables del flujo de caja.

David Hertz⁵ propuso un modelo de simulación integral para calcular los resultados probables, así como su dispersión. Su modelo se basa en la definición de 9 factores principales del proyecto que influyen en el resultado de la evaluación: dimensión del mercado, precios de venta, tasa de crecimiento del mercado, participación en el mercado, inversión requerida, valor de recuperación de la inversión, costos operativos, costos fijos y vida útil de los equipos.

Para cada factor se estiman los valores probables que asumiría y se le asigna una probabilidad de ocurrencia a cada valor sólo como referencia. Sin calcular un valor esperado de cada factor se combinan al azar los 9 factores para valores probables cambiantes. Es decir, se calculan distintos rendimientos sobre la inversión simulando valores cambiantes para cada uno de los 9 factores.

Con los resultados observados mediante este procedimiento se elabora una tabla de frecuencia sobre la que se calcula el resultado probable y su dispersión o riesgo.

El modelo de simulación de Hertz es similar a uno de los criterios de análisis de sensibilidad que se desarrolla en el próximo capítulo. Sin embargo, el modelo se ampliará generalizándolo al uso de cualquier variable y para calcular no sólo la tasa media de rendimiento sobre la inversión, sino que cualquiera de los criterios de decisión analizados en el capítulo anterior.

18.5 El método del ajuste a la tasa de descuento

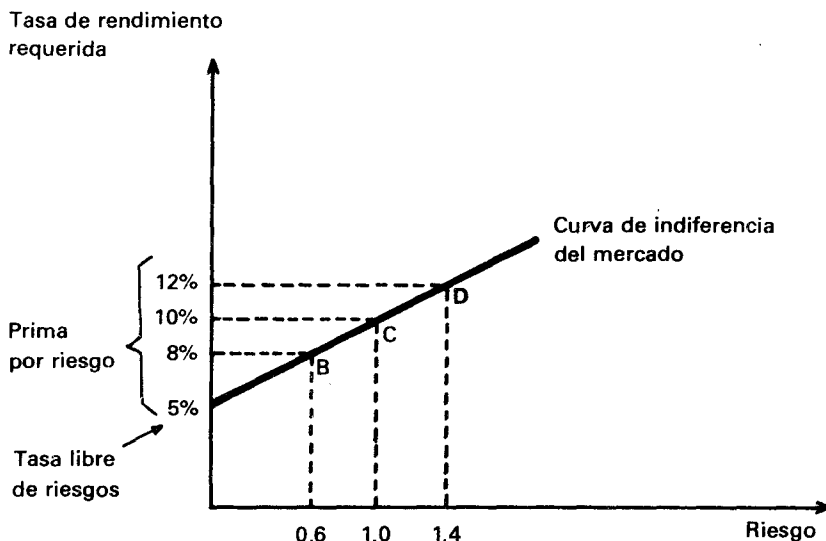
Una forma de ajustar los flujos de caja consiste en hacerlo mediante correcciones en la tasa de descuento. A mayor riesgo, mayor debe ser la tasa para castigar la rentabilidad del proyecto. De esta forma; un proyecto rentable evaluado en función de una tasa libre de riesgo puede resultar no rentable, si se descuenta a una tasa ajustada.

El principal problema de este método es determinar la tasa de descuento apropiada para cada proyecto. Al no considerar explícitamente información tan relevante como la distribución de probabilidades del flujo de caja proyectado, muchos autores definen este método como una aproximación imperfecta para incorporar el factor riesgo a los proyectos.

⁴HILLIER, *loc. cit.*

⁵HERTZ, David B. "La incertidumbre y el riesgo en la evaluación de proyectos de inversión", *Administración de empresas*, vol. 1, p. 139.

Gráfico 18.1.



Para ajustar adecuadamente la tasa de descuento, se define una curva de indiferencia del mercado cuya función relaciona el riesgo y los rendimientos con la tasa de descuento. La curva de indiferencia del mercado se ilustra en el Gráfico 18.1, cuyos ejes representan la tasa de rendimiento necesaria y el riesgo expresado en términos de un coeficiente de variación.

La curva de indiferencia del mercado graficada indica que los flujos de caja asociados a un evento sin riesgo se descuentan a una tasa libre de riesgo del 5%, que corresponde a una situación de certeza. Los puntos B, C y D indican que para coeficientes de variación de 0.6, 1.0 y 1.4 se precisan tasas de descuento de 8.10 y 12%, respectivamente. Al aumentar el riesgo de un proyecto se necesitan rendimientos mayores para que ameriten aprobarse.

De esta forma, el mayor grado de riesgo se compensa por una mayor tasa de descuento que tiende a castigar el proyecto. De acuerdo con esto, el cálculo del valor actual neto se efectúa mediante la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+f)^t} - I_0, \quad (18.9)$$

siendo BN_t los beneficios netos del período t y f la tasa de descuento ajustada por riesgo, que resulta de aplicar la siguiente expresión:

$$f = i + p, \quad (18.10)$$

donde i es la tasa libre de riesgo y p es la prima por riesgo que exige el inversionista para compensar una inversión con retornos inciertos.

La dificultad de este método reside en la determinación de la prima por riesgo. Al tener un carácter subjetivo, las preferencias personales harán diferir la tasa adicional por riesgo entre distintos inversionistas para un mismo proyecto.

18.6 El método de la equivalencia a certidumbre

La equivalencia a certidumbre es un procedimiento de alternativa al método de la tasa de descuento ajustada por riesgo. Según este método, el flujo de caja del proyecto debe ajustarse por un factor que represente un punto de indiferencia entre un flujo del que se tenga certeza y el valor esperado de un flujo sujeto a riesgo. Si se define este factor como α , se tiene que:

$$\alpha_t = \frac{BNC_t}{BNR_t}, \quad (18.11)$$

donde α_t es el factor de ajuste que se aplicará a los flujos de caja inciertos en el período t ; BNC_t representa el flujo de caja en el período t sobre el que se tiene certeza y BNR_t representa el flujo de caja incierto en el período t .

El factor del coeficiente α varía en forma inversamente proporcional al grado de riesgo. A mayor riesgo asociado, menor será el coeficiente α , cuyo valor estará entre cero y uno.

Weston y Brigham⁶ explican el concepto de equivalencia de certeza ejemplificando una situación en que debe optarse por una de dos alternativas: a) recibir \$ 1 000 000 si al tirar al aire una moneda perfecta resulta cara, sin obtener nada si sale sello y b) no tirar la moneda y recibir \$ 300 000. El valor esperado de la primera opción es \$ 500 000 ($0.5 \times 1\,000\,000 + 0.5 \times 0$). Si el jugador se muestra indiferente entre las dos alternativas, los \$ 300 000 son el equivalente de certeza de un rendimiento esperado de \$ 500 000 con riesgo. Al reemplazar mediante estos valores en la expresión 18.11, se tiene:

$$\frac{300\,000}{500\,000} = 0.6.$$

Al expresar todos los flujos de caja en su equivalencia de certeza, puede evaluarse el proyecto a través del VAN, actualizando estos flujos a la tasa libre de riesgo (i), mediante la siguiente expresión:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{\alpha_t BNR_t}{(1+i)^t} - I_0. \quad (18.12)$$

El índice t del coeficiente α indica que éste puede variar en un mismo proyecto a través del tiempo.

La aplicación de este método permite descontar los flujos sólo considerando el factor tiempo del uso del dinero, sin incorporar en la tasa de descuento el efecto

⁶ WESTON, F. y BRIGHAM, E. *Finanzas en administración*. México: Interamericana, 1977, p. 283.

del riesgo. Sin embargo, en la práctica resulta muy difícil la conversión al equivalente de certeza de los flujos de caja.

Robichek y Myers⁷ hacen un interesante análisis para demostrar que este método es superior al del ajuste a la tasa de descuento. Para ello suponen que la tasa de descuento ajustada por riesgo (f) y la tasa libre de riesgo (i) permanecen constantes. Si ambos métodos fueran correctos, el resultado de un ajuste a la tasa de descuento debería ser igual al ajuste a condiciones del equivalente a certeza. Para un período t cualquiera, se tendría:

$$\frac{\alpha_t \text{BNR}_t}{(1+i)^t} = \frac{\text{BNR}_t}{(1+f)^t}, \quad (18.13)$$

que no indica otra cosa que el valor actual de un flujo de caja ajustado a condiciones de certeza descontado a la tasa libre de riesgos es igual al valor actual de un flujo de caja descontado a una tasa ajustada por riesgo. De la ecuación anterior se deduce:

$$\alpha_t = \frac{\text{BNR}_t (1+i)^t}{\text{BNR}_t (1+f)^t} = \frac{(1+i)^t}{(1+f)^t}. \quad (18.14)$$

Si ambas tasas permanecen constantes y si f es mayor que i , puede demostrarse que α_t es mayor que α_{t+1} . O sea, al permanecer constante la tasa de descuento ajustada por riesgo, los coeficientes de conversión a condiciones de equivalente por certeza serían decrecientes y el riesgo crecería en el tiempo. De esta forma, el método de la tasa de descuento ajustada por riesgo supone que el riesgo aumenta por el tiempo *per se*. No puede afirmarse que existe riesgo por tiempo, pero sí que el riesgo puede ser mayor si los condicionantes del proyecto en el tiempo tienen un riesgo mayor. Van Horne⁸ ejemplifica el caso de una plantación forestal cuyo riesgo, más que aumentar, decrecería en el tiempo. De esto Van Horne concluye que "la presunción de un riesgo creciente no sería apropiada para este caso, y el proyecto de plantación sería penalizado si utilizáramos el método de tasa de descuento ajustada por riesgo. Con el método de conversión a condiciones equivalentes por certeza, la gerencia puede especificar directamente el grado de riesgo para cada período futuro en particular, y luego descontar el flujo de caja empleando la tasa que representa el valor tiempo del dinero".

Esta posición parece ser bastante razonable, puesto que permite ajustar el riesgo a cada período y no al proyecto en su conjunto, como sería al emplear la tasa de descuento. De esta forma, es posible considerar que el riesgo puede variar en el tiempo en función de que los factores condicionantes del proyecto en el tiempo tengan un riesgo con carácter variable.

⁷ ROBICHEK, A. y MYERS, S. "Conceptual Problems in the Use of Risk-Adjusted Discount Rates", *Journal of Finance*, diciembre 1966, p. 727-736.

⁸ VAN HORNE, James. *Administración financiera*. Buenos Aires: Ediciones Contabilidad Moderna, 1976, p. 169.

Un procedimiento distinto sugiere John Canađa⁹ para tratar la equivalencia por certeza, o método de expectativa y variaciones, como él lo denomina, consistente en determinar la variación de la expectativa relacionando el resultado previsto con la variación de ese resultado, mediante la expresión:

$$V = \mu - \alpha \sigma, \quad (18.15)$$

donde V es la variación de la expectativa, μ es la media o resultado monetario esperado, σ la desviación estándar de ese resultado y α el coeficiente del temor al riesgo.

La utilidad de este procedimiento se manifiesta en el proceso de comparación entre alternativas de inversión. Por ejemplo, si una alternativa A de inversión se asocia a un valor actual esperado de \$ 20 000 y su α es 0.6 cuando la desviación estándar es de \$ 4 000, se obtiene una variación de la expectativa de \$ 11 000, reemplazando con estos valores en la expresión anterior. Esto es:

$$V = 20\,000 - 0.6 (4\,000).$$

Si esta alternativa se comparase con otro cuyo valor actual esperado fuese de sólo \$ 16 000 y su α de 0.8 cuando la desviación estándar es de \$ 4 000, se obtendría una variación de la expectativa de \$ 11 800, resultante de:

$$V = 16\,000 - 0.8 (4\,000).$$

De acuerdo con esto, la segunda alternativa es superior a la primera.

18.7 Uso del árbol de decisión

El árbol de decisión es una técnica gráfica que permite representar y analizar una serie de decisiones futuras de carácter secuencial a través del tiempo.

Cada decisión se representa gráficamente por un cuadrado con un número dispuesto en una bifurcación del árbol de decisión. Cada rama que se origina en este punto representa una alternativa de acción. Además de los puntos de decisión, en este árbol se expresan, mediante círculos, los sucesos aleatorios que influyen en los resultados. A cada rama que parte de estos sucesos se le asigna una probabilidad de ocurrencia. De esta forma, el árbol representa todas las combinaciones posibles de decisiones y sucesos, permitiendo estimar un valor esperado del resultado final, como un valor actual neto, utilidad u otro.

Supóngase, a manera de ejemplo, que se estudia el lanzamiento de un nuevo producto. Las posibilidades en estudio son introducirlo en nivel nacional o regional. Si se decide lanzar el producto regionalmente, es posible posteriormente hacerlo a nivel nacional, si el resultado regional así lo recomendará.

En la Figura 18.1 se representa un diagrama de un árbol de decisión para este caso, en el cual cada ramificación conduce a un cierto valor actual neto diferente.

⁹ CANADA, *Op. cit.*, p. 283.

Para tomar la decisión óptima, se analizan los sucesos de las alternativas de decisión más cercanas al final del árbol, calculando el valor esperado de sus valores actuales netos y optando por aquella que proporcione el mayor valor esperado del VAN. Por ejemplo, la última decisión de nuestro caso es la [2], que presenta dos sucesos de alternativa. El valor esperado del suceso (C) se calcula aplicando la fórmula 18.2, de la siguiente forma:

$$\begin{array}{rcl} 0.60 & \times & 4\,000 & = & 2\,400 \\ 0.10 & \times & 1\,000 & = & 100 \\ 0.30 & \times & 2\,000 & = & (600) \\ \hline & & & & \text{VE(VAN)} & = & 1\,900 \end{array}$$

que representa el valor esperado del VAN en el caso de ampliar la introducción a nivel nacional.

En el caso de continuar en nivel regional se obtiene, por el mismo procedimiento, el siguiente resultado:

$$\begin{array}{rcl} 0.60 & \times & 2\,000 & = & 1\,200 \\ 0.10 & \times & 1\,500 & = & 150 \\ 0.30 & \times & 1\,000 & = & 300 \\ \hline & & & & \text{VE(VAN)} & = & 1\,650 \end{array}$$

Por lo tanto, la decisión será ampliar a nivel nacional, porque retorna un VAN esperado mayor.

La siguiente decisión se refiere a la introducción inicial. Si es a nivel regional, existe un 70% de posibilidades de que la demanda sea alta. Si así fuese, el VAN esperado sería de 1 900, que correspondería al resultado de la decisión que se tomaría de encontrarse en ese punto de decisión. Aplicando el procedimiento anterior, se obtiene:

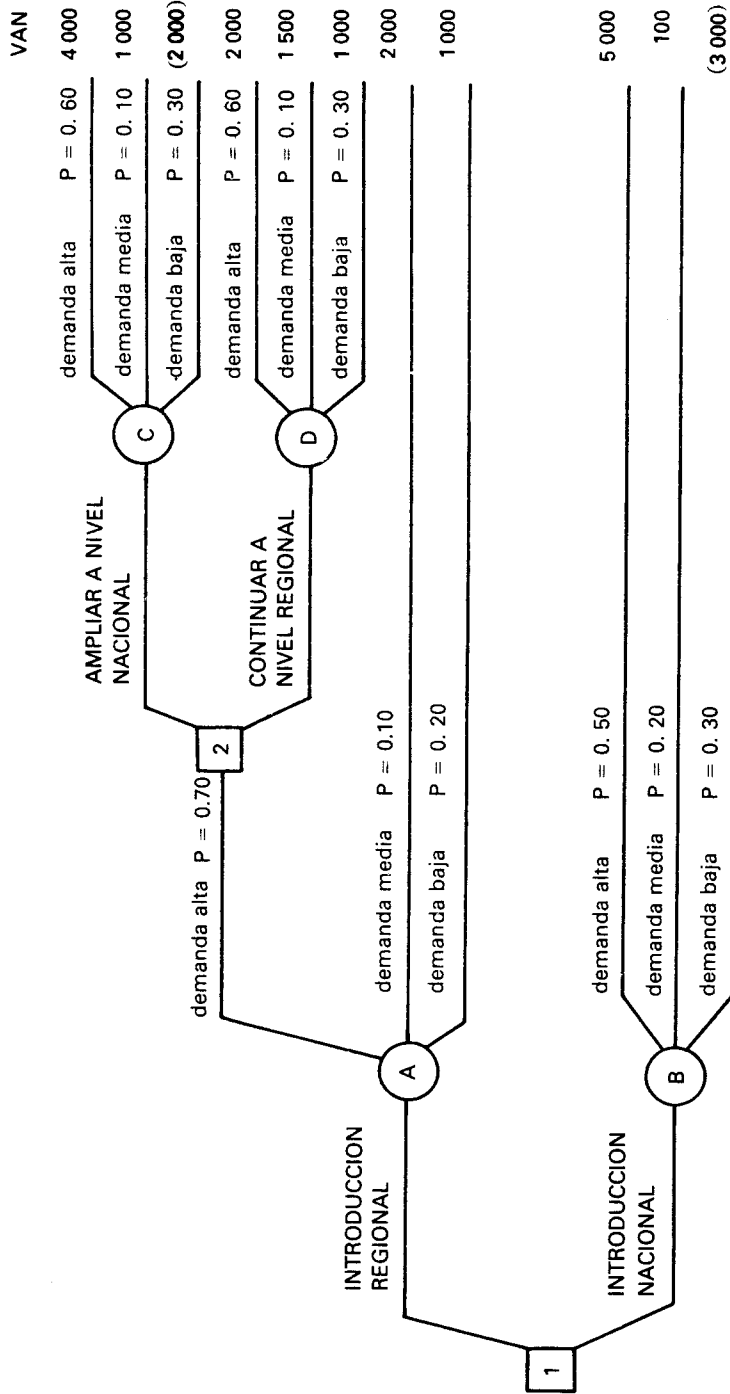
$$\begin{array}{rcl} 0.70 & \times & 1\,900 & = & 1\,330 \\ 0.10 & \times & 2\,000 & = & 200 \\ 0.20 & \times & 1\,000 & = & 200 \\ \hline & & & & \text{VE(VAN)} & = & 1\,730 \end{array}$$

Para la alternativa de introducción nacional se tendría:

$$\begin{array}{rcl} 0.50 & \times & 5\,000 & = & 2\,500 \\ 0.20 & \times & 100 & = & 20 \\ 0.30 & \times & (3\,000) & = & (900) \\ \hline & & & & \text{VE(VAN)} & = & 1\,620 \end{array}$$

En consecuencia, se optaría por una introducción inicial en el nivel regional, que luego se ampliaría a nivel nacional. Esta combinación de decisiones es la que maximiza el valor esperado de los resultados.

Figura 18.1. Arbol de decisión para lanzamiento de un nuevo producto



Este método, así tratado, no incluye el efecto total del riesgo, puesto que no considera la posible dispersión de los resultados ni las probabilidades de las desviaciones. En el ejemplo anterior, la decisión se hacía sobre la base de un valor actual neto promedio. Sin embargo, es fácil apreciar que, dependiendo de su grado de aversión al riesgo, algunos inversionistas podrían optar por continuar regionalmente.

Una forma de obviar este problema es mediante los árboles de decisión probabilísticos, que, además de las características señaladas, permiten que todas las cantidades, variables y sucesos aleatorios puedan representarse por distribuciones continuas de probabilidad. De igual forma, la información acerca del resultado de cualquier combinación de decisiones puede ser expresada probabilísticamente, lo que permite su comparación considerando sus respectivas distribuciones de probabilidad.

18.8 Modelo de simulación de Monte Carlo

El modelo de Monte Carlo, llamado también método de ensayos estadísticos, es una técnica de simulación de situaciones inciertas que permite definir valores esperados para variables no controlables, mediante la selección aleatoria de valores, donde la probabilidad de elegir entre todos los resultados posibles está en estricta relación con sus respectivas distribuciones de probabilidades.

Si las variables inciertas relevantes en un proyecto fuesen, por ejemplo, la demanda y la participación de mercado, deberá aplicarse en ambas la simulación para estimar su comportamiento en el futuro. Supóngase que estudios realizados señalan que la demanda global esperada del mercado tiene la siguiente distribución de probabilidades:

DEMANDA	PROBABILIDAD
\$ 200 000	0.10
250 000	0.25
300 000	0.35
350 000	0.15
400 000	0.10
450 000	0.05

Al mismo tiempo, supóngase que la participación en el mercado para el proyecto, sea también una variable incierta, para la cual se estima la siguiente distribución de probabilidades:

PARTICIPACION	PROBABILIDAD
0.08	0.26
0.09	0.22
0.10	0.16
0.11	0.13
0.12	0.10
0.13	0.07
0.14	0.05
0.15	0.01

Supóngase, además, que la demanda global del mercado está correlacionada con la tasa de crecimiento de la población, que se estima en un 2% anual a futuro. El precio y los costos asociados al proyecto se suponen conocidos o menos incierto su resultado futuro.

El primer paso en la solución consiste en expresar matemáticamente el problema. En este caso, la demanda por año que podría enfrentar el proyecto se puede expresar como:

$$D_p = D_g \cdot p$$

donde D_p corresponde a la demanda del proyecto, D_g a la demanda global y p al porcentaje de participación del proyecto en el mercado.

La tasa de crecimiento de la demanda se incorporará al final como un factor de incremento sobre la demanda del proyecto. Una forma alternativa es incorporarlo en la fórmula anterior, lo que permite obtener el mismo resultado pero con cálculos más complejos.

El siguiente paso del método Monte Carlo es la especificación de la distribución de probabilidades de cada variable. En el ejemplo, las variables que deben especificar su distribución de probabilidades son la demanda global del mercado y la participación del proyecto. En ambos casos se deberá posteriormente calcular la distribución de probabilidad acumulada y la asignación de rangos de números entre 0 y 99 (o sea, 100 números). A continuación se muestran estos cálculos para las dos variables en estudio.

DEMANDA GLOBAL	DISTRIBUCION DE PROBABILIDAD	PROBABILIDAD ACUMULADA	ASIGNACION DE NUMEROS REPRESENTATIVOS
200 000	0.10	0.10	0 - 9
250 000	0.25	0.35	10 - 34
300 000	0.35	0.70	35 - 69
350 000	0.15	0.85	70 - 84
400 000	0.10	0.95	85 - 94
450 000	0.05	1.00	95 - 99

PARTICIPACION EN EL MERCADO	DISTRIBUCION DE PROBABILIDAD	PROBABILIDAD ACUMULADA	ASIGNACION DE NUMEROS REPRESENTATIVOS
0.08	0.26	0.26	0 - 25
0.09	0.22	0.48	26 - 47
0.10	0.16	0.64	48 - 63
0.11	0.13	0.77	64 - 76
0.12	0.10	0.87	77 - 86
0.13	0.07	0.94	87 - 93
0.14	0.05	0.99	94 - 98
0.15	0.01	1.00	99

La asignación de números representativos se efectúa en proporción a la probabilidad acumulada. Así, por ejemplo, si el 10% se encuentra en el rango de hasta 200 000, deben asignarse 10 números representativos (0 al 9). Como hasta 250 000 hay un 35% de probabilidades, se asignan 35 números representativos (0 al 34).

La etapa siguiente del modelo requiere tomar al azar números aleatorios. Para ello, se puede usar una tabla de números aleatorios como la de la Figura 18.2. Cada número seleccionado debe ubicarse en la columna "Asignación de números representativos". Una vez localizado, se da el valor correspondiente de demanda global, el cual se ajusta por el porcentaje de participación en el mercado obtenido de igual forma. Por ejemplo, si se usa la tabla de números aleatorios de arriba hacia abajo, se encuentra que el primer número es 23, el cual se ubica en el rango 10-34 de la asignación de números representativos, del cuadro de demanda global, lo que hace seleccionar el primer valor de 250 000. El segundo número aleatorio es 05, el cual se ubica en el rango 0-25 de la asignación de números representativos de la participación del proyecto en el mercado, lo que hace seleccionar el valor de 0.08.

De acuerdo con esto, la demanda esperada para el proyecto en el primer año corresponde a:

$$D_p = 250\,000 \times 0.08 = 20\,000$$

En el mismo procedimiento se repite un número suficiente de veces como para que la probabilidad de elegir entre todos los resultados posibles, guarde estrecha relación con sus distribuciones de probabilidades. En el ejemplo, se toman 100 pruebas para cada variable, obteniéndose los resultados que se indican.

Figura 18.2. Tabla de números aleatorios

1	23 15	75 48	50 01	83 72	59 93	76 24	97 08	86 95	23 03	67 44
2	05 54	55 50	43 10	53 74	35 08	90 61	18 37	44 10	96 22	13 43
3	14 87	16 03	50 32	40 43	62 23	50 05	10 03	22 11	54 38	08 34
4	38 97	67 49	51 94	05 17	58 53	78 80	59 01	94 32	42 87	16 95
5	97 31	26 17	18 99	75 53	08 70	94 25	12 58	41 54	88 21	05 13
6	11 74	26 93	81 44	33 93	08 72	32 79	73 31	18 22	64 70	68 50
7	43 36	12 88	59 11	01 64	56 23	93 00	90 04	99 43	64 07	40 36
8	93 80	62 04	78 38	26 80	44 91	55 75	11 89	32 58	47 55	25 71
9	49 54	01 31	81 08	42 98	41 87	69 53	82 96	61 77	73 80	95 27
10	36 76	87 26	33 37	94 82	15 69	41 95	96 86	70 45	27 48	38 80
11	07 09	25 23	92 24	62 71	26 07	06 55	84 53	44 67	33 84	53 20
12	43 31	00 10	81 44	86 38	03 07	52 55	51 61	48 89	74 29	46 47
13	61 57	00 63	60 06	17 36	37 75	63 14	89 51	23 35	01 74	69 93
14	31 35	28 37	99 10	77 91	89 41	31 57	97 64	48 62	58 48	69 19
15	57 04	88 65	26 27	79 59	36 82	90 52	95 65	46 35	06 53	22 54
16	09 24	34 42	00 68	72 10	71 37	30 72	97 57	56 09	29 82	76 50
17	97 95	53 50	18 40	89 48	83 29	52 23	08 25	21 22	53 26	15 87
18	93 73	25 95	70 43	78 19	88 85	56 67	16 68	26 95	99 64	45 69
19	72 62	11 12	25 00	92 26	82 64	35 66	65 94	34 71	68 75	18 67
20	61 02	07 44	18 45	37 12	07 94	95 91	73 78	66 99	53 61	93 78
21	97 83	98 54	74 33	05 59	17 18	45 47	35 41	44 22	03 42	30 00
22	89 16	09 71	92 22	23 29	06 37	35 05	54 54	89 88	43 81	63 61
23	25 96	68 82	20 62	87 17	92 65	02 82	35 28	62 84	91 95	48 83
24	81 44	33 17	19 05	04 95	48 06	74 69	00 75	67 65	01 71	65 45
25	11 32	25 49	31 42	36 23	43 86	08 62	49 76	67 42	24 52	32 45

NUMERO ALEATORIO		VALOR				
PRUEBA	DEMANDA GLOBAL	PARTICIPACION	DEMANDA GLOBAL	PARTICIPACION	DEMANDA PROYECTO	VALOR
1	23	5	250 000	0.08	20 000	20 000
2	14	38	250 000	0.09	22 500	22 500
3	97	11	450 000	0.08	36 000	36 000
4	43	93	300 000	0.13	39 000	39 000
5	49	36	300 000	0.09	27 000	27 000
6	7	43	200 000	0.09	18 000	18 000
7	61	31	300 000	0.09	27 000	27 000
8	57	9	300 000	0.08	24 000	24 000
9	97	93	450 000	0.13	58 500	58 500
10	72	61	350 000	0.10	35 000	35 000
11	97	89	450 000	0.13	58 500	58 500
12	25	81	250 000	0.12	30 000	30 000
13	11	15	250 000	0.08	20 000	20 000
14	54	87	300 000	0.13	39 000	39 000
15	97	31	450 000	0.09	40 500	40 500
16	74	36	350 000	0.09	31 500	31 500
17	80	54	350 000	0.10	35 000	35 000
18	76	9	350 000	0.08	28 000	28 000
19	31	57	250 000	0.10	25 000	25 000
20	35	4	300 000	0.08	24 000	24 000
21	24	95	250 000	0.14	35 000	35 000
22	73	62	350 000	0.10	35 000	35 000
23	2	83	200 000	0.12	24 000	24 000
24	16	96	250 000	0.14	35 000	35 000
25	44	32	300 000	0.09	27 000	27 000
26	75	55	350 000	0.10	35 000	35 000
27	16	67	250 000	0.11	27 500	27 500
28	26	26	250 000	0.09	22 500	22 500
29	12	62	250 000	0.10	25 000	25 000
30	1	87	200 000	0.13	26 000	26 000
31	25	0	250 000	0.08	20 000	20 000
32	0	28	200 000	0.09	18 000	18 000
33	88	34	400 000	0.09	36 000	36 000
34	53	25	300 000	0.08	24 000	24 000
35	11	7	250 000	0.08	20 000	20 000
36	98	9	450 000	0.08	36 000	36 000
37	68	33	300 000	0.09	27 000	27 000
38	25	48	250 000	0.10	25 000	25 000
39	50	3	300 000	0.08	24 000	24 000
40	49	17	300 000	0.08	24 000	24 000
41	93	88	450 000	0.13	58 500	58 500
42	4	31	200 000	0.09	18 000	18 000
43	26	23	250 000	0.08	20 000	20 000
44	10	63	250 000	0.10	25 000	25 000
45	37	65	300 000	0.11	33 000	33 000
46	42	50	300 000	0.10	30 000	30 000
47	95	12	450 000	0.08	36 000	36 000
48	44	54	300 000	0.10	30 000	30 000
49	71	82	350 000	0.12	42 000	42 000
50	17	49	250 000	0.10	25 000	25 000
51	59	43	300 000	0.09	27 000	27 000
52	50	51	300 000	0.10	30 000	30 000

53	18	81	250 000	0.12	30 000
54	59	78	300 000	0.12	36 000
55	81	33	350 000	0.09	31 500
56	92	81	400 000	0.12	48 000
57	60	99	300 000	0.15	45 000
58	26	0	250 000	0.08	20 000
59	18	70	250 000	0.11	27 500
60	25	18	250 000	0.08	20 000
61	74	92	350 000	0.13	45 500
62	20	19	250 000	0.08	20 000
63	31	1	250 000	0.08	20 000
64	10	32	250 000	0.09	22 500
65	94	99	400 000	0.15	60 000
66	44	11	300 000	0.08	24 000
67	38	8	300 000	0.08	24 000
68	37	24	300 000	0.08	24 000
69	44	6	300 000	0.08	24 000
70	10	27	250 000	0.09	22 500
71	68	40	300 000	0.09	27 000
72	43	0	300 000	0.08	24 000
73	45	33	300 000	0.09	27 000
74	22	62	250 000	0.10	25 000
75	5	42	200 000	0.09	18 000
76	83	53	350 000	0.10	35 000
77	40	5	300 000	0.08	24 000
78	75	33	350 000	0.09	31 500
79	1	26	200 000	0.09	18 000
80	42	94	300 000	0.14	42 000
81	62	86	300 000	0.12	36 000
82	17	77	250 000	0.12	30 000
83	79	72	350 000	0.11	38 500
84	89	78	400 000	0.12	48 000
85	92	37	400 000	0.09	36 000
86	5	23	200 000	0.08	16 000
87	87	4	400 000	0.08	32 000
88	36	72	300 000	0.11	33 000
89	74	43	350 000	0.09	31 500
90	17	53	250 000	0.10	25 000
91	93	64	400 000	0.11	44 000
92	80	98	350 000	0.14	49 000
93	82	71	350 000	0.11	38 500
94	38	36	300 000	0.09	27 000
95	91	59	400 000	0.10	40 000
96	10	48	250 000	0.10	25 000
97	19	26	250 000	0.09	22 500
98	12	59	250 000	0.10	25 000
99	29	17	250 000	0.08	20 000
100	95	23	450 000	0.08	36 000

Basados en los resultados de las 100 pruebas aleatorias para cada variable, debe elaborarse una distribución de probabilidades para la demanda del proyecto. El análisis de la distribución de probabilidades acumuladas, permite determinar

la probabilidad de que la demanda del proyecto se encuentre bajo un determinado valor. En el siguiente cuadro se aprecia, por ejemplo, que la probabilidad de que la demanda del proyecto sea menor o igual que 39.999 unidades, es de un 86%.

RANGO TOTAL DE DEMANDA DEL PROYECTO	NUMERO DE OBSERVACIONES EN EL RANGO	DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES	DISTRIBUCION ACUMULADA DE PROBABILIDADES
15 000-19 999	6	6%	6%
20 000-24 999	26	26%	32%
25 000-29 999	22	22%	54%
30 000-34 999	13	13%	67%
35 000-39 999	19	19%	86%
40 000-44 999	5	5%	91%
45 000-49 999	5	5%	96%
50 000-54 999	0	0%	96%
55 000-59 999	3	3%	99%
60 000-64 999	<u>1</u>	<u>1%</u>	100%
	100	100%	

Por otra parte, el valor esperado de la demanda del proyecto para el primer año es de 31.150 unidades. Luego, si la tasa de crecimiento estimada fuese de un 2% anual, podría esperarse una demanda para el proyecto de:

AÑO	DEMANDA
1	31 150
2	31 773
3	32 408
4	33 057
5	33 718

18.9 Resumen

En el capítulo anterior se analizaron los conceptos y los principales criterios de análisis de una inversión de capital cuando los flujos de caja del proyecto se conocían con certeza. En este capítulo ese supuesto se abandona, incorporando el factor riesgo a la decisión. Por riesgo se define la variabilidad de los flujos de caja reales respecto a los estimados. Su medición se realiza obteniendo la desviación estándar de la distribución de probabilidades de los posibles flujos de caja. Se presentó el coeficiente de variación como una unidad de medida relativa del riesgo.

Para la evaluación de proyectos riesgosos pueden utilizarse diversos enfoques. Un método es el de ajustar la tasa de descuento conforme a una tasa adicional correspondiente a una prima por riesgo. Este método supone un riesgo por el tiempo en sí, en vez de considerarlo en función de circunstancias condicionantes del proyecto en el tiempo. Otro método consiste en castigar los flujos de caja según un índice que represente un factor de ajuste por riesgo. Este método, denominado equivalencia a certidumbre, elimina la deficiencia del anterior, aunque ninguno de los dos supone todas las limitaciones.

Los métodos probabilísticos parecen ser conceptualmente los más adecuados, aunque subsiste en ellos el problema de calcular una probabilidad de ocurrencia

que sea confiable. Dos son los enfoques que se pueden identificar en este método, según cual sea la correlación que exista entre los flujos de caja en el tiempo. Cuando no existe correlación, o sea, cuando son independientes entre sí, el riesgo es sustancialmente menor que cuando los flujos están correlacionados en forma perfecta. Es decir, cuando un flujo se desvía, todos los siguientes varían exactamente de la misma manera. Entre ambas posiciones de dependencia o independencia existen puntos intermedios cuyos riesgos son también intermedios entre las desviaciones estándar de aquéllas.

Otro criterio de análisis que se definió fue el árbol de decisiones, el cual, combinando las probabilidades de ocurrencia de los resultados parciales y finales estimados, calcula el valor esperado del resultado de las distintas alternativas posibles.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. ¿Por qué la desviación estándar del flujo de caja de una inversión podría no ser una unidad de medida adecuada del riesgo del proyecto?
2. ¿Cómo podría llegarse a igual resultado ajustando la tasa de descuento o los flujos de caja de un proyecto por el efecto riesgo?
3. ¿Qué validez le asigna usted al criterio subjetivo en el tratamiento del riesgo? Estimar probabilidades de ocurrencia para un flujo de caja, ¿no sería en parte una aplicación del criterio subjetivo?
4. La desviación estándar es útil para calcular el riesgo sólo si se la emplea en el cálculo de la variable estandarizada para determinar un área bajo una distribución normal. Comente.
5. ¿Cómo afectaría a la decisión de aceptación o rechazo de una inversión el grado de correlación existente entre los flujos de caja del proyecto?
6. ¿Qué aplicación tiene el método de expectativas y variación en el análisis del riesgo? ¿Qué relación tiene con el método de equivalencia a certidumbre?
7. ¿En qué casos se recomienda el uso del árbol de decisiones?
8. Al estimar una propuesta de inversión se consideraron los siguientes flujos de caja anuales, dependiendo de la situación económica esperada del país:

SITUACION ECONOMICA ESPERADA	FLUJO DE FONDOS ANUALES	
	PROBABILIDAD	FLUJO
Alta recesión	0.10	70 000
Moderada recesión	0.25	100 000
Crecimiento normal	0.30	150 000
Moderado sobrecrecimiento	0.25	200 000
Alto crecimiento	0.10	230 000

Determine:

- a) El valor esperado de la distribución
 - b) La desviación estándar
 - c) El coeficiente de variación
- ¿Qué significa cada uno de estos conceptos? ¿Cómo se utilizan en la medición del riesgo?
9. En el estudio de un proyecto que requiere una inversión de \$ 100 000, se ha estimado la siguiente distribución de probabilidades de los flujos de caja:

FLUJO NETO DE CAJA	PROBABILIDADES DE OCURRENCIA			
	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4
20 000	0.20	0.20	0.20	0.20
45 000	0.30	0.30	0.40	0.40
70 000	0.30	0.10	0.10	0.20
80 000	0.20	0.30	0.30	0.20

La tasa de descuento libre de riesgo es del 5%. Determine la probabilidad de que el proyecto tenga un valor actual neto igual o menor que cero, suponiendo que la distribución fuese normal y continua.

10. En el estudio de un proyecto de inversión se detecta la siguiente situación: es posible invertir hoy \$ 1 000 000 en la instalación de una planta de tamaño pequeño, que permitiría obtener con toda seguridad un VAN de \$ 170 000 dentro de un año.

Sin embargo, si como alternativa se invierte \$ 1 400 000 en una planta mayor, podría incursionarse en otros mercados, lo que permitiría obtener, en 6 meses, ya sea un VAN de \$ 320 000, con un 60% de probabilidades, o un VAN negativo de \$ 8 000, con un 40% de probabilidad. Para invertir en esta alternativa se requeriría de la obtención de un préstamo por los \$ 400 000 adicionales, por los que debería devolverse \$ 420 000 al finalizar el año.

También se ha previsto que al inicio del próximo año podría invertirse \$ 880 000 en una ampliación, si se dispusiese de ellos, lo que reportaría un VAN positivo de \$ 180 000, con un 80% de posibilidades, o un VAN negativo de \$ 60 000, con una probabilidad del 20%.

11. Para estimar la demanda de un proyecto con estacionalidades trimestrales se obtuvo, en un estudio de su perfil, la siguiente información para el año 1987:

DEMANDA	PROBABILIDAD
1 000 000	0.20
1 100 000	0.30
1 200 000	0.35
1 300 000	0.15

Se espera una participación en el mercado que tendría la siguiente distribución:

PARTICIPACION	PROBABILIDAD
2%	0.30
3%	0.45
4%	0.25

El proyecto se iniciaría en 1988, donde se espera un crecimiento del mercado de un 5%.

Los índices de estacionalidad calculados previamente corresponden a:

Trimestre 1	0.82
Trimestre 2	1.02
Trimestre 3	0.91
Trimestre 4	0.85
	<hr/>
	3.60

¿Cuál es la demanda esperada trimestralmente para 1988?

Considere la siguiente tabla de números aleatorios. Uselos de izquierda a derecha a partir de la primera línea y asígnelos alternadamente al cálculo de la demanda y de la participación en el mercado.

81 44	33 93	08 72	32 79	73 31	18 22	64 70	68 50
59 11	01 64	56 23	93 00	90 04	99 43	64 07	40 36
78 38	26 80	44 91	55 75	11 89	32 58	47 55	25 71
81 08	42 98	41 87	69 53	82 96	61 77	73 80	95 27
33 37	94 82	15 69	41 95	96 86	70 45	27 48	38 80
92 24	62 71	26 07	06 55	84 53	44 67	33 84	53 20
81 44	86 38	03 07	52 55	51 61	48 89	74 29	46 47
60 06	17 36	37 75	63 14	89 51	23 35	01 74	69 93
99 10	77 91	89 41	31 57	97 64	48 62	58 48	69 19
26 27	79 59	36 82	90 52	95 65	46 35	06 53	22 54
00 68	72 10	71 37	30 72	97 57	56 09	29 82	76 50
18 40	89 48	83 29	52 23	08 25	21 22	53 26	15 87
70 43	78 19	88 85	56 67	16 68	26 95	99 64	45 69
25 00	92 26	82 64	35 66	65 94	34 71	68 75	18 67
18 45	37 12	07 94	95 91	73 78	66 99	53 61	93 78
74 33	05 59	17 18	45 47	35 41	44 22	03 42	30 00
92 22	23 29	06 37	35 05	54 54	89 88	43 81	63 61
20 62	87 17	92 65	02 82	35 28	62 84	91 95	48 83
19 05	04 95	48 06	74 69	00 75	67 65	01 71	65 45
31 42	36 23	43 86	08 62	49 76	67 42	24 52	32 45

CASO: LA ESCONDIDA

David Blaise, ingeniero de minas, y su hermana Blanca, geóloga, se habían reunido para decidir el destino de 50 millones de pesos que habían logrado reunir durante varios años de esforzado trabajo. Las alternativas analizadas eran varias. Sin embargo, sólo dos, excluyentes entre sí, ya que demandarían la totalidad de los fondos ahorrados, aparecían como las más atractivas.

La primera alternativa consistía en comprar la mina "La Escondida" con mineral de cobre de las especies bornita y calcocina. Las reservas estimadas toleraban una explotación de 20 toneladas de mineral diariamente durante 5 años.

La segunda alternativa consistía en ampliar la planta de beneficio de minerales que poseían y arrendarla a la familia Liebor, poderosos mineros de la zona.

Para David, la mejor alternativa era ampliar la planta de beneficio y arrendársela a los Liebor. Sin embargo, la opinión de Blanca era comprar "La Escondida".

"Arrendar la planta es dinero seguro, ya que nos ofrecen un contrato de arrendamiento a 5 años", reiteraba David.

"¿Seguro?", señaló sorprendida Blanca, "¿tú llamas seguro un contrato que nos paga el equivalente a una onza troy de oro por día? Bien sabes lo inestable que es el precio internacional del oro. Hoy día, a US \$ 400 la onza, obviamente es bueno, pero analiza los precios proyectados por los organismos especializados". (Anexo 1).

"Estoy de acuerdo en que el precio del oro es muy variable", replicó David, "pero lo son mucho más los resultados de los diferentes reconocimientos mineros que se realizaron en la 'La Escondida' y que mostraban que las leyes de cobre fino variaban entre 1.8% y 4.0%". (Anexo 2)

Anexo.1

Precios proyectados del oro (dólares americanos)

FUENTE	PRECIO X ONZA TROY
A	US\$ 420
B	US\$ 500
C	US\$ 280
D	US\$ 320
E	US\$ 500
F	US\$ 600
G	US\$ 300
H	US\$ 200
I	US\$ 480
J	US\$ 300

Anexo 2

Reconocimientos efectuados y leyes determinadas

RECONOCIMIENTO	LEY DE COBRE
A	2.0
B	1.8
C	1.9
D	2.1
E	2.3
F	2.5
G	4.0
H	3.5
I	3.0
J	3.2

Nota: ley es el porcentaje de cobre fino contenido en el mineral en bruto.

“Estaría de acuerdo contigo si pudiéramos suscribir un contrato de venta con la Empresa Nacional de Minería que nos asegurase un precio base para el cobre con reajustabilidad de acuerdo con la variación del dólar”, señaló Blanca.

“En eso estamos de acuerdo. Es más, la Empresa Nacional de Minería ofrece contratos de compra a futuro de concentrados de cobre a un precio equivalente a US\$ 1.6 por kilo de cobre fino, lo que equivale a \$ 160. O sea, nuestros concentrados de cobre con una ley de 50% se podrían vender en \$ 80”, dijo David.

“En realidad”, señaló Blanca, “parece que las dos alternativas son buenas, pero ¿cuál será la mejor? Arrendar la planta no tiene otro costo que la ampliación inicial. Sin embargo, comprar la mina tiene, además de la inversión inicial, un costo de operación diaria de \$ 44 160. Imagínate cuánto habrá que gastar si operamos la planta durante los 365 días del año”, concluyó.

“Ya son las dos de la mañana y no hemos llegado a nada”, señaló David. “Te propongo que mañana le pidamos a mi cuñado, que no sabe mucho de minería, pero se maneja muy bien con las finanzas, que analice el problema y nos proponga una solución”.

“Estoy de acuerdo contigo”, dijo Blanca. “Reunámonos en mi casa a las 8 de la noche”.

BIBLIOGRAFIA

- BIERMAN, H. y HAUSMAN, W. "Resolución de la incertidumbre en el tiempo", *Administración de empresas*, vol. IV -B, 1974.
- CANADA, John R. *Técnicas de análisis económico para administradores e ingenieros*. México: Diana, 1978.
- ENGLISH, J. Morley. "La tasa de descuento y la evaluación del riesgo". En WESTON, Fred y WOODS, Donald, eds. *Teoría de la financiación de la empresa*. Barcelona: Gili, 1970.
- GEORGIADES, Stavros. "Introducción a la incertidumbre en las decisiones de inversión", *Administración de empresas* (18), 1971.
- HERTZ, David B. "Risk Analysis in Capital Investment", *Harvard Business Review* 42 (1): 95-106, 1964.
- . "La incertidumbre y el riesgo en la evaluación de proyectos de inversión", *Administración de empresas*, vol. I, p.139.
- HESPOS, R y STRASSMAN, P. "Arboles probabilísticos de decisión", *Administración de empresas*, vol. IV - B, 1974.
- HILLIER, Frederick. "The Derivation of Probabilistic Information for the Evaluation of Risky Investments", *Management Science*, vol. IX, 1963, p. 443-457.
- KRISTY, James. "La intuición y el cálculo de probabilidades frente a la incertidumbre", *Administración de empresas* (125), 1980.
- MAO, James. "Evaluación de proyectos de inversión: teoría y práctica", *Administración de empresas*, vol. IV-B, 1974.
- MAO, James y HELLIWEL, J. "Decisiones de inversión en condiciones de incertidumbre: teoría y práctica", *Administración de empresas*, vol. IV-B, 1974.
- POLIMENI, R.; FABOZZI, F. y ADELBERG, A. *Cost Accounting*. U.S.A.: McGraw-Hill, 1986.
- ROBICHEK, A. A. y MYERS, S.C. "Conceptual Problems in the Use of Risk-Adjusted Discount Rates", *Journal of Finance*, diciembre 1966, p. 727-736.
- SCHALL, L. D. y HALEY, Ch. *Introduction to Financial Management*. N. York: McGraw-Hill, 1980.
- SOLOMON, Martín B., Jr. "La incertidumbre y su efecto sobre el análisis de la inversión de capital". En WESTON, Fred y WOODS, Donald, eds., *Teoría de la financiación de la empresa*. Barcelona Gili, 1970.
- VAN HORNE, James. *Administración financiera*. Buenos Aires: Ediciones Contabilidad Moderna, 1976.
- WESTON, F. y BRIGHAM, E. *Finanzas en administración*. México: Interamericana, 1977.

CAPITULO 19

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

En los capítulos precedentes se ha tratado el tema de la evaluación de proyectos en condiciones de certidumbre y riesgo. En ambos casos, la evaluación se realiza sobre la base de una serie de antecedentes escasa o nada controlables por parte de la organización que pudiera implementar el proyecto. Es necesario, entonces, que al formular un proyecto se entreguen los máximos antecedentes, para que quien deba tomar la decisión de emprenderlo disponga de los elementos de juicio suficientes para ello.

Con este objeto, y como una forma especial de incorporar el valor del factor riesgo a los resultados pronosticados del proyecto, se puede desarrollar un análisis de sensibilidad que permita medir cuán sensible es la evaluación realizada a variaciones en uno o más parámetros decisorios.

En este capítulo se presentan distintos modelos de sensibilización de aplicación directa a las mediciones del valor actual neto, tasa interna de retorno y utilidad. Aunque todos los modelos aquí presentados son de carácter económico, la sensibilización puede aplicarse al análisis de cualquier variable del proyecto, como la localización, el tamaño o la demanda.

19.1 Consideraciones preliminares

La importancia del análisis de sensibilidad se manifiesta en el hecho de que los valores de las variables que se han utilizado para llevar a cabo la evaluación del proyecto, pueden tener desviaciones con efectos de consideración en la medición de sus resultados.

La evaluación del proyecto será sensible a las variaciones de uno o más parámetros si, al incluir estas variaciones en el criterio de evaluación empleado, la predeción inicial cambia. El análisis de sensibilidad, a través de los diferentes modelos que se definirán posteriormente, revela el efecto que sobre la rentabilidad tiene las variaciones en los pronósticos de las variables relevantes.

Visualizar qué variables tienen mayor efecto en el resultado frente a distintos grados de error en su estimación, permite decidir acerca de la necesidad de realizar estudios más profundos de esas variables, con el objeto de mejorar las estimaciones y reducir el grado de riesgo por error.

La repercusión que un error en una variable tiene sobre el resultado de la evaluación varía, dependiendo del momento de la vida económica del proyecto en que ese error se cometa. El valor tiempo del dinero explica que errores en los períodos finales del flujo de caja para la evaluación tengan menor influencia que los errores en los períodos más cercanos. Sin embargo, son más frecuentes las equivocaciones en las estimaciones futuras, por lo incierta que resulta la proyección de cualquier variable incontrolable, como, por ejemplo, los cambios en los niveles de los precios reales del producto o de sus insumos.

Dependiendo del número de variables que se sensibilicen simultáneamente, el análisis se puede clasificar como unidimensional o multidimensional. En el análisis unidimensional, la sensibilización se aplica a una sola variable, mientras que en el multidimensional se examinan los efectos sobre los resultados que se producen por la incorporación de variables simultáneas en dos o más variables relevantes.

Aun cuando la sensibilización se aplica sobre las variables económico-financieras contenidas en el flujo de caja del proyecto, su ámbito de acción puede comprender cualquiera de las variables técnicas o de mercado, que son en definitiva las que configuran la proyección de los estados financieros. En otras palabras, la sensibilización de factores como la localización, el tamaño o la tecnología se reduce al análisis de sus inferencias económicas en el flujo de caja.

19.2 El modelo unidimensional de la sensibilización del VAN

El análisis unidimensional de la sensibilización del VAN puede realizarse de dos formas. Una, determinando hasta dónde pueden modificarse las variables para que el proyecto siga siendo rentable, y la otra haciendo cambios en los valores de las variables, para ver cómo se modifica el VAN del proyecto.

Puesto que esta segunda forma se traduce en elaborar nuevos flujos de caja que deben evaluarse de acuerdo con los criterios tradicionales presentados en el capítulo 17, en este apartado se abocará un modelo matemático simple para medir la máxima variación posible en cada variable para que el proyecto siga siendo rentable. En otras palabras, para que el VAN sea, por definición, cero.

El principio que es el fundamento de este modelo define a cada elemento del flujo de caja como el de más probable ocurrencia. Luego, la sensibilización de una variable siempre se hará sobre la evaluación preliminar¹.

¹ Nótese que si se sensibiliza una variable cualquiera y se determina su máxima variación para que el proyecto siga siendo rentable y se incluye este valor en el flujo para sensibilizar otra variable, esta última necesariamente se mantendrá inalterable, puesto que aquélla ya ha llevado el VAN a su límite cero.

Como se planteó en el capítulo 17, el VAN es la diferencia entre los flujos de ingresos y egresos actualizados del proyecto. Por lo tanto, para que el VAN sea igual a cero, debe cumplirse que la inversión inicial sea igual al flujo de ingresos actualizados menos el flujo de egresos actualizados. En términos simples, esto corresponde a la siguiente expresión:

$$I_o = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t}, \quad (19.1)$$

donde

- I_o = Inversión inicial
- Y_t = Ingresos del período t
- E_t = Egresos del período t
- i = Tasa de descuento
- t = Período

Esta fórmula deberá desagregarse en función de las variables que se va a sensibilizar. Supóngase, por ejemplo, que se desea determinar las máximas variaciones posibles en los precios de la materia prima y del producto terminado. El primer problema se presenta en la interrelación de los elementos contables con los movimientos reales de caja. Como interesa evaluar el proyecto en función de los flujos de caja, el modelo se transformará, en este caso, en la siguiente ecuación:

$$I_o = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{CMP_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{T_t}{(1+i)^t}, \quad (19.2)$$

donde:

- CMP_t = Pagos efectivos de materia prima en el período t
- E_t = Otros desembolsos netos efectivos del período t , con inclusión de reinversiones y recuperación de la inversión en el período n
- T_t = Pagos efectivos de impuesto en el período t

El monto del impuesto pagadero en cada período resulta del tratamiento contable de los ingresos devengados, sean o no percibidos, y de los costos de venta y otros también devengados. En consecuencia, su proyección responderá a la siguiente ecuación:

$$T_t = \left[\hat{Y}_t - \hat{CMP}_t - \hat{C}_t \right] j, \quad (19.3)$$

donde:

- \hat{Y}_t = Ingresos devengados en el período t
- \hat{CMP}_t = Costo de la materia prima asignable a los costos de venta generados
- \hat{C}_t = Otros costos aplicados, incluidas depreciaciones y gastos financieros
- j = Tasa impositiva

Explicando las variables que se debe sensibilizar, el modelo puede resumirse en la siguiente expresión:

$$I_0 = \sum_{t=1}^n \frac{p^p \cdot q_t^p}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{p^{mp} \cdot q_t^{mp}}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - j \left[\sum_{t=1}^n \frac{p^p \cdot \hat{q}_t^p}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{p^{mp} \cdot \hat{q}_t^{mp}}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{\hat{C}_t}{(1+i)^t} \right] \quad (19.4)$$

donde:

- p^p = Precio del producto del proyecto
- q_t^p = Cantidad del producto que fue cancelada efectivamente en cada período t
- p^{mp} = Precio de la materia prima
- q_t^{mp} = Cantidad de materia prima cuyo pago se efectuó en el período t
- \hat{q}_t^p = Cantidad del producto del proyecto vendida en el período t
- \hat{q}_t^{mp} = Cantidad de materia prima ocupada en la producción vendida en el período t

Nótese que el precio de la materia prima puede diferir entre el considerado en el flujo efectivo de caja y aquél incluido en el estado contable, entre otras causas por el sistema de contabilización de los inventarios empleados (LIFO, FIFO, etcétera). Sin embargo, en el nivel de estudio de prefactibilidad es posible considerar un precio común tanto efectivo como contable.

Una vez definido el modelo, su aplicación es simple. Basta definir la incógnita o variable que se debe sensibilizar y despejarla de la ecuación, puesto que todos los demás elementos son conocidos.

La sensibilización del precio del producto se efectúa considerando que esta incógnita, P^p , es una constante a través del tiempo en términos reales. De esta forma, se extrae este factor de las sumatorias respectivas y se actualizan todas las variables determinando el valor mínimo que puede tener el precio para que se cumpla la igualdad. De esta forma, se tiene:

$$I_0 = p^p \sum_{t=1}^n \frac{q_t^p}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{p^{mp} \cdot q_t^{mp}}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} + j \left[p^p \sum_{t=1}^n \frac{\hat{q}_t^p}{(1+i)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{p^{mp} \cdot \hat{q}_t^{mp}}{(1+i)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{\hat{C}_t}{(1+i)^t} \right] \quad (19.5)$$

Despejando la variable que se debe sensibilizar, se llega a la siguiente ecuación:

$$p^p = \frac{I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{p^{mp} q_t^{mp}}{(1+i)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - j \sum_{t=1}^n \frac{p^{mp} \hat{q}_t^{mp}}{(1+i)^t} - j \sum_{t=1}^n \frac{\hat{C}_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{q_t^p}{(1+i)^t} - j \sum_{t=1}^n \frac{\hat{q}_t}{(1+i)^t}} \quad (19.6)$$

El mismo procedimiento se sigue para sensibilizar el precio de la materia prima o cualquier otra variable. El resultado siempre indicará el punto o valor límite que puede tener el factor sensibilizado para que el VAN sea cero. La única limitación del modelo es que el índice t deja de ser relevante en la variable analizada, puesto que adoptará siempre un valor constante².

19.3 El modelo multidimensional de la sensibilización del VAN

La operatividad de los modelos de sensibilización radica en la mayor o menor complejidad de sus procedimientos. El análisis multidimensional, a diferencia del unidimensional, además de incorporar el efecto combinado de dos o más variables, busca determinar cómo varía el VAN frente a cambios en los valores de esas variables, como una forma de definir el efecto en los resultados de la evaluación de errores en las estimaciones.

El error en la estimación se puede medir por la diferencia entre el valor estimado en la evaluación y otros que pudiera adoptar eventualmente la variable.

El modelo que se presenta a continuación considera flujos de caja constantes, como una forma de simplificar la exposición. Obviamente, con flujos diferenciados la esencia del modelo no varía. Además, se trabajará con valores actuales y no con valores actuales netos, vale decir, excluyendo la inversión inicial, porque ésta pasa a ser irrelevante en la comparación al ser similar para ambas estimaciones, salvo que sea la variable por sensibilizar.

Cuando el flujo es constante, la fórmula de actualización puede expresarse como la suma de una serie a través de la siguiente expresión:

$$VA = F \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i}, \quad (19.7)$$

donde:

- VA = Valor actual
- F = Flujo de caja dado como serie uniforme
- i = Tasa de descuento
- n = Períodos de evaluación

² Resulta obvio que la sensibilización con este modelo aplicada sobre la TIR es innecesaria, puesto que al buscarse la TIR que iguale a la tasa de descuento se llegará a idénticos valores que al hacer el VAN igual a cero. Por definición, el VAN es cero cuando la TIR es igual a la tasa de descuento. De aquí que pueda afirmarse que el cálculo de la TIR es un análisis de sensibilidad de la tasa de costo del capital.

Para determinar el efecto potencial de los errores en los datos de entrada del modelo del valor actual, se supondrá que la tasa de descuento permanecerá constante. En consecuencia, sólo se trabajará con errores en la estimación de la vida útil, del flujo de caja o de ambos.

Si a los valores estimados F y n se les asignan, respectivamente, los valores R y m para su sensibilización, donde R y m representan los distintos valores con que se sensibilizará el valor actual del proyecto, el error en la estimación se calculará mediante la siguiente expresión:

$$\Delta VA = R \frac{1 - (1 + i)^{-m}}{i} - F \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i} . \quad (19.8)$$

Expresando esta diferencia como porcentaje de la estimación original, se tiene:

$$\frac{\Delta VA}{VA} = \frac{R}{F} \left[\frac{1 - (1 + i)^{-m}}{1 - (1 + i)^{-n}} \right] - 1. \quad (19.9)$$

La aplicación de esta fórmula a diversos valores de R y de m permite la elaboración de un cuadro de resultados diferentes.

El análisis multidimensional así planteado puede adaptarse al unidimensional haciendo cero todas las variaciones, con excepción de las correspondientes a la variable por sensibilizar. Por ejemplo, para determinar el momento en que el proyecto que está siendo estudiado deja de ser rentable, sólo se sensibiliza la variable n , de manera tal de establecer el porcentaje máximo de variación del valor actual para que la inversión siga siendo justificada.

El proyecto será rentable si la diferencia entre el valor actual de las estimaciones es mayor o igual a la inversión inicial. En consecuencia, el valor actual sólo podrá descender hasta el monto de la inversión. Si esta diferencia se expresa como porcentaje de las estimaciones originales, el límite máximo estaría dado por la siguiente expresión:

$$MVA = \frac{VA - I_0}{VA} , \quad (19.10)$$

donde MVA representa el monto mínimo que puede tener el valor actual para que el VAN del proyecto sea cero.

Por ejemplo, si se supone un valor actual estimado en 1 500 y una inversión inicial de 750, se tiene:

$$MVA = \frac{1\,500 - 750}{1\,500}$$

Es decir, el valor actual sólo puede disminuir hasta un 50%.

Por lo tanto, para sensibilizar la variable n y determinar cuándo deja el proyecto de ser rentable, se aplica la ecuación 19.9 de la siguiente forma, suponiendo una tasa de descuento del 15%.

$$\frac{\Delta VA}{VA} = \frac{F}{F} \left[\frac{1 - (1.15)^{-m}}{1 - (1.15)^{-n}} \right] - 1.$$

Puesto que $\frac{\Delta VA}{VA}$ es igual a 0.50, $\frac{F}{F}$ se anula y n es conocido, el problema

se reduce a determinar m.

Nótese que si se aplica el análisis multidimensional, con R, por ejemplo, habría dos incógnitas. Luego, el procedimiento más correcto sería la elaboración de una tabla de errores combinados que indicará cómo varía el valor actual cuando el flujo de caja y la vida útil del proyecto se calculan en forma errónea.

Los errores combinados, cuando son en dirección opuesta, tenderán a compensarse en el valor actual, dependiendo de los cambios relativos de las variables en el valor asignado y el estimado.

Si, como anteriormente se supuso, se asigna una tasa de descuento del 15% al proyecto, se tiene:

$$\frac{\Delta VA}{VA} = \frac{R}{F} \left[\frac{1 - (1.15)^{-m}}{1 - (1.15)^{-n}} \right] - 1.$$

Al combinar distintos valores de R y m frente a valores de F y n dados, puede elaborarse una tabla de resultados que muestre la variación porcentual del valor actual para las distintas combinaciones de las variables sensibilizadas. El error en los flujos se presenta normalmente expresado en términos de una proporción entre el valor asignado y el estimado.

El Cuadro 19.1 consiste en una tabla en que aparecen los resultados para varias combinaciones de errores entre los flujos y la vida útil del proyecto. Se ha supuesto un n de 8 períodos y una tasa de descuento del 15%.

Cuadro 19.1. Tabla de resultados de combinaciones de errores

m-n	R/F			
	0.80	0.90	1.10	1.20
-3	-40.2	-32.8	-17.8	-10.4
-2	-32.5	-16.6	2.0	11.3
1	-14.9	- 4.3	17.0	27.6
2	-10.5	0.7	23.0	34.2
3	- 6.7	5.0	28.3	40.0

Los resultados de esta tabla son los que se deben comparar con aquel obtenido en la aplicación de la fórmula 19.10. Volviendo al ejemplo en que la variación máxima del valor actual era del 50% para que el proyecto continuara siendo rentable, se aprecia en este cuadro que, aun subestimando en tres periodos la vida útil y en 20% el flujo de caja esperado, no se llega a ese extremo.

Del análisis de la tabla anterior se deduce que el efecto de errores en la vida útil del proyecto no es simétrico ni proporcional. Las sobrestimaciones en la vida útil tienen un mayor efecto sobre el valor actual que las subestimaciones en la misma diferencia. En términos de incremento, el efecto es menos que proporcional ante aumentos en las subestimaciones y más que proporcional en las sobrestimaciones.

Cuando el signo es opuesto en los errores de las estimaciones, el efecto sobre el valor actual dependerá de los errores relativos de cada variable y de la tasa de descuento utilizada.

19.4 El modelo de sensibilidad de la TIR

En los capítulos anteriores se definió la TIR como aquella tasa de descuento que hace igual a cero el VAN del flujo de caja del proyecto.

Si se supone que los flujos de caja son constantes y se considera el VAN igual a cero, se puede plantear la siguiente ecuación:

$$-I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F}{(1+r)^t} = 0, \quad (19.11)$$

donde r es la tasa interna de rendimiento esperada.

Para medir los efectos de los errores en las estimaciones se recurre al mismo procedimiento indicado para el análisis multidimensional del VAN. Es decir; planteando la siguiente ecuación con valores asignados:

$$-J_0 + \sum_{t=1}^m \frac{R}{(1+i)^t} = 0, \quad (19.12)$$

donde:

J_0 = Inversión inicial asignada

i = Tasa interna de retorno de los valores asignados

El efecto de los errores en los datos de entrada sobre las tasas de rendimiento puede analizarse dividiendo las ecuaciones 19.11 y 19.12 por su inversión inicial:

$$-1 + \frac{F}{I_0} \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+r)^t} = 0. \quad (19.13)$$

$$-1 + \frac{R}{J_0} \sum_{t=1}^m \frac{1}{(1+i)^t} = 0. \quad (19.14)$$

El modelo de sensibilización de la TIR define los errores en términos porcentuales de la siguiente forma:

$$EF = \frac{\frac{R}{J_0} - \frac{F}{I_0}}{\frac{F}{I_0}}, \quad (19.15)$$

donde EF representa el error porcentual en el coeficiente del flujo de caja;

$$EN = \frac{m - n}{n}, \quad (19.16)$$

siendo EN el error porcentual en la duración del proyecto, y

$$ER = \frac{i - r}{r}, \quad (19.17)$$

donde ER es el error porcentual en la tasa interna de retorno.

Al incorporar los errores en la ecuación 19.13 se tiene:

$$-1 + \frac{F(1+EF)}{I_0} \sum_{t=1}^{n(1+EN)} \frac{1}{[1+r(1+ER)]^t} = 0. \quad (19.18)$$

La sensibilización de la TIR se efectúa calculando los errores EF y EN para distintos valores de las variables, procediendo a determinar el valor de ER que haga a la ecuación igual a cero.

Si se analiza el efecto de una sola variable dejando las demás constantes, se puede apreciar que los errores en la estimación del flujo de caja se encuentran linealmente relacionados con errores en las tasas de rendimiento. En cambio, no sucede así entre los errores en la vida útil y las tasas de rentabilidad.

Si se supone un proyecto con una vida útil estimada en 10 años, con flujos anuales constantes de \$ 1 000 y una inversión inicial de \$ 5 000, mediante la fórmula 19.13 se tiene que:

$$-1 + \frac{1\,000}{5\,000} \sum_{t=1}^{10} \frac{1}{(1+r)^t} = 0.$$

De aquí se obtiene que el rendimiento esperado corresponde a una tasa del 15.09%. Si se asigna un flujo de caja igual al estimado, resulta una relación $F/I_0 = 0.20$ y si a la vida útil estimada en 10 años se asigna una duración de 7 años, se obtiene una sobrestimación de un 30% ($EN = 0.30$). Al aplicar estos datos al modelo de sensibilización, se tiene que:

$$-i + \frac{1\,000}{5\,000} (1 + 0.00)^{\sum_{t=1}^{10} (1+0.30)} \frac{1}{[1+0.1509(1+ER)]^7} = 0.$$

El resultado de la aplicación del modelo indica una disminución en la tasa de rendimiento del 39% ($ER = 0.39$). Pero, si la situación fuera opuesta y se produjese una subestimación de la vida útil en 3 años ($m = 13$ y $EN = 0.30$), resultaría un aumento en la tasa de rendimiento de un 16% ($ER = 0.16$).

El modelo aquí propuesto también se puede aplicar para investigar el efecto de errores combinados; es decir, cuando se producen cambios en más de una variable simultáneamente.

En el mismo ejemplo anterior, pero considerando que el flujo anual de caja es subestimado en 10% ($EF = 0.10$) y la vida útil es subestimada en 30% ($EN = 0.30$), se tiene que:

$$-1 + \frac{1\,000}{500} (1 + 0.10)^{\sum_{t=1}^{10} (1+0.30)} \frac{1}{[1+0.1509(1+ER)]^{13}} = 0.$$

En este caso, ER tiene el valor de 0.32, lo que indica que se ha subestimado en un 32% la tasa interna de retorno del proyecto.

El análisis combinado de los errores en las variables permite la elaboración de una tabla comparativa de sus efectos en la TIR, como la que se indica en el Cuadro 19.2.

Del análisis anterior es posible concluir que la tasa de rendimiento es generalmente más sensible a los errores en el flujo de caja, excepto cuando el proyecto es de corta duración (10 períodos o menos).

Si bien los flujos de caja positivos y negativos de igual valor absoluto inducen a errores positivos y negativos proporcionales en la tasa de rendimiento, no sucede

Cuadro 19.2. Tabla de resultados de combinaciones de errores

EN	EF						
	0.50	0.30	0.10	0.0	0.10	0.30	0.50
-0.5	-2.28	-1.71	-1.22	-0.98	-0.78	-0.37	0.00
-0.3	-1.54	-1.00	-0.59	-0.39	0.19	-0.17	0.52
-0.1	-1.13	-0.67	-0.27	0.09	0.08	0.42	0.74
0.0	-0.98	-0.56	-0.17	0.00	0.17	0.50	0.81
0.1	-0.89	-0.47	-0.10	0.07	0.23	0.55	0.85
0.3	-0.73	-0.32	0.00	0.16	0.32	0.62	0.91
0.5	-0.63	-0.26	0.06	0.22	0.37	0.66	0.94

lo mismo con errores en la duración, pues la tasa de rendimiento es más sensible a los errores negativos de duración que a los positivos.

Manteniendo constante la magnitud de los errores de entrada al modelo, a medida que aumenta la tasa esperada de rendimiento, la magnitud de los errores porcentuales inducidos en la tasa de rendimiento decrece. De esta manera, los proyectos que ofrecen tasas de rendimiento esperadas relativamente grandes son menos sensibles a los errores del flujo de caja y de la duración que los proyectos con tasas esperadas relativamente pequeñas. Esto supone que la incertidumbre que rodea a los parámetros de presupuesto de capital en el caso de proyectos marginales puede ser mayor que en el caso de los proyectos que posean tasas de rentabilidad esperada mayor.

19.5 El modelo de sensibilidad de la utilidad

Este modelo consiste básicamente en analizar las variaciones en la utilidad ante cambios asignados en los precios y volúmenes de venta previamente estimados. Para ello se recurre al análisis del punto de equilibrio, que se expresa en la siguiente ecuación:

$$R = (p \cdot q) - (cv \cdot q) - CF, \quad (19.19)$$

donde:

R = Resultado

p = Precio unitario

q = Volumen de ventas

cv = Costo variable unitario

CF = Costo fijo total

Este modelo permite determinar el comportamiento de la utilidad ante aumentos o disminuciones del precio de venta, con o sin variaciones en la cantidad vendida, o ante precios constantes y variaciones en la cantidad vendida. También permite determinar el monto en que se debería aumentar el precio de venta para mantener constante la utilidad ante una disminución en el volumen de ventas o, viceversa, en cuánto se deberían incrementar las ventas ante bajas en el precio para mantener constante la utilidad.

Resulta claro que esta sensibilización permite analizar el comportamiento esperado de la utilidad ante variaciones en cualquiera de una o más variables de la ecuación de utilidad básica. Así, por ejemplo, será factible determinar qué combinaciones de precio y volumen de ventas permiten alcanzar una determinada utilidad (incluyendo el punto de equilibrio al considerar la utilidad igual a cero).

Supóngase, por ejemplo, que se proyectan ventas para el próximo período de 1.050 kilos de un producto cualquiera, a un precio unitario de \$ 75; que los costos variables por kilo son de \$ 34, y que los costos fijos totales son de \$ 39 100.

El análisis de sensibilidad permite responder, entre otras muchas interrogantes, las siguientes:

a) ¿Cómo afectaría a la utilidad una disminución o aumento de 50, 100 y 150 kilos en las ventas, si el precio se mantiene constante?

El siguiente cuadro presenta el efecto de asignar cambios en la cantidad al modelo de sensibilización de la ecuación 19.20, donde R es la incógnita para valores de p, cv y CF estimados, conocidos y constantes y para valores de q optativos.

Cuadro 19.3. Tabla de sensibilización de las utilidades

PRECIO	VOLUMEN DE VENTAS	INGRESOS POR VENTA	COSTO TOTAL	UTILIDAD
75	1 200	90 000	79 900	11 100
75	1 150	86 250	78 200	8 050
75	1 100	82 500	76 500	6 000
*75	1 050	78 750	74 800	3 950
75	1 000	75 000	73 100	1 900
75	950	71 250	71 400	-150
75	900	67 500	69 700	-2 200

b) ¿Cuánto debería variar el precio para mantener constante la utilidad ante una disminución y aumento de 50, 100 y 150 kilogramos en el volumen de ventas?

Modificando la fórmula 19.19 para despejar la variable p, se obtiene la siguiente ecuación:

$$p = \frac{R + (cv \cdot q) + CF}{q} \quad (19.20)$$

Al asignar los cambios en las variables en esta fórmula, se obtiene la variación necesaria en los precios para mantener constante la utilidad. El Cuadro 19.4 resume los resultados determinados:

Cuadro 19.4. Tabla de sensibilización del precio

UTILIDAD	VOLUMEN DE VENTAS	COSTO TOTAL	INGRESO POR VENTA	PRECIO
\$ 3 950	1 200	\$ 79 900	\$ 83 850	\$ 69.96
3 950	1 150	78 200	82 150	71.43
3 950	1 100	76 500	80 450	73.14
3 950	1 050	74 800	78 750	75.00
3 950	1 000	73 100	77 050	77.05
3 950	950	71 400	75 350	79.32
3 950	900	69 700	73 750	81.94

En este caso, a partir de la utilidad deseada se ha determinado, a base de modificaciones en los volúmenes de venta, los diferentes precios que permiten cumplir con la restricción.

Ante aumentos y disminuciones de ventas de igual magnitud, no existe la misma proporcionalidad en los precios para mantener la utilidad constante. Por ejemplo, un aumento de 150 kg frente a lo estimado originalmente (1.050 kg) implica una disminución de precios de \$ 5.1 (de \$ 75 a \$ 69.9). En cambio, una disminución de 150 kg implica un aumento de precio de \$ 6.9 (de \$ 75 a \$ 81.9).

c) ¿Cuánto debería variar el volumen de ventas ante una disminución y aumento en el precio de \$ 5, \$ 10 y \$ 15, para mantener constante la utilidad?

Modificando la fórmula 19.20 para despejar la variable q , se obtiene la siguiente ecuación:

$$q = \frac{R + CF}{p - cv} \quad (19.21)$$

Al aplicar esta fórmula, se obtiene los resultados que se muestran en el Cuadro 19.5.

Cuadro 19.5. Tabla de sensibilización de la cantidad

UTILIDAD	PRECIO	VOLUMEN DE VENTAS
3 950	90	769
3 950	85	845
3 950	80	936
3 950	75	1 050
3 950	70	1 196
3 950	65	1 389
3 950	60	1 656

Igual que en el caso anterior, se ha determinado el nivel de ventas necesario para mantener la utilidad en \$ 3 950 ante cambios en el precio de venta.

d) ¿Cómo se afectaría la utilidad ante un aumento y una disminución del 5% en los costos variables?

Tomando como base la fórmula 19.19, se puede elaborar el Cuadro 19.6, que muestra los cambios esperados en la utilidad.

Cuadro 19.6. Tabla de sensibilización de la utilidad ante cambios en los costos variables

COSTO VARIABLE	PRECIO	VOLUMEN DE VENTA	COSTO TOTAL	INGRESO TOTAL	UTILIDAD
35.7	75	1 050	76 585	78 750	2 165
34.0	75	1 050	74 800	78 750	3 950
32.3	75	1 050	73 015	78 750	5 735

Una reducción en un 5% del costo variable hace, en este caso, que la utilidad se incremente en un 45.1%. Si el costo variable se incrementara en 5%, la utilidad bajaría en un 45.1%.

Este tipo de análisis de sensibilidad debe emplearse como indicador para posteriores análisis de las variables críticas y antes de plantearlo en términos de VAN y TIR con el propósito de utilizar mejor el tiempo. De todas maneras, los supuestos de flujo cambian en cada uno de estos casos.

19.6 Usos y abusos de la sensibilidad

Aunque pueden parecer obvios los usos del análisis de sensibilidad después de revisar las principales técnicas de su aplicación, es necesario insistir sobre determinados aspectos que no han sido explicados aún. Básicamente, la sensibilización se realiza para evidenciar la marginalidad de un proyecto, para indicar su grado de riesgo o para incorporar valores no cuantificados.

Determinar la marginalidad de un proyecto es relevante, puesto que el monto del VAN calculado no representa una medida suficiente para calcular la proporcionalidad de los beneficios y costos del proyecto. El análisis de sensibilidad muestra cuán cerca del margen se encuentra el resultado del proyecto, al permitir conocer si un cambio porcentual muy pequeño en la cantidad o precio de un insumo o del producto hace negativo el VAN calculado. Si así fuese, el proyecto sería claramente marginal.

Teóricamente, no es importante conocer la marginalidad de un proyecto si no existe incertidumbre. Sin embargo, al ser el flujo de caja sobre los que se basa la evaluación el resultado de innumerables estimaciones acerca del futuro, siempre será necesaria su sensibilización.

De aquí se desprende cómo se puede emplear este análisis para ilustrar lo riesgoso que puede ser un proyecto. Si se determina que el valor asignado a una variable es muy incierto, se precisa la sensibilización del proyecto a los valores probables de esa variable. Si el resultado es muy sensible a esos cambios, el proyecto es riesgoso.

El análisis de sensibilidad, en estos términos, es útil para optar por profundizar el estudio de una variable en particular o, a la inversa, para no profundizar más su estudio si, por ejemplo, se determina que el resultado del proyecto es insensible a determinada variable. En este caso, no se justifica ser perfeccionista para calcular exactamente un valor que se sabe es irrelevante. En general, mientras mayor sea un valor y más cercano esté el período cero* en el tiempo, más sensible es el resultado a toda variación porcentual en la estimación.

Aun incorporando variables cualitativas en la evaluación, es preciso que éstas sean de alguna forma expresadas cuantitativamente. Esto mismo hace que el valor asignado tenga un carácter incierto, por lo que se requiere su sensibilización.

Si bien el análisis de sensibilidad facilita el estudio de los resultados de un proyecto, su abuso puede conllevar serias deficiencias de la evaluación. Hay un abuso del análisis de sensibilidad cuando el evaluador lo usa como excusa para no intentar cuantificar cosas que se podrían haber calculado. Lo mismo sucede cuando el informe presenta solamente un conjunto complicado de interrelaciones entre valores cambiantes, omitiendo proporcionar una orientación. Es preciso que

el evaluador asuma un papel de consejero frente al inversionista, sirviéndose del análisis de sensibilidad como de un complemento para su objetivo de recomendación de la aceptación o rechazo del proyecto.

19.7 Resumen

En este capítulo se presentaron los diversos mecanismos por los que se puede efectuar una sensibilización de los resultados de la evaluación frente a cambios en las variables del proyecto. La sensibilización, si bien permite incorporar de alguna manera el factor riesgo, no debe tomarse como un procedimiento para simplificar la cuantificación de las estimaciones del proyecto.

Dependiendo del número de variables que se sensibilicen simultáneamente, el análisis puede clasificarse como unidimensional o multidimensional. En el análisis unidimensional, la sensibilidad se aplica a una sola variable, mientras que en el multidimensional se examinan los efectos incorporando dos o más variables simultáneamente.

El análisis unidimensional consiste en determinar hasta qué punto se puede modificar una variable para que el proyecto siga siendo rentable. El modelo multidimensional determina el resultado frente a cambios de alternativa en las variables. Estos dos modelos se aplican al VAN del proyecto.

Aunque en este capítulo se trató la sensibilidad de las variables de carácter económico, también es posible ampliarlo a todos los estudios de la preparación del proyecto. Por ejemplo, a la localización, tamaño y demanda, entre otros aspectos.

Los principales modelos tratados aquí abarcan la sensibilización del valor actual neto, tasa interna de retorno y utilidad. Sin embargo, el criterio central que se intentó proporcionar hace posible diseñar cualquier modelo específico para situaciones diferentes de las consideradas. La lógica que da fundamento a estos criterios así lo permite.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. El análisis unidimensional de la sensibilización del VAN, si bien da una pauta para la evaluación de los rangos de variación en las variables, no es un adecuado instrumento de medición del riesgo, porque no considera probabilidades de ocurrencia en las variables que condicionan el resultado. Comente.
2. Al aplicar el análisis de sensibilidad unidimensional sobre el VAN o la TIR, se llega necesariamente a idénticos resultados. Comente.
3. Si al sensibilizar el valor actual se obtiene un porcentaje de variación de -99%, el proyecto sigue siendo rentable, pues el resultado, si es positivo, debería variar en -100% para que recién se iguale a cero. Comente.
4. Analice la fórmula que sigue e indique en qué casos es posible su aplicación a la sensibilización.

$$I_0 = \left[\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{D_t}{(1+i)^t} \right] (1-j) + \sum_{t=1}^n \frac{D_t}{(1+i)^t},$$

donde:

I_0 = Inversión inicial

Y_t = Ventas del período t

E_t = Costos de venta y gastos de venta y administrativos, sin incluir depreciación ni gastos financieros, en el período t

D_t = Depreciación y gastos financieros del período t

j = Tasa impositiva

- La sensibilización de la utilidad no tiene una aplicación práctica efectiva, ya que no considera el efecto del valor tiempo del dinero ni los flujos de caja efectivos generados por el proyecto. Comente.
- Determine el precio máximo que se podría pagar por la materia prima para que el proyecto siga siendo rentable, si se dispone de los siguientes antecedentes:

$$\sum_{t=1}^{10} \frac{p^p \cdot q_t^p}{(1+i)^t} = 1\,200\,000,$$

$$\sum_{t=1}^{10} \frac{p^{mp} \cdot q_t^{mp}}{(1+i)^t} = 2\,400 p^{mp},$$

$$\sum_{t=1}^{10} \frac{E_t}{(1+i)^t} = 465\,000,$$

$$\sum_{t=1}^{10} \frac{p^p \cdot \hat{q}_t^p}{(1+i)^t} = 1\,200\,000,$$

$$\sum_{t=1}^{10} \frac{p^{mp} \cdot \hat{q}_t^{mp}}{(1+i)^t} = 2\,300 p^{mp},$$

$$\sum_{t=1}^{10} \frac{\hat{C}_t}{(1+i)^t} = 440\,000,$$

$$I_0 = 60\,000,$$

$$j = 35\%.$$

- En referencia a la pregunta anterior, ¿cómo explica la diferencia entre

$$\sum_{t=1}^{10} \frac{p^{mp} \cdot q_t^{mp}}{(1+i)^t} \quad \text{y} \quad \sum_{t=1}^{10} \frac{p^{mp} \cdot \hat{q}_t^{mp}}{(1+i)^t} ?$$

CASO: COMPAÑIA EL TRONCO

El Sr. José Rapallo, ingeniero forestal, de 40 años de edad, poseía una finca maderera, con 3.500 hectáreas plantadas con distintas variedades coníferas, con dominio de la especie de pino *radiata*.

Rapallo descendía de una familia que siempre había estado vinculada al sector forestal. Su padre, Nicanor Rapallo, había sido el dueño y fundador de la Compañía Exportadora de Maderas (CEM), empresa que realizaba la totalidad de sus exportaciones de madera en bruto, ya que no contaban con la tecnología necesaria para elaborarla.

Esta última situación provocó que dicha compañía perdiera parte importante del mercado, dado que los principales compradores, las naciones del Oriente medio, demandaban productos con mayor grado de elaboración.

En el año en curso, por la muerte de don Nicanor, su hijo José asumió la presidencia de CEM, encontrándose con la desagradable sorpresa de que, debido a la falta de tecnología y al tipo de cambio fijo que había regido la economía del país durante 3 años, la compañía se encontraba en una delicada situación financiera, lo cual imposibilitaba destinar recursos propios para un proyecto que José Rapallo tenía pensado implementar para aprovechar la capacidad productiva de su finca. Tal proyecto consistía en la construcción de un aserradero que produjera madera aserrada para el mercado interno y madera elaborada para los mercados interno y externo, la que sería de mucho mejor calidad.

El último estudio que había realizado Rapallo le indicaba que las posibilidades de producción más ciertas eran:

- a) 30% producción de madera aserrada para el país;
- b) 20% producción de madera elaborada para el país;
- c) 50% producción de madera elaborada para exportarla.

La capacidad máxima de extracción (bosques útiles) era de 2 millones de pulgadas métricas para toda la vida del proyecto. Anteriormente se habían estado realizando reiteradas visitas a aserraderos de la zona, con el objeto de determinar los costos de producción de la pulgada métrica y su interrelación con otras variables, lográndose determinar que los costos de producción (anexo No. 1) tenían una directa relación con los precios de venta, los que se incrementaban en un 10% anual, en promedio.

Convencido ya de la factibilidad del proyecto, Rapallo decidió ir a visitar a su buen amigo Ramón Alcatena, gerente de la Corporación Nacional para el Fomento Forestal.

Ambos amigos, después de almorzar juntos, se sentaron a intercambiar opiniones acerca de la posibilidad de financiar el proyecto.

“Es realmente interesante tu proyecto, José”, planteó el Sr. Alcatena. “Creo que considerando los precios existentes en el mercado (anexo No. 2), el proyecto tendría que ser rentable”.

“A mí no me cabe duda, Ramón”, dijo José. “El problema es que, dada la situación financiera de CEM, es imposible financiar el proyecto con recursos propios. Tienes que considerar que son necesarios \$ 1 392 000 para echar a andar el proyecto. Lógicamente, tú comprenderás que ningún banco va a estar dispuesto a financiar dicho monto, dadas las pocas garantías que puede ofrecer CEM. Por eso he venido a verte, ya que sé que la corporación que tú diriges tiene fondos disponibles para financiar proyectos como el mío”.

“Es cierto, José, pero estos fondos también requieren de respaldos. No es que yo dude de tu persona; tú bien sabes que tu padre y el mío eran como hermanos, al igual que nosotros. Pero yo tengo que responder frente a la Corporación por los recursos que asigno”.

“De acuerdo, Ramón, pero tú puedes aceptar mi finca como garantía”.

“Sí, en efecto, José, ese es un punto a tu favor; pero aún así, las condiciones de plazo, la tasa de interés y los periodos de gracia tienen que estar acordes con las normas que rigen a esta corporación para asignar dichos recursos”.

“En definitiva, ¿qué debo hacer entonces, Ramón?”

“Mira José, preséntame tu proyecto, y haz un análisis de sensibilidad con tasas de interés, períodos de gracia y plazos”.

“Pero, ¿tú me dirás dentro de qué rangos me tengo que mover, Ramón?”

“Lógicamente. Observa este cuadro y llévate una copia”.

El cuadro era el siguiente:

ALTERNATIVAS

	1	2	3
Tasa de interés	12%	10%	11.5
Período de gracia	2 años	3 años	1 año
Plazo	10 años	11 años	6 años

“Lo que tienes que llegar a determinar es tu producción mínima anual para cumplir con las condiciones de plazo, amortizaciones e intereses para cada una de las alternativas, y así poder determinar cuál es el financiamiento óptimo para tu proyecto”.

“Realmente te agradezco tu interés, Ramón. Mañana te presentaré esta información”.

Anexo 1

Costos de producción

Costo de madera aserrada, venta en el país: 30% del precio de venta

Costo de madera elaborada, venta en el país: 30% del precio de venta

Costo de madera elaborada, para exportar: 50% del precio de venta

Fuente: Asociación Nacional de Aserraderos del Sur.

Anexo 2

Precio de venta

Pulgada aserrada, país:	\$0.83
Pulgada elaborada, país:	\$1.29
pulgada elaborada, exportación:	\$1.96

Fuente: Precios promedios extraídos del último estudio de la Corporación Nacional para el Fomento Forestal.

BIBLIOGRAFIA

HOUSE, W.C. “The Usefulness of Sensitivity Analysis in Capital Investment Decisions”, *Management Accounting* 47 (6), 1966.

HUEFNER, Roland. “Analyzing and Reporting Sensitivity Data”, *The Accounting Review*, octubre 1971.

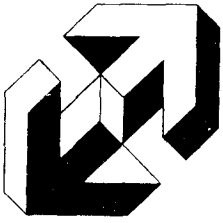
JOY, M. y BRADLEY, T. “A note on Sensitivity Analysis of Rates of Return”, *The Journal of Finance* 28 (5), 1973.

MANES, Rene. “A New Dimension to Breakeven Analysis”, *The Journal of Accounting Research* 4 (1), 1966.

MITCHEL, G.B. “Breakeven Analysis and Capital Budgeting”, *The Journal of Accounting Research* 7 (2), 1969.

SAPAG, Nassir. “Un modelo alternativo de sensibilización de proyectos”, *Proyección* (Perú), marzo 1983.

- . *Modelos de sensibilización para el análisis de inversión*. Santiago: Universidad de Chile, Depto. de Administración, 1980.
- SOLOMON, Martín. "Incertidumbre y su efecto sobre el análisis de la inversión de capital". En WESTON, J. y WOODS, D., eds., *Teoría de la financiación de la empresa*. Barcelona: Gili, 1970.
- WHISLER, William. "Sensitivity Analysis of Rates of Return", *The Journal of Finance* 31 (1), 1976.



PARTE VII

ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

CAPITULO 20

FLUJOS RELEVANTES

En los capítulos anteriores se analizaron los elementos y consideraciones formales que estructuran un estudio de inversión a través de un procedimiento lógico y sistemático que manifiesta su importancia en el mayor grado de confiabilidad que confiere a sus resultados.

En este capítulo se analizan aquellas decisiones de inversión que, dadas sus características particulares, no requieren de la secuencia metodológica presentada para definir, cuantificar y evaluar las alternativas de inversión posibles. Muchas de estas decisiones, que involucran seleccionar una de varias opciones posibles, pueden tomarse reduciendo a bases cuantitativas comparables las consecuencias económicas de cada una de ellas para su evaluación. Este proceso se fundamenta en el análisis de los ingresos y costos que son significativos o relevantes para la comparación. Especialmente importante será para el análisis de decisiones de reemplazo, de ampliación, fabricar o comprar, arrendar o comprar, de abandono de una línea de producto, etcétera. Se trata en este capítulo el uso de los flujos relevantes para tomar decisiones de inversión.

20.1 Información de costos para la toma de decisiones

Aunque diversos términos, conceptos y clasificaciones se han desarrollado e incorporado a la contabilización de costos tradicionales para que proporcionen información válida y oportuna para la toma de decisiones, siguen siendo los costos no contables los más utilizados cuando debe optarse por una de varias alternativas.

Mientras que los costos contables son útiles en ciertos campos de la administración financiera de una empresa o para satisfacer los requerimientos legales y tributarios, los costos no contables buscan medir el efecto neto de cada alternativa en el resultado. Inclusive, hay costos de obvio significado para el análisis que no se obtienen de los estados contables. Es el caso, por ejemplo, de los costos fijos a largo plazo y los costos de oportunidad, que no sólo deben considerarse en la decisión, sino que probablemente tendrán una influencia marcada en los resultados.

Lo anterior no excluye, sin embargo, la validez y uso de la estructura de un sistema contable, puesto que para la toma de decisiones se requerirá adicionalmente de ella para determinar los efectos reales de los costos que se desea medir en una situación determinada.

20.2 Costos diferenciales

La diferencia en los costos de cada alternativa que proporcione un retorno o beneficio similar determinará cuál de ellas debe seleccionarse. Estos costos, denominados diferenciales, expresan el incremento o disminución de los costos totales que implicaría la implementación de cada una de las alternativas, en términos comparativos respecto a una situación tomada como base y que usualmente es la vigente. En consecuencia, son los costos diferenciales los que en definitiva deberán utilizarse para tomar una decisión que involucre algún incremento o decrecimiento en los resultados económicos esperados de cada curso de acción que se estudie.

Este concepto puede fácilmente ejemplificarse considerando una producción especial extraordinaria para servir un pedido adicional al programa de producción normal de una empresa. Generalmente, el costo diferencial estará dado exclusivamente por el costo variable de producción de esas unidades adicionales, puesto que puede suponerse que los costos fijos permanecerán constantes. Es decir, el costo relevante de la decisión de aceptación de una orden de producción de un pedido adicional debería aceptarse si el ingreso que reporta la operación cubre los costos variables, que son los únicos costos en que se incurrirá en exceso de los actuales si se acepta el pedido. Si los costos fijos se vieran incrementados, el aumento ocasionado por este pedido sería parte del costo diferencial y relevante para considerar en la decisión.

Para aclarar el concepto, supóngase la siguiente situación de una empresa que recibe un pedido especial de 7.000 unidades de un producto cualquiera:

Capacidad máxima de producción	96.000	unidades/mes
Capacidad en uso actual	82.000	unidades/mes
Estructura de costos:		
Materias primas	\$ 3,50	por unidad
Mano de obra directa	4,00	por unidad
Costos indirectos de fabricación variables	6,10	por unidad
Costos indirectos de fabricación fijos*	472 500,00	
Gastos de venta variables**	1,30	por unidad
Gastos de venta fijos	122 000,00	
Gastos administrativos	108 000,00	

*Incluye \$ 59 000 de depreciación.

**Comisiones a vendedores.

Si se hace abstracción, por el momento, del factor impuestos, ¿cuál será el precio mínimo que debería cobrar la empresa por producir y vender el pedido especial?

En primer lugar, según lo indicado, se debe identificar las partidas de costos diferenciales. Tanto la materia prima como la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación variables son, obviamente, diferenciales, puesto que producir una unidad adicional obliga a incurrir en esos costos respectivos.

Los costos de fabricación fijos, independientemente de qué factores los compongan, son un tipo de costo en el que se deberá incurrir, se acepte o no el pedido adicional. Luego, no son un costo diferencial.

Respecto a los gastos de venta variables, es posible dar por supuesto que no se incurrirá adicionalmente en ellos, puesto que la empresa recibió un pedido especial, por lo que no corresponde un gasto especial en comisiones de venta. La información respecto a si es un costo diferencial o no es fácilmente obtenible en cualquier proyecto o empresa. En este caso se ha querido demostrar, lo que pronto se analizará, que no todos los costos variables que entrega la contabilidad son relevantes o diferenciales.

Los gastos de venta y los administrativos son fijos e independientes del nivel de producción, dentro de los límites de la capacidad máxima instalada. En consecuencia, ambos son irrelevantes para la decisión.

De lo anterior se puede extraer los siguientes costos diferenciales:

Materias primas	\$ 3.50
Mano de obra directa	4.00
Costo indirecto de fabricación variable	6.10
<u>Total costos diferenciales unitarios</u>	<u>\$13.60</u>

Por lo tanto, el costo adicional de producir 7.000 unidades extras es de \$ 95 200. Cualquier precio superior a \$ 13.60 por unidad será beneficioso para la empresa.

Nótese que no se ha considerado ningún costo de oportunidad como relevante, porque se supuso que existía cierta capacidad ociosa que no hacía sacrificar producciones de alternativa para cumplir con el pedido extraordinario, ni desviar la asignación de otros recursos actualmente en uso.

Respecto al impuesto, hay normalmente un tributo adicional por toda venta con ganancias. La forma de incluir este factor en el análisis es calculando el monto de impuesto pagadero en la situación actual y lo que significaría en incremento si se aceptase el pedido. En ambos casos, para determinar el incremento, se efectúa un cálculo netamente contable, ya que es sobre esta base como se pagarán esos impuestos.

Puesto que muchas de las partidas de costo no variarán al implementar alguna operación como alternativa de la actual, deberán excluirse de la regla de decisión, tal como se hizo en el ejemplo anterior. En otras palabras, sólo son relevantes aquellas partidas de costo que son diferentes entre cada alternativa estudiada y una situación base de comparación. En la regla de decisión se deberá tomar en consideración sólo el efecto neto, es decir, la variación neta de costos resultante de la comparación.

En el ejemplo anterior se aprovechó de mostrar que los costos diferenciales no son necesariamente lo mismo que los costos variables, aunque pueden coincidir. Mientras los costos variables son aquellos que varían directamente con el volumen de producción, los costos diferenciales se refieren a las alternativas específicas en análisis, pudiendo o no coincidir con las variables. En muchos casos puede esperarse también que los costos fijos cambien. Por ejemplo, si el cambio en el nivel de actividad implica variar el número de supervisores, equipos, seguros u otros, la variación de estos costos fijos será relevante, tanto si redundan en aumentos como en ahorros de costos.

20.3 Costos futuros

Cualquier decisión que se tome en el presente afectará a los resultados futuros.

Por su parte, los costos históricos, por el hecho de haberse incurrido en ellos en el pasado, son inevitables. Por lo tanto, cualquier decisión que se tome no hará variar su efecto como factor del costo total. El caso más claro de un costo histórico irrelevante es la compra de un activo fijo. En el momento en que se adquirió dejó de ser evitable, y cualquiera sea la alternativa por la que se opte, la inversión ya extinguida no será relevante.

Los costos históricos en sí mismos son irrelevantes en las decisiones, puesto que por haber ocurrido no pueden recuperarse. Es preciso cuidarse de no confundir el costo histórico con el activo o el bien producto de ese costo, que sí pueden ser relevantes. Esta sería la situación de un activo comprado en el pasado, sobre el cual pueda tomarse una decisión a futuro que genere ingresos si se destina a usos optativos, como su venta, arriendo u operación. En estos casos, el factor relevante siempre será qué hacer a futuro. En ninguna evaluación se incorpora como patrón o elemento de medida la inversión ya realizada.

Aunque en palabras resulte claro y lógico el planteamiento, en la práctica no es siempre así. Muchos inversionistas no se deciden a abandonar un proyecto en consideración del alto volumen de inversión realizada, que no se resignan a perder. Desgraciadamente, no visualizan que abandonar oportunamente significa, en la gran mayoría de los casos, no aumentar la pérdida.

En otros casos se da la situación inversa, es decir, optan por abandonar en circunstancias de que continuar, si bien no reporta utilidad, permite minimizar la pérdida. Un ejemplo aclarará este concepto.

Supóngase que una compañía fabrica dos artículos diferentes en procesos productivos aislados, pero con actividades administrativas y de venta centralizadas. Las proyecciones financieras para el próximo año entregan los estados del Cuadro 20.1, que deberán analizarse para determinar la conveniencia de cerrar una de las plantas:

Supóngase, además, que los \$ 250 000 de gastos generales de administración se asignan a las plantas sobre la base de las ventas. Si se cierra la planta B, se estima que se podrá reducir estos gastos a \$ 180 000.

El espacio ocupado por la planta B podría alquilarse en \$ 200 000 anuales. No hay otra alternativa de uso más rentable.

Los gastos de venta fijos de la compañía ascienden a \$ 250 000, que se asignan

Cuadro 20.1. Estados de resultados comparados de dos plantas

	PLANTA A	PLANTA B
Ventas	\$ 2 000 000	\$ 3 000 000
Costo de ventas		
Mano de obra directa	450 000	930 000
Materias primas	760 000	1 020 000
Suministros	90 000	140 000
Mano de obra indirecta	70 000	160 000
Fuerza motriz	20 000	130 000
Depreciación	100 000	200 000
Utilidad bruta	510 000	420 000
Gastos de venta	230 000	310 000
Gastos generales de administración	100 000	150 000
UTILIDAD NETA	\$ 180 000	\$ (40 000)

a las plantas también sobre la base de las ventas. La diferencia en cada planta corresponde a comisiones sobre ventas.

Cuadro 20.2. Costos y beneficios diferenciales

	BENEFICIOS	COSTOS
Disminución de ingresos por venta		\$ 3 000 000
Ahorro en costos de venta, excluyendo depreciación	\$ 2 380 000	
Ahorro en gastos de venta	160 000	
Ahorro en gastos generales de administración	70 000	
Ingresos adicionales por alquiler	200 000	
TOTALES	\$ 2 810 000	\$ 3 000 000
Pérdidas por cierre		\$ (190 000)

se podrá elaborar el flujo de caja relevante correspondiente al reemplazo, el cual deberá ser comparado, una vez actualizado, con el monto de la inversión adicional corregido según el valor residual de liquidación del equipo antiguo.

20.6 Elementos relevantes de costos

El análisis precedente ha pretendido aclarar el concepto de costo relevante para la toma de decisiones, pero sin entrar a identificar aquellos costos que normalmente serán pertinentes.

Aunque es posible, en términos genéricos, clasificar ciertos ítems de costos como relevantes, sólo el examen exhaustivo de aquéllos que influyen en el proyecto posibilitará catalogarlos correctamente. Para identificar las diferencias inherentes a las alternativas, es recomendable que previamente se establezcan las funciones de costos de cada una de ellas. De su comparación resultará la eliminación, para efectos del estudio, de los costos inaplicables.

Si hubiera que dirigir el estudio de las diferencias de costos, los siguientes deberían ser considerados prioritariamente:

- Variaciones en los estándares de materia prima
- Tasa de salario y requerimientos de personal para la operación directa
- Necesidades de supervisión e inspección
- Combustible y energía
- Volumen de producción y precio de venta
- Desperdicios o mermas
- Valor de adquisición
- Valor residual del equipo en cada año de su vida útil restante
- Impuestos y seguros
- Mantenimiento y reparaciones

La lista anterior es fácil de complementar. Sin embargo, es necesario insistir sobre el costo de oportunidad externo a las alternativas que pudiera repercutir en forma diferente en cada una de ellas. Si bien puede ser el costo más complejo de cuantificar, es imprescindible para tomar la decisión adecuada.

Todos estos costos, como ya antes se indicó, se deben considerar en términos reales y para ello debe incorporarse el factor tiempo en el análisis. Todo cálculo de la rentabilidad comparada de las alternativas obliga a la consideración de los costos en función de un flujo proyectado. El cálculo de la rentabilidad sigue los procedimientos usuales indicados en el capítulo 18, aunque la base de los antecedentes se exprese en valores diferenciales.

20.7 Costos sepultados

Una clase de costos que más comúnmente se consideran en una decisión, a pesar de ser irrelevantes, son los llamados costos "sepultados".

Un costo se denomina sepultado si corresponde 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 debe

responder la empresa independientemente de las alternativas que enfrente en un momento dado.

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 que se enfrenta la decisión. En este caso, la relevancia se produce por la variabilidad que ocasionaría el valor del dinero en el tiempo.

Fácilmente se podrá apreciar que un costo sepultado puede consistir tanto en un costo fijo como en uno variable.

20.8 Costos pertinentes de producción

El uso más frecuente del análisis de costos pertinentes se desarrolla en lo que se relaciona con las decisiones de fabricación. Dentro de éstas, son fundamentales las de optar por fabricar o comprar, seleccionar la mezcla óptima de producción y minimizar la inversión en inventarios. A estos casos se hará referencia en esta sección. Hay, sin embargo, otras áreas de decisión tan importantes como las señaladas, pero menos frecuentes en la práctica, que se refieren a la localización de la planta, selección de alternativas de uso de materias primas, abandono de una línea de productos y otras.

Entre los casos señalados, la decisión de fabricar o comprar puede parecer más simple de lo que realmente es. La decisión de fabricar requiere de inversiones en capital. Por lo tanto, aunque parece claro que ésta debería adoptarse cuando los ahorros de los costos esperados tienen un rendimiento sobre la inversión mayor que el que podría esperarse de una inversión de alternativa, hay dificultades serias en la determinación de los costos pertinentes a la decisión. Al exigirse la consideración de proyecciones económicas en el tiempo surgen, adicionalmente, los problemas de la estimación de las variables futuras. Pero, al margen de esto, hay costos de difícil cuantificación. Por ejemplo, si la fabricación implica hacer uso de espacios existentes, será necesario estimar el beneficio que reportaría su uso en otra alternativa. Si se considera la alternativa de fabricar, será necesario proyectar costos de adquisición, remuneraciones, costos indirectos de fabricación y otros que le otorgan, en conjunto, un carácter de proyecto con todas las connotaciones analíticas señaladas en todo este libro.

El análisis para seleccionar la mezcla óptima de producción es, generalmente, menos complejo. Si bien presenta también limitaciones respecto a la necesidad de estimar todas las variables del mercado, el estudio se centra prácticamente en el margen de contribución. Ello se debe a que, frente a costos fijos inevitables para cualquier mezcla de producción, los factores pertinentes serían el precio y los costos variables. Sin embargo, no se debe descuidar los costos fijos que pudieran cambiar con distintas alternativas de mezclas, la cantidad de productos vendidos de cada componente de cada mezcla que condicionará el beneficio neto de la decisión, ni los otros factores señalados previamente en este capítulo.

El análisis de costos pertinentes en la determinación del tamaño óptimo del inventario debe dirigirse a estudiar los costos que varían en función del lote de compra y los costos de mantenimiento de inventarios. Muchos costos relativos a inventarios son variables. Sin embargo, pocos son los que deben considerarse para una decisión. Ya se han señalado los criterios generales para determinar su inclu-

sión. Es preciso, sí, destacar un elemento particular de costos relevante que se desprende del hecho de que los inventarios constituyen una inversión. Debido a esto, se deberá considerar un interés sobre los costos de incremento evitables, para asignar su parte correspondiente al costo de oportunidad de los fondos invertidos. Dada la enorme cantidad de alternativas de tamaño de inventarios que se presentan en una empresa con muchos ítems inventariables, los costos pertinentes pueden calcularse respecto a los artículos de mayor valor. Normalmente, no más del 20% de los artículos representan sobre el 80% de la inversión en inventarios.

20.9 Flujos relevantes: decisiones de reemplazo de equipos

El análisis de decisiones de reemplazo caracteriza al estudio de proyectos de empresas existentes. Muchos elementos del flujo de ingresos y egresos serán comunes para la situación actual sin proyecto de reemplazo y la situación que motiva el estudio del proyecto de reemplazo. Por ejemplo, si se investiga la conveniencia de renovar los equipos computacionales, muchos gastos actuales permanecerán constantes en ambas situaciones, como la remuneración del gerente general, los ingresos por venta del producto, el costo del arriendo, entre otros. Estos costos e ingresos comunes no influirán en la decisión de reemplazo. Sin embargo, sí lo harán aquellos ítems que impliquen cambios en la estructura de costos o en los ingresos del proyecto.

Si bien no es posible generalizar al respecto, se puede intentar señalar aquellos factores que comúnmente son relevantes para la decisión por su carácter diferencial entre las alternativas en análisis. Así, por ejemplo, deberá incluirse el monto de la inversión del equipo de reemplazo, el probable ingreso que generaría la venta del equipo antiguo y el efecto tributario de la utilidad o pérdida contable que pudiera devengar, los ahorros de costos o mayores ingresos, el mayor valor residual que puede determinar la compra del equipo nuevo y los efectos tributarios que se podrían producir por las mayores utilidades o pérdidas contables, tanto por los cambios en los ingresos o egresos como por los cambios en la depreciación y en la cuantía de los gastos financieros ocasionados por el reemplazo.

El análisis de los antecedentes para tomar una decisión podrá efectuarse por dos procedimientos alternativos. El primero de ellos, de más fácil comprensión, consiste en proyectar por separado los flujos de ingresos y egresos relevantes de la situación actual y los de la situación nueva. El otro, más rápido pero de más difícil interpretación, busca proyectar el flujo incremental entre ambas situaciones. Obviamente, ambas alternativas conducen a idéntico resultado.

Supóngase, para ejemplificar, que una empresa en funcionamiento está estudiando la posibilidad de reemplazar un equipo de producción que actualmente utiliza, por otro que permitirá reducir los costos de operación. El equipo antiguo se adquirió hace 2 años en \$ 1 000 000. Hoy podría venderse en \$ 700 000. Sin embargo, si se continúa con él, podrá usarse por 5 años más, al cabo de los cuales podrá venderse en \$ 100 000.

La empresa tiene costos de operación asociados al equipo de \$ 800 000 anuales y paga impuestos de un 10% sobre las utilidades.

Si compra el equipo nuevo, por un valor de \$ 1 600 000, el equipo actual quedará fuera de uso, por lo que podría venderse. El nuevo equipo podrá usarse durante

5 años antes de tener que reemplazarlo. En ese momento podrá venderse como desecho por \$ 240 000. Durante el período de uso, permitirá reducir los costos de operación asociados al equipo en \$ 300 000 anuales.

Todos los equipos se deprecian anualmente en un 20% de su valor, a partir del momento de su adquisición.

Con estos antecedentes, se puede proyectar los flujos de caja de la situación actual y de la circunstancia que incorpora el reemplazo. En ambos casos, se incorporan los movimientos efectivos de caja. Nótese que en la situación actual no hay inversión en el momento cero, puesto que el equipo se adquirió hace 2 años. Por la misma razón la depreciación sólo debe considerarse para los próximos 3 años, ya que ya lleva dos depreciándose. En caso de optar por el reemplazo, se debe incorporar en el momento cero el ingreso por la venta del equipo actual y el impuesto a pagar por la utilidad en la venta. Dado que costó \$ 1 000 000 hace 2 años, aún tiene un valor contable de \$ 600 000. Como se vende en \$ 700 000, debe pagarse el 10% de impuesto sobre la utilidad contable de \$ 100 000*. El valor en libros debe volver a sumarse, ya que no representa una egreso de caja.

En los Cuadros 20.3 y 20.4 se muestran los dos flujos proyectados. En ambos se excluyen los ingresos en consideración a su irrelevancia para la decisión, la cual deberá seleccionar la opción de menor costo actualizado. El Cuadro 20.5, muestra la variación en los costos entre una y otra alternativa.

Cuadro 20.3. Flujo relevante sin reemplazo

	0	1	2	3	4	5
Ventas relevantes						
Egresos		(800)	(800)	(800)	(800)	(800)
Depreciación		(200)	(200)	(200)		
Valor desecho						100
Valor en libros						(0)
Utilidad antes impuesto		(1 000)	(1 000)	(1 000)	(800)	(700)
Impuesto (ahorro)		100	100	100	80	70
Utilidad neta		(900)	(900)	(900)	(720)	(630)
+ Depreciación		200	200	200		
+ Valor en libros						0
Flujo caja		(700)	(700)	(700)	(720)	(630)

* Ganancia ocasional en Colombia.

Cuadro 20.4. Flujo relevante con reemplazo

	0	1	2	3	4	5
Ventas						
– Egresos		(500)	(500)	(500)	(500)	(500)
– Depreciación		(320)	(320)	(320)	(320)	(320)
+ Valor desecho	700					240
– Valor en libros	(600)					(0)
Utilidad antes impuesto	100	(820)	(820)	(820)	(820)	(580)
– Impuesto	(10)	82	82	82	82	58
Utilidad neta	90	(738)	(738)	(738)	(738)	(522)
– Inversión	(1 600)					
+ Depreciación		320	320	320	320	320
+ Valor en libros	600					0
Flujo caja	(910)	(418)	(418)	(418)	(418)	(202)

Cuadro 20.5. Flujo diferencial

	0	1	2	3	4	5
Flujo con reemplazo	(910)	(418)	(418)	(418)	(418)	(202)
– Flujo sin reemplazo		(700)	(700)	(700)	(720)	(630)
Dif. rencia	(910)	282	282	282	302	428

Alternativamente se puede obtener un resultado similar mediante el análisis incremental. Para ello se calcula en un sólo flujo qué diferencias se producirán en los ingresos y egresos si se decide optar por el reemplazo.

El Cuadro 20.6 muestra la proyección del flujo incremental entre la elección de la alternativa de reemplazo y la de continuar con la situación actual. El resultado de la proyección muestra que por ambos procedimientos se llega a idéntico resultado. El reemplazo se hará si los beneficios netos futuros actualizados (ahorros de costo) superan a la inversión diferencial (\$ 910 000) programada para el momento cero.

Cuadro 20.6. Flujo incremental de reemplazos

	0	1	2	3	4	5
Ahorros de costo		300	300	300	300	300
Mayor depreciación		(120)	(120)	(120)	(320)	(320)
Mayor valor de desecho	700					140
Valor en libros	(600)					(0)
Utilidad antes impuesto	100	180	180	180	(20)	120
Impuesto	(10)	(18)	(18)	(18)	2	(12)
Utilidad neta	90	162	162	162	(18)	108
Depreciación		120	120	120	320	320
Valor en libros	600					
Inversión	(1 600)					
Flujo relevante	(910)	282	282	282	302	428

20.10 Resumen

El capítulo 20 se ha dedicado a presentar el análisis de aquellos costos que son relevantes para determinar el resultado de una decisión optativa de inversión. Los costos son relevantes sólo si cumplen dos condiciones: ser costos futuros y ser costos diferenciales.

Aunque en la práctica se presentan serias dificultades para determinar la relevancia de los costos, existen ciertos criterios que se han presentado en este capítulo y que facilitan su definición para decisiones especiales no rutinarias, como agregar o eliminar una línea de productos, fabricar o comprar materiales directos para la producción; aceptar o rechazar una orden especial de fabricación, reemplazar equipos y otras. La norma general debe ser la determinación de los costos que afectarán a cada curso de acción de alternativa en términos tales que deba incurrirse en ellos si la alternativa se implementa, pero que no se originarán si se rechaza.

De esta forma, el costo de oportunidad, que representa la pérdida de ingresos de alternativa como consecuencia de tomar una decisión, debe necesariamente tomarse en consideración al seleccionar una acción determinada. Siguiendo el mismo razonamiento, en una decisión de reemplazo de un equipo no debe intervenir la depreciación del valor de libros no absorbidos, por ser un costo extinguido no pertinente. Sin embargo, como el lector a estas alturas seguramente ya se habrá preguntado, este costo irrelevante repercute en la determinación de los impuestos, que sí son relevantes, al afectar al estado de pérdidas y ganancias de cada alternativa.

Los costos que se denominan diferenciales expresan el incremento o disminución de los costos totales que implicaría la implementación de cada una de las alternativas, en términos comparativos respecto a una situación tomada como base y que por lo común es la vigente. En consecuencia, son estos costos los que en

definitiva se deberá utilizar para tomar una decisión que involucre algún incremento o decrecimiento en los resultados económicos esperados de cada curso de acción que se estudie.

Toda decisión tomada en el presente afectará los resultados futuros. Los costos históricos, en cambio, por el hecho de haberse incurrido en ellos en el pasado, son inevitables; por lo tanto, cualquier decisión que se tome no hará variar su efecto como factor del costo total.

Los costos históricos en sí mismos son irrelevantes en las decisiones, puesto que por haber ocurrido no pueden recuperarse. Es preciso cuidarse de no confundir el costo histórico con el activo o el bien producto de ese costo, que sí pueden ser relevantes.

El análisis de una inversión con fines de sustitución de instalaciones constituye uno de los problemas mayores en la consideración de los costos relevantes, por las dificultades para obtener la información adecuada.

El análisis de sustitución puede considerar tanto los aumentos como los mantenimientos de la capacidad productiva. El razonamiento consistirá en determinar las ventajas económicas diferenciales del equipo nuevo frente al antiguo. Es decir, determinar si el ahorro en los gastos fijos y variables de operación originados por el reemplazo son suficientes para cubrir la inversión adicional y para remunerar al capital invertido a una tasa de interés razonable para cubrir el costo de oportunidad, en función del riesgo implícito en la decisión.

Aunque es posible, en términos genéricos, clasificar ciertos ítems de costos como relevantes, sólo el examen exhaustivo de aquéllos que influyen en el proyecto posibilitará catalogarlos correctamente. Para identificar las diferencias inherentes a las alternativas, es recomendable que previamente se establezcan las funciones de costos de cada una de ellas. De su comparación resultará la eliminación, para efectos del estudio, de los costos inaplicables.

Entre los costos que más comúnmente se consideran en una decisión, a pesar de ser irrelevantes, se encuentran los llamados costos sepultados, los cuales se denominan así si corresponden a una obligación de pago que se haya contraído en el pasado, aun cuando parte de ella esté pendiente de pago a futuro. Si bien constituyen un pago futuro, tienen un carácter inevitable que los hace irrelevantes. La parte de la deuda contraída y no pagada es un compromiso por el cual debe responder la empresa independientemente de las alternativas que enfrente en un momento dado.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. Analice el efecto de la capacidad ociosa en la decisión de fabricar o comprar un material directo para incorporarlo en el proceso de producción.
2. ¿Son todos los costos diferenciales relevantes para tomar una decisión de inversión? Explique.
3. ¿Qué es un costo sepultado? Dé dos ejemplos en los cuales un costo sepultado pueda ser relevante para un decisión.
4. Muestre a través de un ejemplo en qué casos son relevantes los siguientes costos:
 - a) Materiales de oficina
 - b) Intereses financieros

- c) Depreciación
- d) Valor residual de un equipo
- e) Gastos de reparación
- f) Impuesto al patrimonio

5. ¿Qué relaciones hay entre los costos fijos y variables, por una parte, y los costos evitables, por otra?
6. La estructura de costos de una pieza usada como insumo en la fabricación de un producto es la siguiente:

Materiales	\$ 92
Mano de obra directa	58
Gastos generales	80
	\$ 230

Si la misma pieza pudiese comprarse en \$ 130, analice por lo menos seis costos que serían pertinentes, supuestamente, para optar entre fabricar o comprar.

7. Los propietarios de un hotel están considerando la alternativa de cerrar durante los meses de invierno por el alto costo que significa operar para un flujo de pasajeros pequeño en esa época.

Estimaciones del mercado indican una demanda mensual de 400 pasajeros, lo cual equivale al 25% de la capacidad total del hotel. El precio por el alojamiento diario es de \$ 1 600 y sus costos fijos mensuales son:

Arriendo de local	\$ 240 000
Depreciación	180 000
Seguros	60 000
	\$ 480 000

Si se cierra, el costo de mantenimiento de las máquinas, celadores y otros, suma \$ 80 000 al mes. Pero si continúa operando, los costos variables en que se incurriría ascienden a \$ 760 000 mensuales. ¿Deberá cerrar el negocio? ¿Cuál será el número de pasajeros en el punto de decidir el cierre?

8. La capacidad normal de una empresa es de 10.000 unidades mensuales. Sobre esta base se asignan los costos fijos que, en términos unitarios, ascienden, a:

Gastos generales y de administración	\$ 25.00
Gastos de venta	5.00

Los costos variables unitarios totalmente proporcionales a la producción y ventas son:

Mano de obra directa	\$ 18.00
Materiales	14.50
Gastos indirectos de fabricación	8.00

Además, las comisiones a los vendedores corresponden al 5% de las ventas. El precio del producto en el mercado es de \$ 90.

La empresa está estudiando la posibilidad de cerrar durante un tiempo que podría llegar a 2 años, debido a un período de depresión que se estima afectará a la industria en ese lapso, hecho que disminuiría sus niveles de actividad a un 20% de su capacidad normal. Si cierra se podrían reducir los cargos fijos en un 30% y si continúa operando la reducción sólo llegaría a un 15%. ¿Cuál sería el ahorro diferencial de optar por la mejor alternativa?

9. La Granja Avícola Pajares usa para transportar sus productos al mercado un vehículo cuyo costo original fue de \$ 2 000 000 y que podría venderse hoy en \$ 140 000. Su mantenimiento anual implica gastos por \$ 30 000 y su valor residual al término de los próximos

- 8 años será de \$ 20 000 ¿Le convendrá a la empresa venderlo y comprar un vehículo cuyo costo es de \$ 50 000, que requiere mantenimiento equivalente a \$ 40 000 anuales y que tiene un valor residual de cero al término de su vida útil restante de 8 años? Considere una tasa de capitalización anual para la empresa de 15%.
10. Dos días después de haber comprado un nuevo vehículo para el transporte de sus productos industriales, el gerente de la Compañía Saxon, S.A. recibe información de otro modelo en el mercado que no sólo se adecúa más al tipo de producto que transportar, sino que además permitiría ahorro de costos de operación (combustible, mantenimiento, etcétera) de \$ 2 500 anuales respecto al actual. Su precio es de \$ 42 000. Sin embargo, el vehículo comprado se pagó al contado en \$ 35 000, y revenderlo, aún sin uso, sólo podría hacerse en \$ 30 000. La vida útil de ambos vehículos es de 10 años y su valor de recuperación al término de ella es despreciable. La tasa marginal de impuestos de la empresa es de 50%, la depreciación se hace en línea recta y su costo de capital es del 12%. Recomiende qué decisión se debe tomar.
11. El gerente de la Compañía Hoob está estudiando la posibilidad de reemplazar su actual sistema de compresión en la fabricación de tubos de concreto para redes de agua potable. El costo de la nueva máquina es de \$ 100 000 y su vida útil es de 10 años. Su valor residual es de \$ 20 000. Hacer el reemplazo produciría ahorros de costo por \$ 14 000 anuales. Sin embargo, dejaría fuera de uso el equipo actual, que fue adquirido hace 5 años en \$ 60 000 y que tiene aún una vida útil restante de otros 5 años. Su valor residual es de \$ 5 000. Actualmente podría venderse en \$ 42 000. El método de depreciación utilizado es de línea recta y para su asignación contable se considera sin valor residual el activo por depreciar. Si la tasa marginal de impuestos para la empresa es del 40% y la de costo de capital del 15%, ¿qué recomendaría hacer si hoy la empresa tiene utilidades contables?
12. Una empresa está estudiando la posibilidad de ampliar su planta que actualmente produce y vende 1.000 toneladas anuales a un precio de \$ 20 000 la tonelada. Sus costos de operación variables ascienden a \$ 6 000 la tonelada y los fijos a \$ 3 000 000 anuales. En el procesamiento se emplea una maquinaria comprada hace 2 años en \$ 4 000 000. Hoy tiene un valor de mercado de \$ 3 000 000 y podría usarse todavía otros 5 años más, al cabo de los cuales se podrá vender en \$ 200 000. La ampliación de la planta podría lograrse por una de las siguientes alternativas:
- a) Comprar una máquina pequeña que complementaría a la actual, a un precio de \$ 10 000 000. Su vida útil es de 5 años y su valor de desecho de \$ 400 000. Su costo de operación es de \$ 4 000 por tonelada. Esta máquina podría duplicar la producción y ventas sin incrementar los egresos fijos.
- b) Reemplazar el equipo actual por otro más moderno que tendría capacidad equivalente a las dos máquinas de la alternativa a). Su valor en el mercado es de \$ 20 000 000. Tendría un costo variable de \$ 9 000 la tonelada y permitiría reducir los costos fijos en \$ 500 000 anuales. El valor residual de la nueva máquina será de \$ 1 000 000. La empresa mantiene un capital de trabajo equivalente a 6 meses de costo total. Los equipos se deprecian linealmente con una tasa del 20% anual. Si la tasa de impuestos para la compañía es de 10% y la de costo de capital de 12%, ¿qué recomendaría hacer?
13. Una compañía está considerando la posibilidad de reemplazar el computador que actualmente utiliza y que adquirió hace 3 años a un costo de \$ 10 000 000. Los costos de operación y mantenimiento para este computador han sido y se mantendrán en el futuro en \$ 1 000 000 anuales. Si se compra un nuevo computador, el actual podría venderse en \$ 5 000 000. Por otra parte, el costo de un nuevo computador se estima en \$ 15 000 000,

su vida en 5 años, su valor de rescate en \$ 3 000 000 y sus gastos anuales de operación y mantenimiento se estiman en \$1 500 000.

Si continúa con el computador actual, se requerirá comprar otro más pequeño que proporcione la capacidad adicional requerida. En este caso, el nuevo equipo tendría una vida remanente estimada de 5 años y un valor de rescate de \$ 500 000. El costo del pequeño computador es de \$ 5 000 000, su valor de rescate al término de su vida económica de 5 años se estima en \$ 800 000 y los costos anuales de operación y mantenimiento se estiman en \$600 000.

Si la tasa de impuestos es del 10% y la tasa de descuento del 15%, ¿qué decisión tomaría?

14. Una empresa en funcionamiento está evaluando la posibilidad de reemplazar un equipo que compró hace 5 años en \$ 10 000 000. Actualmente tiene un valor de mercado de \$ 6 000 000 y costos de producción de \$ 1 200 000 anuales. El equipo aún tiene una vida útil restante de 10 años. Al final de dicho período podría venderse en \$ 500 000.

El nuevo equipo, de tecnología más moderna, tiene un valor de adquisición de \$ 15 000 000 y una vida útil de 10 años. Su valor residual será de \$ 1 000 000.

Se estima que la nueva máquina permitirá aumentar la producción y ventas de 3.000 a 5.000 unidades anuales e incrementar el precio de \$ 1 200 a \$ 1 300 la unidad. Sin embargo, el costo de producción unitario sería \$ 600.

Los gastos generales de la empresa se mantendrían en \$ 1 000 000 anuales.

La tasa de impuesto es del 10% y la tasa de descuento del 12%. Todos los equipos se deprecian en 10 años. El valor residual, para fines contables, es cero. ¿Qué alternativa recomendaría seguir?

15. Una empresa está evaluando un proyecto de reemplazo de sus equipos de manejo de materiales, enfrentándose a las alternativas de comprar o arrendar.

El sistema actualmente en uso tiene gastos anuales por \$ 70 000, una vida útil restante de 10 años y un valor de venta al término de este período de \$ 8 400. El equipo se compró en \$ 175 000 hace 5 años.

El nuevo equipo tiene un costo de \$ 350 000 y una vida útil esperada de 10 años, al cabo de la cual podrá venderse en \$ 35 000. Los gastos anuales se calculan en \$ 35 000. Si se arrendase, debería incurrirse en un gasto de \$ 45 000 por este concepto, que tendría que desembolsarse al principio de cada año, además de un gasto anual por su operación ascendente de \$ 17 500.

Si se compra el equipo nuevo, se recibiría el antiguo hoy en parte de pago, por un valor de \$ 48 000. Sin embargo, si se arrendase, el equipo actual no tendría valor en el mercado.

Si la tasa de descuento fuese del 14%, los impuestos a las utilidades de un 10% y la depreciación de los equipos de un 10% anual, ¿cuál de las tres alternativas recomendaría?

CASO: NEGOCIOS PECUARIOS

Tomás Abato, subgerente de ventas de una empresa distribuidora de productos electrodomésticos, cansado de trabajar 20 años como empleado con un sueldo anual de \$ 75 000, escuchaba el informe que los ingenieros de la empresa Wessling Consultores le exponían como resultado del estudio de factibilidad que él les había solicitado para determinar la viabilidad de invertir \$ 5 500 000 que había recibido de una herencia en un negocio de crianza y comercialización de aves, que, de prosperar, operaría bajo la marca de Negocios Pecuarios.

El terreno, la infraestructura física y los equipos necesarios para funcionar requerirían una inversión inicial de \$ 4 500 000. La inversión en capital de trabajo se estimaba en \$ 650 000. La licencia de apertura, gastos notariales y legales harían necesario un desembolso inicial de \$ 350 000.

Los costos anuales de operación se estimaron en \$ 500 000 para un nivel de operación normal. En ellos se incluía un porcentaje importante para el mantenimiento de los edificios y equipos. Con este mantenimiento no sería necesaria la reposición de equipos a futuro.

En el mercado de capitales es fácil conseguir préstamos financieros a una tasa del 10% anual. Sin embargo, para proyectos agropecuarios, el gobierno ha dispuesto un subsidio que incentiva su desarrollo mediante préstamos por un monto máximo de \$ 500 000 a una tasa preferencial del 6% anual, renovable a perpetuidad.

La exposición de los consultores prosiguió destacando aspectos de mercado, precio y cálculos probabilísticos del riesgo del proyecto. Tomás Abato se limitó a escuchar. Cuando al fin terminó la reunión, se retiró con el estudio bajo el brazo, prometiendo a los consultores que les informaría su decisión.

En el trayecto a su casa se sintió muy inquieto. No estaba muy seguro de si los \$ 500 000 que había pagado por el estudio valían la información que contenía.

Al día siguiente, sábado, leyó cuidadosamente el documento que había recibido, deteniéndose en el cuadro la rentabilidad sensibilizada en el nivel de ingreso anual. El rango de alternativas le preocupaba sobremanera. Indeciso sobre qué acción tomar, se dedicó la tarde de ese día a calcular cuál sería el ingreso mínimo necesario para decidirse a invertir en el proyecto los \$ 5 000 000 que aún le quedaban. Recordó que si no invertía podría colocar el dinero en el negocio de su suegro, a un 10% anual, el cual garantizaba los fondos invertidos y el interés ganado.

A la hora de la cena, no estaba seguro de cuál de todos los cálculos realizados era el correcto. Más aún, se preguntaba qué pasaría si después de implementado el proyecto la proyección de mercado resultaba estar sobrevaluada. ¿Qué decisión tomaría en ese momento? ¿Qué factores tendría que considerar en ese momento para decidir el abandono de su negocio y regresar al trabajo anterior?

Esa noche pudo dormir poco, pensando que si no era capaz de calcular el ingreso mínimo necesario para decidir invertir, ¿cómo podría tomar la decisión de abandono oportunamente una vez que estuviera operando el proyecto?

“Después de todo”, pensó, “esta información debió habérmela proporcionado el estudio. Para eso pagué los \$ 500 000 de honorarios”. Y se durmió diciéndose que el lunes iría a primera hora a las oficinas de Wessling Consultores a solicitar se completara el estudio, de acuerdo con lo estipulado en el contrato original de trabajo, que así lo permitía si el cliente no quedaba conforme con la información no proporcionada.

BIBLIOGRAFIA

- ANTHONY, Robert. *La contabilidad en la administración de empresas*. México: UTEHA, 1976.
- BACKER, M. y JACOBSEN, L. *Contabilidad de costos*. México: McGraw-Hill, 1970.
- BUFFA, Elwood S. *Administración técnica de la producción*. México: Limusa, 1982.
- DAVIDSON, S. y otros. *An Income Approach to Accounting Theory; Readings and Questions*. N. York: Prentice-Hall, 1964.
- DE BODT, Gerard. *Análisis de márgenes*. Bilbao: Deusto, 1967.
- FONTAINE, Ernesto. *Evaluación privada y social de proyectos*. Santiago: Universidad Católica de Chile, 1971.
- HEITGER, L. y MATULICH, S. *Cost Accounting*. N. York: McGraw-Hill, 1985.
- HORNGREEN, Charles T. *Cost Accounting; A Managerial Emphasis*. N. York: Prentice-Hall, 1977.
- MATZ, A. y USRY, M.F. *Cost Accounting; Planning and Control*. Cincinnati, Ohio: South Western, 1976.
- POLIMENI, R. y otros. *Cost Accounting; Concepts and Applications for Managerial Decision-Making*. N. York: McGraw-Hill, 1986.
- TAYLOR, George A. *Ingeniería económica*. México: Limusa, 1977.

CAPITULO 21

EVALUACION DE PROYECTOS EN MARCHA

Algunos proyectos, durante su ejecución e inclusive durante la etapa de implementación, pueden constituirse en inversiones desventajosas, aun cuando sean rentables, si existiera una alternativa de operación que fuese más rentable. Las condiciones de mercado, la estructura de costos internos, los avances tecnológicos, los flujos de caja y otras variables pueden diferir de las consideradas en el momento de decidir su implementación.

Muchos administradores, al tener un proyecto rentable, se guían por criterios conservadores, desaprovechando posibilidades de incrementar su rentabilidad con decisiones agresivas, como por ejemplo, abandonar una línea importante de productos, subcontratar la producción o arrendar servicios realizados internamente.

El objeto de este capítulo es presentar un modelo de decisión para la asignación óptima de recursos mediante el control permanente de los proyectos.

21.1 El control de proyectos en marcha

Se definirá el control de proyectos en marcha como el proceso de revisión continua y sistemática de los resultados de todas las inversiones en activos fijos que garantice su rentabilidad y la no existencia de mejores alternativas que aumenten aún más la rentabilidad global del proyecto en operación.

El control efectivo exige un seguimiento y análisis comparativo de los flujos reales de la inversión con los de la preparación del proyecto y una búsqueda constante de nuevas alternativas de operación.

La calidad de los sistemas de información internos es fundamental en el análisis de los flujos de caja, especialmente para determinar los orígenes y causas de las posibles variaciones. Las diferencias pueden deberse tanto a errores en la preparación del proyecto como a cambios imprevisibles en los condicionantes externos incontrolables, tales como las contracciones del mercado, variaciones de los precios o de los costos, deficiencias técnicas o, incluso, una mala administración del proyecto. Cualquiera sea el caso, deberá determinarse el grado en que se están logrando los objetivos financieros previstos. Si éstos no se están cumpliendo, será necesario buscar un curso de acción que permita reorientar los recursos de la empresa.

En forma adicional, un procedimiento adecuado de control de proyectos en marcha exige estar alerta para detectar nuevas alternativas de operación que incrementen la rentabilidad del proyecto. En esta perspectiva, es posible que se verifique la existencia de algunas variaciones en factores que no tengan una relación directa con el proyecto, pero que muestren alternativas que logren cuestionar las inversiones más allá del simple análisis de las causas de las variaciones de los flujos de caja de las inversiones en marcha.

Los avances tecnológicos relacionados con las actividades productivas del proyecto, las variaciones en la política económica del gobierno, la incorporación de nuevas empresas a la industria, la adopción de nuevas estrategias por la competencia, la aparición de empresas que ofrecen productos similares a los fabricados con medios propios y muchas otras variables pueden hacer financieramente desventajosa la operación. Frente a esto, la gerencia del proyecto debe presentar una respuesta que, en un marco de racionalidad económica, tienda a la maximización de su rentabilidad.

El análisis que se realice al controlar proyectos en marcha diferirá en función del carácter de la inversión adicional. En primer lugar, están aquellas inversiones que plantean problemas de reemplazo, de expansión o ajuste, donde los criterios de decisión son simples. Si el problema es de reemplazo, se comparará el costo de la nueva inversión menos el valor de venta de los activos por reemplazar con el ahorro en los costos, o aumentos en los ingresos, que se generarían al implementar la sustitución. En el caso de expansión o ajustes, se utilizará el análisis marginal, comparando la inversión agregada requerida con los ingresos adicionales que resultarían de su implementación.

En segundo lugar, se encuentran aquellas alternativas de operación que no significan desembolsos para su implementación, debido a que parte de los insumos que actualmente se fabrican se pueden adquirir o parte de la producción se puede subcontratar externamente, si con ello se aumenta la rentabilidad total de la empresa. En este caso, el problema es similar a las llamadas decisiones de abandono. La diferencia radica en que muchas veces no es posible prescindir de los bienes o servicios que produce la inversión. En ciertas ocasiones, las inversiones cuestionadas forman parte de un proceso que no se puede abandonar; en otras, son servicios de apoyo imprescindibles para la producción. Están aquellas que se relacionan directamente con los bienes finales y aquellas que forman la infraestructura del proceso productivo mismo o las que colaboran indirectamente dando servicios de apoyo a la producción, como transporte interno, mantenimiento, distribución final de los productos y otros.

Al analizar situaciones de este tipo se plantean algunas alternativas concretas de operación que deben evaluarse. Las principales son, entre otras, las siguientes:

- a) Concretar servicios de mantenimiento, transporte, distribución y otros, de apoyo a la producción, eliminando la inversión actual.
- b) Eliminar actuales procesos productivos y comprar la producción de partes o productos semielaborados a proveedores externos.
- c) Eliminar servicios o plantas que provean insumos a la producción, como electricidad, vapor, productos químicos y otros, y comprar o subcontratar la producción necesaria.

En el análisis de estos factores se centrará la exposición del resto de este capítulo, intentando presentar la aplicabilidad del modelo de decisión que se propone y que se desarrolla como un proceso metodológico de cuatro etapas que presuponen la detección del problema a través de fuentes internas de información, el análisis de la situación interna de la empresa, el análisis de la situación de alternativa y la evaluación financiera para la decisión definitiva en términos de un análisis previo de los costos relevantes proyectados y evaluados en función del tiempo.

21.2 La detección del problema

En su forma más simple, el problema de la existencia de una inversión desventajosa se detecta cuando los resultados reales difieren de los programados. Los sistemas de información estructurados para este fin permiten su detección oportuna. Más complejo es, sin embargo, el caso de la determinación de alternativas externas viables.

Internamente, las fuentes de información prioritarias para el control son la contabilidad, los presupuestos, los informes de inventarios y los registros de personal y productividad. Puesto que las opciones operativas parciales de un proyecto son numerosas, el proceso de control deberá centrarse sólo en aquellas que tengan efecto importante en los costos o beneficios. No justifican su consideración aquellas de carácter irrelevante por la cuantía pequeña de los recursos involucrados. Hay problemas, sin embargo, para definir las inversiones importantes, debido a que éstas son función del método de evaluación que se utilice. Así, pueden calificarse empleando los criterios de valor de libros, valor de mercado, influencia en la estructura de costos totales o según la existencia de operaciones de alternativa conocidas. Cada criterio presenta ventajas y desventajas particulares, por lo que una combinación de ellas en función del carácter propio de la inversión analizada parece lo más adecuado.

Como ya se ha indicado, será vital el conocimiento de las alternativas ofrecidas por el mercado. Es requerimiento fundamental para el análisis conocer el sector industrial, las empresas oferentes, las características técnicas y económicas del producto, las connotaciones impositivas, la oportunidad y la seguridad en el abastecimiento y otros aspectos.

Una revisión preliminar, integral y general de estos antecedentes permitirá determinar la conveniencia de un análisis más profundo. Esta revisión, denominada preanálisis crítico de la situación, surge espontáneamente cuando se presentan

problemas serios en las operaciones o cuando aparecen alternativas en apariencia muy convenientes de adoptar. Como resultado de este preanálisis, se deberá identificar la posible existencia de una operación desventajosa, la cual se investigará en una etapa posterior denominada análisis de la situación interna.

21.3 Análisis de la situación interna

Una vez detectada la inversión, actividad, proceso u operación específica que pudiera ser desventajosa, la investigación que le sigue debe abocarse al estudio profundo de las especificaciones de los procesos involucrados, de la determinación de los activos afectados y de los costos actuales y futuros de operación.

La primera tarea en el análisis del problema consiste en identificar las variables de las especificaciones técnicas de los procesos o actividades productivas involucrados, a través de una caracterización del tipo de producción, de la cantidad de productos o el nivel de servicios necesarios para las operaciones actuales y futuras y de las variables técnicas específicas que servirán de base para comparar las alternativas de operación.

Conocidos estos elementos que enmarcan el ámbito del análisis del problema detectado, será necesario determinar los activos involucrados, tanto fijos como corrientes, que constituirán la base para buscar información cuantitativa pertinente para la evaluación. Así, al definir los activos fijos que afectan la decisión, se prodrá guiar la investigación a la obtención de información relevante relativa a su vida útil restante, valor de liquidación, valor residual y otros. Los activos corrientes involucrados, tales como los inventarios en materias primas o repuestos de máquina, son relevantes si se considera la existencia media de éstos y su valor de realización, ya que, al ser una inversión inmovilizada en capital de trabajo, tiene el carácter de una inversión fija.

Lo anterior debe complementarse con un análisis de los costos de operación del proceso productivo, para determinar los costos relevantes de la alternativa de producción interna respecto a las restantes alternativas.

21.4 Análisis de la situación de alternativa

Una vez concluido el análisis de la situación interna, deberá buscarse la información relevante de las ofertas de productos o servicios similares a los que se generan actualmente por medios propios. Esta información deberá abarcar los dos aspectos básicos de caracterizar la oferta de alternativa y determinar los costos involucrados.

En la investigación para caracterizar la oferta de alternativa probablemente habrá que hacer consideraciones no cuantificables respecto al riesgo operativo de la empresa. En forma adicional, se requerirá información respecto a la capacidad que tenga la fuente optativa externa de proveer el producto en las cantidades, especificaciones y oportunidad determinadas en el análisis de la situación interna que aseguren el cumplimiento del programa de producción, así como respecto a las repercusiones de su adopción como, por ejemplo, variaciones en el nivel de existencias, frecuencias de compra, transporte, etcétera.

Al analizar el costo de las alternativas externas, debe procederse también a través de aquéllos que son relevantes para la decisión, en función de su proyección

en el tiempo equivalente a la vida útil operacional de la inversión propia en marcha. Los costos que se incorporan en esta parte de la investigación son bastante específicos de cada alternativa en análisis. Obviamente, los hay de carácter general, como el costo de adquisición o arrendamiento, el transporte a la planta o aquéllos señalados en los capítulos anteriores. Es probable que las alternativas externas tengan efectos en la estructura de gastos generales y administrativos. Si así fuese, la parte relevante debe incluirse en los costos para la decisión, en la forma ya indicada en el capítulo precedente.

Es muy probable que no haya una sola alternativa externa, sino dos o más. Si este fuese el caso, será preciso seleccionar aquella que resulte la mejor, en función de su rentabilidad y riesgo, para posteriormente compararla con la alternativa de operación actualmente en uso.

21.5 Determinación de los costos relevantes para cada alternativa

La evaluación de las alternativas comparables se realiza sobre la base de sus costos relevantes. Los costos que son irrelevantes, aunque no deben considerarse en la evaluación, son componentes del costo total de la operación. Por lo tanto, deben quedar claramente establecidos, para no inducir a una subvaluación del costo total para otro tipo de decisiones.

La mano de obra directa para la alternativa de operación con inversión propia, por ejemplo, es un costo relevante para ésta, debido a que si la empresa adopta dicha alternativa es un costo futuro probable que difiere del costo de la alternativa de mercado. Similar es el caso de los materiales directos.

El costo de adquisición del producto de la alternativa externa también es relevante, por ser futuro y diferencial. Igual ocurre con el costo de transporte del producto a la planta. Los costos de almacenamiento y manejo de materiales son generalmente irrelevantes. Sin embargo, el aumento de la actividad por la adopción de la alternativa externa podría hacer necesario incurrir en costos adicionales que sí serían relevantes.

La mano de obra indirecta de supervisión de la operación con inversión propia constituye un costo irrelevante, si esa supervisión se utiliza, además, para otros procesos o actividades. Esto se debe a que no será un costo futuro diferente para ambas alternativas, ya que probablemente con la operación externa este costo se mantendrá. Podría darse el caso en que operar con la alternativa externa posibilitara una reducción en los costos actuales. Debe ser así, ese costo será relevante para la operación con inversión propia.

Un cambio en las condiciones actuales de operación por una alternativa aparentemente más ventajosa puede implicar incurrir en el costo que genera la alternativa aceptada, pero siguen existiendo costos que se arrastran de la situación de operación anterior. Esto significa que el costo total de la actividad para la empresa es el propio de la alternativa adoptada más aquellos costos de la operación que no han desaparecido. A estos costos se les denominará costos de arrastre, los cuales deberán asignarse a los costos relevantes de la alternativa externa mientras se logre su eliminación. Un caso típico de estos costos lo constituye la mano de obra directa de una operación interna, la cual no puede liquidarse inmediatamente

después de suspendida la operación, siendo asignada a otras labores en las cuales no es imprescindible.

Para efectos de la definición del modelo de la evaluación, se denominarán costos relevantes propios aquellos costos futuros que involucra la alternativa de continuar con la operación de la inversión en marcha, y que serán diferentes, en su concepto, de los costos que generaría la alternativa que ofrece el mercado. En el modelo se identificarán como CR_p . Los costos relevantes propios en que se incurre en el período j se identificarán por CR_{pj} .

Se denominarán costos relevantes de mercado aquellos costos futuros que involucra la alternativa de comprar o arrendar los bienes o servicios que ofrece alternativa de continuar con la operación de la inversión en marcha. En el modelo, serán identificados como CR_m . A aquéllos en que se incurrirá en el periodo j se les identificará por CR_{mj} .

21.6 Proyección de los costos relevantes durante la vida útil operacional de la actual inversión

En la misma forma que se analizó anteriormente, la evaluación de una inversión en marcha debe considerar necesariamente el factor tiempo para valorar el flujo de caja. Ya se señaló que el período pertinente está determinado por la vida útil operacional futura de la actual inversión, si se estudia su reemplazo por una alternativa externa. El lector ya deberá tener claro a estas alturas que la vida útil operacional futura no necesariamente debe equivaler al período de amortización o depreciación restante, ya que éstos no son coincidentes, por ser la amortización una función de la forma de pago y la depreciación un índice contable sujeto a imprecisiones y criterios que lo hacen diferir de su valor real.

Para incorporar el tiempo en el modelo, se identificará por la letra k al período de evaluación. Por lo tanto, los costos relevantes totales de la alternativa de operación propia (CRT_p) y del mercado (CRT_m) serán:

$$CRT_p = \sum_{j=1}^k CR_{pj} \quad \text{y} \quad CRT_m = \sum_{j=1}^k CR_{mj}. \quad (21.1)$$

Obviamente, estos valores representan sólo los costos relevantes nominales de ambas alternativas. Para incorporarlos como términos reales, deberán actualizarse por medio de la fórmula definida en el capítulo 17.

21.7 Determinación de los flujos de caja pertinentes para cada alternativa

La determinación de los egresos e ingresos de fondos relevantes para el análisis se basa en las consideraciones presentadas en términos generales en el capítulo anterior. Es posible especificar aún más las variables que se pueden considerar. De esto trata este capítulo.

Respecto al flujo de egresos, éste se puede calcular de la siguiente forma:

- Agregando (o disminuyendo) a los costos relevantes de la alternativa de operación de mercado el mayor (o menor) flujo por concepto de impuesto a la renta, si $CR_{pj} \neq CR_{mj}$.

- Disminuyendo (o agregando) a los costos relevantes de la alternativa de mercado la pérdida (o utilidad), producto de la venta de la inversión en marcha en activo fijo o realización de los activos corrientes.
- Disminuyendo de los costos relevantes de la alternativa de operación propia el consumo de las existencias promedio de materias primas y repuestos en los últimos periodos, si corresponden. En dichos periodos, el consumo señalado constituye un costo relevante pero no un flujo, pues podrían no reponerse las existencias al término de la vida útil operacional de la actual inversión.

El flujo de ingresos, por otra parte, está constituido por dos variables básicas:

- La venta o valor de realización actual de la inversión en marcha constituye un ingreso relevante para la alternativa de operación externa.
- La venta o valor de salvamento al final de la vida útil operacional de la inversión en marcha, es un ingreso para la alternativa de continuar la operación actual.

Para los fines del modelo, los flujos relevantes de egresos para la alternativa de operación propia se identificarán como FE_p . En el período j , éstos se calcularán de la siguiente forma:

$$FE_{pj} = CR_{pj} - D_{pj}, \quad (21.2)$$

donde $D_{p,j}$ representa el costo de depreciación de la inversión en marcha en el período j .

En el período k deberá además descontarse (o incrementarse) de esos egresos las pérdidas (o ganancias) derivadas de la venta de la inversión en marcha al final de su vida útil operacional, ya que no constituyen un flujo de caja.

Luego, el flujo de egresos para el último período será:

$$FE_{pk} = CR_{pk} - D_{pk} - P_{pk}, \quad (21.3)$$

Cuadro 21.1. Flujo de egresos netos de la operación interna

ITEM	PERIODOS		
	0	j	k
Costos relevantes (CR_{pj})	—	CR_{pj}	CR_{pk}
Depreciación (D_{pj})	—	D_{pj}	D_{pk}
Pérdida venta activo (P_{pk})	—	—	P_{pk}
Flujo egresos relevantes (FE_{pj})	—	$CR_{pj} - D_{pj}$	$CR_{pk} - D_{pk} - P_{pk}$
Flujo ingresos relevantes (V_{sk})	—	—	V_{sk}
Flujo egresos netos (FN_{pj})	—	FE_{pj}	$FE_{pk} - V_{sk}$

donde P_{pk} corresponde a la pérdida (o ganancia) de la venta de la inversión en el período k .

En algunos casos hay que incluir en el modelo el eventual descuento de los costos relevantes de aquellos ítems de costo que no constituyen egresos de caja. En este caso están los posibles consumos de materias primas o repuestos que salen del inventario y que no se repondrían.

El flujo de ingresos de esta alternativa (la de continuar con la operación interna) es sólo el producto de la venta de activos en marcha al final del período k . Definiendo este valor como V_{sk} , el flujo neto que involucra esta alternativa en función del factor tiempo se deduce de la relación que indica el Cuadro 21.1.

Respecto a los flujos relevantes para la alternativa de operación que ofrece el mercado, se identificará el monto diferencial de impuesto a la renta que se logra por implementar esta alternativa como I_{mj} .

Este impuesto debe agregarse a los costos relevantes de esta alternativa de operación externa, considerando que puede ser positivo o negativo, dependiendo de su efecto en la venta de cada alternativa.

El flujo de ingresos que genera esta alternativa lo compone la venta de los activos actuales (fijos y corrientes), que se identificarán por V_{r0} . Si implementar esta alternativa significara adquirir un inventario inicial de bienes, habría que descontar su valor de los ingresos.

En el período 1 se debe descontar (o aumentar) del flujo de egresos de la operación de mercado, las pérdidas (o ganancias) contables de la venta de los actuales activos. Luego, el flujo neto de egresos de la alternativa de operación que ofrece el mercado será el presentado en el Cuadro 21.2.

Cuadro 21.2. Flujo de egresos netos de la operación según la alternativa del mercado

ITEM	PERIODO		
	0	1	j
Costos relevantes (CR_{mj})	—	CR_{m1}	CR_{mj}
Diferencial impuesto (I_{mj})	—	I_{m1}	I_{mj}
Pérdida venta activo (P_{m1})	—	P_{m1}	—
Flujo egresos relevantes (FE_{mj})	—	$CR_{m1} + I_{m1} - P_{m1}$	$CR_{mj} + I_{mj}$
Flujos ingresos relevantes (V_{r0})	V_{r0}	—	—
Flujo egresos netos (FN_{mj})	V_{r0}	FE_{m1}	FE_{mj}

Una vez determinados los flujos relevantes de las alternativas, se deberá proceder a calcular su situación de indiferencia, como un elemento de información para la decisión.

21.8 Determinación del punto de indiferencia entre las alternativas

Hasta el momento se ha trabajado con proyecciones de flujos valorados en el tiempo para ambas alternativas. Con el objeto de encontrar el punto de indiferencia necesario como información para la toma de decisiones, se procederá a actualizar dichos flujos para presentar el modelo en su situación de indiferencia.

Los flujos relevantes de las alternativas planteadas en el punto anterior pueden resumirse, en sus términos nominales, como lo revela el Cuadro 21.3.

Aplicando las fórmulas de actualización conocidas, se obtienen los siguientes valores actuales para la alternativa de continuar operando la inversión propia:

$$IR_p = \frac{V_{sk}}{(1+i)^k}, \quad (21.4)$$

donde IR_p corresponde a los ingresos actualizados, y

$$ER_p = \sum_{j=1}^k \frac{(CR_{pj} - D_{jp})}{(1+i)^j} - \frac{P_{pk}}{(1+i)^k}, \quad (21.5)$$

donde ER_p identifica a los egresos actualizados.

En el caso de la alternativa de adoptar la operación que ofrece el mercado, los ingresos actualizados serán equivalentes a los nominales, es decir, al valor V_{r0} , ya que el valor de realización o venta de los activos (inversión en marcha más inventarios pertinentes) se efectúa en el período cero, al inicio de la implementación de la alternativa.

El flujo de egresos actualizados será, por lo tanto, el siguiente:

Cuadro 21.3. Resumen de los flujos relevantes de cada opción

ALTERNATIVA	FLUJOS RELEVANTES	
	INGRESOS	EGRESOS
Operación actual	V_{sk}	$\sum_{j=1}^K (CR_{pj} - D_{pj}) - P_{pk}$
Operación de alternativa	V_{r0}	$\sum_{j=1}^K (CR_{mj} + I_{mj}) - P_{m1}$

$$ER_m = \sum_{j=1}^k \frac{(CR_{mj} + I_{mj})}{(1 + i)^j} - \frac{P_{mj}}{(1 + i)^j} \quad (21.6)$$

De acuerdo con lo señalado, los flujos relevantes actualizados pueden resumirse como se muestra en el Cuadro 21.4.

La condición de indiferencia se da cuando se igualan los flujos netos que generan ambas alternativas y puede expresarse así:

$$ER_p - \frac{V_{sk}}{(1 + i)^k} = ER_m - V_{r0} \quad (21.7)$$

Es decir, cuando el flujo de egresos relevantes actualizados de la alternativa de operación con inversión propia, menos el valor actual del valor de salvamento de la inversión en marcha, se iguala al flujo actualizado de egresos relevantes al adoptar la alternativa que ofrece el mercado, menos el valor de realización de las inversiones en el momento actual.

Obviamente, si el primer término de la ecuación es mayor que el segundo, convendrá adoptar la alternativa de mercado, ya que el flujo de egresos netos es menor. Si el segundo término de la ecuación fuese mayor, la decisión será la contraria de la indicada.

21.9 Análisis para los diferentes períodos

El modelo, en los términos definidos, no es suficiente para la toma de decisiones. Es preciso cerciorarse de que un eventual cambio de operación en el futuro no sea más favorable que el cambio inmediato.

Se definió en los puntos anteriores que el cambio deberá aceptarse cuando

$$V_{r0} - \frac{V_{sk}}{(1 + i)^k} > ER_m - ER_p \quad (21.8)$$

Cuadro 21.4. Resumen de flujos relevantes actualizados

ALTERNATIVA	FLUJOS RELEVANTES	
	INGRESOS	EGRESOS
Operación actual	$\frac{V_{sk}}{(1 + i)^k}$	$\sum_{j=1}^K \frac{(CR_{pj} - D_{pj})}{(1 + i)^j} - \frac{P_{pk}}{(1 + i)^k}$
Operación de alternativa	V_{r0}	$\sum_{j=1}^K \frac{(CR_{mj} + I_{mj})}{(1 + i)^j} - \frac{P_{mj}}{(1 + i)^j}$

Esto puede expresarse también como

$$V_{r0} - \frac{V_{sk}}{(1+i)^k} - ER_m + ER_p > 0. \quad (21.9)$$

Por lo tanto, si se calcula el resultado de la ecuación para cada j entre 1 y k ; 2 y k ;... y $k-1$ y k , el que presente el mayor resultado positivo indicará el período óptimo del cambio. Esto es válido sólo si todos los valores se mantienen constantes. Sin embargo, el valor de realización de las actuales inversiones variará de año en año por el desgaste propio de su uso.

Si el valor de realización actual se definió como V_{r0} para el período cero, para un período j deberá ser V_{rj} . En el período k , V_{rk} será igual a V_{sk} , ya que la vida útil operacional de la inversión se habrá acabado.

El cambio en los valores de realización en los distintos períodos de ocurrencia influirá en los períodos o ganancias que se obtienen por la venta de la inversión. Por lo tanto, el valor de P_{mj} también variará.

Para determinar el momento óptimo del cambio, se deberá calcular el modelo de decisión (M_t) para los diferentes períodos, de la siguiente manera:

$$M_t = V_{rt} - \frac{V_{sk}}{(1+i)^k} - \left[\sum_{j=t+1}^k \frac{(CR_{mj} + I_{mj})}{(1+i)^j} - \frac{P_{m_{t+1}}}{(1+i)^{t+1}} \right] + \left[\sum_{j=t+1}^k \frac{(CR_{pj} - D_{pj})}{(1+i)^j} - \frac{P_{pn}}{(1+i)^n} \right] \quad (21.10)$$

La decisión de cambio deberá seleccionar aquel período t donde M_t sea máximo.

21.10 Decisión de abandono

No es común encontrar en estudios de viabilidad consideraciones acerca del momento óptimo del abandono de una inversión. Por el contrario, frente a un horizonte de tiempo definido, muchas veces a priori, se determina la rentabilidad que un flujo de caja estimado arroja de acuerdo con los criterios tradicionalmente establecidos.

El valor de abandono podría abordarse desde dos puntos de vista. Uno que busca determinar el valor residual del proyecto en el horizonte de la evaluación, con el objeto de optimizar la decisión de asignación del presupuesto de capital, y otro que busca determinar el momento óptimo del abandono.

Robichek y Van Horne¹ propusieron en un artículo publicado en 1967 una regla de decisión de abandono donde éste debería producirse en el primer año en

¹ ROBICHEK, A.A. y VAN HORNE, J.C. "Abandonment Value and Capital Budgeting". *Journal of Finance*, XXII (Diciembre, 1967), p. 577 - 589.

que el valor de abandono exceda el valor actual neto de los subsiguientes flujos esperados futuros, descontados a la tasa de costo de capital, donde los flujos lo constituyen todos los ingresos que se dejarían de percibir por el abandono, menos los gastos en efectivo que se evitarían.

Para ello, suponen que se conocen los valores de abandono a través del tiempo y que son invariables con respecto a los patrones de flujo, o bien, son determinados por especificación de las distribuciones de probabilidades para los valores de abandono.

Al definir su regla de decisión, señalan que el proyecto debe abandonarse en el primer año en que:

$$AV_t > PV_t \quad (21.11)$$

donde:

AV_t = Valor de abandono en el período t

PV_t = Valor de los flujos futuros del proyecto descontados al año t

Cabe hacer notar que para que este planteamiento sea válido, el valor de abandono en el período t debe poder ser mayor que el valor de los flujos futuros del proyecto descontados al año t , lo que se logra cuando la suma de los precios de mercado de cada uno de los activos en forma independiente supera al valor actual de los beneficios netos que generarían operando como unidad económica.

Aun cuando esta regla de decisión lleva a un resultado superior al que se obtendría de no considerar la posibilidad de abandono, Dyl y Long² demuestran que este resultado no es óptimo. Para ello, corrigen la regla de decisión de Robichek y Van Horne por la de abandonar el proyecto cuando:

$$\text{Max } PV_{t,a} < AV_t \quad (21.12)$$

donde:

a = período en que se considera abandonar

$PV_{t,a}$ = Valor de abandono en el período a más los valores actuales de los flujos de los primeros períodos a

AV_t = Valor de abandono vigente

Si

$$\text{Max } PV_{t,a} > AV_t \quad (21.13)$$

debe definirse el abandono en el período a donde $PV_{t,a}$ sea máximo.

El abandono de un proyecto determinado no siempre elimina todos los costos asociados a él, ya que al estar inserto en una empresa puede haber costos distribuidos no evitables con el abandono del proyecto. Por esta razón, el modelo debe considerar sólo aquellos costos que son relevantes para decidir el abandono, entendiendo por éstos a aquéllos que se modifican con la decisión que se debe tomar.

² DYL, E.A. y LONG, H.W. "Abandonment Value and Capital Budgeting: Comment". *Journal of Finance*, XXIV (Marzo, 1969), p. 88-95.

La decisión de abandono de un proyecto genera un ingreso en el momento en que éste se lleve a cabo, derivado de la liquidación de cada uno de los activos involucrados, el cual podría ser diferente al ingreso que se determinaría por la liquidación del proyecto en función al valor actual de los flujos esperados.

Continuar la operación, decisión de no abandono, significa percibir ingresos netos futuros generados por la continuación de la operación, más los derivados de la liquidación de los activos del proyecto al término de su horizonte de evaluación. Al expresar estos ingresos en valor actual, se tiene:

$$\sum_{t = a + 1}^n \frac{FR_t}{(1 + k_0)^t} + \frac{VR_n}{(1 + k_0)^n} \quad (21.14)$$

donde:

FR_t = Flujo relevante de fondos netos en cada período t

VR_n = Valor residual de los activos del proyecto en el momento n

El valor residual de los activos del proyecto podrá involucrar un mayor gasto o un ahorro tributario, dependiendo de si se liquidan a un valor superior o inferior a su valor contable. De acuerdo con esto, se tiene que:

$$VR_n = VM_n - \left[VM_n - VL_n \right] t_n \quad (21.15)$$

donde:

VM_n = Valor de mercado de los activos del proyecto en el momento n

VL_n = Valor en libros de los activos del proyecto en el momento n

t_n = Tasa marginal de impuestos en el momento n

Además, se tiene que el valor residual del proyecto puede calcularse en función de los beneficios futuros que generaría su operación desde el momento $n+1$ y hasta un momento m . Esto es:

$$VM_n = \sum_{j = n + 1}^m \frac{FR_j}{(1 + k_0)^j} \quad (21.16)$$

donde FR_j puede reemplazarse por un FRN_j , que representaría un flujo relevante normal neto promedio igual para todos los períodos j y donde m puede hacerse infinito.

Reformulando la expresión (21.14), se tendría, entonces, que los ingresos de seguir operando serían:

$$\sum_{t = a + 1}^n \frac{FR_t}{(1 + k_0)^t} + \frac{\sum_{j = n + 1}^m \frac{FR_j}{(1 + k_0)^j} - \left[\sum_{j = n + 1}^m \frac{FR_j}{(1 + k_0)^j} - VL_n \right] t_n}{(1 + k_0)^n} \quad (21.17)$$

Por otra parte, la decisión de abandono podría generar un ingreso en el momento a , de AV_a pesos si se liquidan los activos en forma independiente. Esto podría calcularse a través de:

$$AV_a = VM_a - [VM_a - VL_a]t_a \quad (21.18)$$

lo cual es equivalente a lo señalado en la expresión (21.15). En este caso, el valor de mercado del proyecto en el momento a , se calcula por la suma de los valores de mercado de los activos.

La decisión de abandono requiere calcular el valor máximo de la ecuación (21.19) para cada momento a dentro del horizonte de evaluación. La decisión de abandono se aceptará cuando se haga máximo.

$$VM_a - [VM_a - VL_a]t_a - \sum_{t=a+1}^n \frac{FR_t}{(1+k_0)^t} + \frac{\sum_{j=n+1}^m \frac{FR_j}{(1+k_0)^j} - \left[\sum_{j=n+1}^m \frac{FR_j}{(1+k_0)^j} - VL_n \right] t_n}{(1+k_0)^n} \quad (21.19)$$

21.11 Resumen

En este capítulo se ha presentado un modelo para decidir, en determinado momento de la vida útil de una inversión en marcha, su carácter de desventajosa y optar por otras alternativas que permitan maximizar su rentabilidad.

Los elementos que condicionan la posibilidad de detectar una situación desventajosa son tanto estructurales como operativos. Se analizaron las fuentes de información, la identificación de las inversiones más importantes y el conocimiento apropiado del mercado y ofertas de alternativa. Empleando estos elementos, a través de un preanálisis crítico, se podrá determinar la conveniencia de profundizar el análisis.

El análisis detallado requiere de la comparación de la situación interna del proyecto con la oferta de alternativa del mercado, a través de un modelo particular de decisión. El modelo se expresa sólo en términos de los valores relevantes, tal como fueron planteados en el capítulo anterior.

De la aplicación del modelo se ha podido concluir la necesidad de toda empresa en marcha de realizar un control de sus inversiones en realización para alcanzar los objetivos financieros. Es fundamental que la empresa conozca las características del medio para aprovechar las oportunidades que ofrece. El modelo presentado hace un uso más completo de la información externa para maximizar su beneficio interno.

Tan difícil como apreciar una situación desventajosa y rentable simultáneamente, es reconocer un período óptimo para decidir la adopción de una alternativa mejor en un momento de tiempo futuro. La evaluación de las alternativas en el tiempo es imprescindible para optimizar los resultados de la implementación de un proyecto.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. Analice el concepto de inversión desventajosa en un proyecto rentable. ¿Puede haber una inversión desfavorable si no existen alternativas operacionales externas?
2. En el capítulo anterior se planteó que la depreciación no podía constituir un costo relevante. ¿Cómo explicaría su inclusión como relevante en el modelo presentado en este capítulo?
3. ¿Cree usted que una inversión desventajosa se debe reemplazar siempre tan pronto se identifique una alternativa más rentable?
4. Es irrelevante aplicar el modelo de decisión a los últimos periodos de la vida útil operacional de la inversión propia en marcha, puesto que los beneficios marginales difícilmente compensarán los costos de un cambio en tan breve plazo. Comente.
5. La tasa de corte utilizada para actualizar los flujos relevantes de las alternativas no necesariamente es la tasa de costo de capital de la empresa, ya que puede ser una que particularmente se haya definido en función de los objetivos de la planificación financiera. Comente.
6. Una empresa en funcionamiento está estudiando la posibilidad de comprar los envases que actualmente fabrica para sus productos.

Los costos asociados a la fabricación del envase son:

-Mano de obra	\$ 100 000
-Materiales	\$ 250 000
-Gastos generales	\$ 70 000
-Depreciación	\$ 90 000

Los gastos generales se asignan por un sistema de prorratio, y corresponden fundamentalmente a gastos inevitables (seguros de edificios, mantenimiento y otros).

Si se compran los envases, se podrá vender parte de los equipos en \$ 600 000. Su valor en libros es de \$ 450 000. Sin embargo, deberá incurrirse en un costo anual de \$ 300 000 por su compra y de \$ 20 000 por el transporte a la planta.

Se estima que el equipo actual podría durar 5 años más, fecha en la cual su valor en libros será de cero y su valor de mercado de \$ 100 000. Los impuestos son del 10% sobre las utilidades.

Si la tasa de costo de capital es de un 12%, recomiende qué decisión se debe tomar.

7. Una empresa está estudiando la posibilidad de abandonar una de sus líneas de producto. Actualmente, se producen y venden 3.000 unidades anuales a \$ 10 cada una. Se emplean en su fabricación dos máquinas compradas hace 5 años en \$ 20 000 cada una. Los costos de fabricación son:

a) Variables:

Mano de obra	\$ 2
Material directo	\$ 1
Gastos de fábrica	\$ 1

b) Fijos:

Fabricación	\$ 6 000
Depreciación	\$ 4 000

Si se cerrara la línea de producto, los equipos podrían venderse en \$ 12 000 cada uno.

Si no se cierra, éstos podrán venderse en \$ 1 000 cada uno dentro de 5 años.

Si la tasa de impuestos es de 10% y la tasa de costo de capital del 14%, ¿qué conviene hacer?

CASO: COMPAÑÍA MINERA MAITENES*

La Compañía Minera Maitenes es una empresa de la gran minería del cobre, cuyos objetivos operativos son la producción de cobre y sus subproductos al máximo de su capacidad instalada, de la mejor calidad y el mínimo costo, para alcanzar sus objetivos generales de obtención del mayor beneficio para la economía nacional, bienestar y progreso para su personal y máximo desarrollo para su comunidad.

Respecto a los resultados de sus operaciones, la Compañía logró el último año las siguientes metas, de acuerdo con lo programado:

- Extraer 15 millones de toneladas de mineral con una ley de cobre del 1.5% promedio.
- Producir 450 mil toneladas de concentrado de cobre con una ley promedio del 35%.
- Moldear 170 mil toneladas de cobre blíster y refinado a fuego.
- Distribuir 200 mil megavatios-hora de energía eléctrica generada con recursos propios.
- Captar y suministrar 20 millones de metros cúbicos de agua industrial.
- Fundir, procesar y elaborar 5.000 toneladas de acero, bronce y otros metales, para fabricar piezas utilizadas en la producción.
- Transportar 10 millones de toneladas-kilómetros de carga correspondientes a insumos y productos.
- Utilizar los servicios de 8 000 trabajadores.
- Manejar un inventario de repuestos y materiales de US\$ 60 millones que corresponden a 50 000 ítems.
- Lograr un costo de operaciones anual de US\$ 180 millones.
- Mantener un activo inmovilizado que asciende a US\$ 200 millones.
- Lograr US\$ 30 millones de utilidad, después del 20% de impuesto a la venta.

La estructura organizativa interna se basa en una departamentalización funcional, en que todos los departamentos se caracterizan por administrar activos similares que cumplen una función específica dentro de las actividades productivas.

La contabilidad de costos es por proceso, basada en centros de costos y cuentas funcionales. El diseño del sistema permite la acumulación de costos en las diferentes cuentas de acuerdo con su naturaleza, indicando los centros de costo que originan los gastos.

Para determinar el costo total de operaciones, se clasifican los diferentes departamentos en tres grupos. En el primero están los departamentos de operaciones, que cierran su costo contra los inventarios de productos finales. En el segundo grupo se encuentran las gerencias de abastecimiento, personal y servicios, que distribuyen sus costos según una base de asignación predeterminada. En el último grupo, formado por los departamentos de *staff*, las cuentas funcionales se cierran contra gastos generales.

La contabilidad se lleva en dólares americanos, como una forma de beneficiarse con una moneda relativamente dura.

Aun cuando la Compañía ha alcanzado las metas programadas de producción, venta y rentabilidad, éstas constantemente se evalúan y reprograman. Así, por ejemplo, la rentabilidad promedio exigida sobre la inversión un 14% anual, se incrementó a un 15% para las nuevas inversiones.

La gerencia general, constantemente preocupada por el cumplimiento de sus objetivos, instruyó al departamento de finanzas para realizar un preanálisis con el objeto de detectar posibles actividades productivas o inversiones cuyas rentabilidades reales no fueran discor-

*Adaptado de SAPAG N. y BUDINICH, N. *Un modelo de decisión para el control de inversiones en marcha* (publicación TX/06). Santiago: Universidad de Chile, Departamento de Administración, 1978.

dantes con los objetivos de la planificación. Una vez detalladas las eventuales actividades productivas indicadas, deberán informarse para ser analizadas en reuniones de trabajo especiales destinadas a decidir qué acción tomar.

Obedeciendo las instrucciones del gerente general, el departamento de finanzas, por intermedio de su sección de estudios especiales, se abocó a la tarea de controlar las inversiones en marcha de la Compañía. El estudio se inició analizando las operaciones e inversiones existentes en los departamentos de la gerencia de servicios, responsables de la entrega de bienes y servicios de apoyo a la producción, los cuales eventualmente podrían adquirirse o contratarse a terceros. Sin embargo, debido a una política general de autoabastecimiento que ha mantenido la Compañía en los últimos años, la infraestructura de esta gerencia ha llegado a un nivel tal que se distingue por ocupar un 30% del total de la fuerza laboral, un 40% de las inversiones totales y un 20% del total de los costos de operación.

En primer lugar se analizaron las actividades de transporte que realiza el departamento de maquinarias. Se eligió esta actividad por involucrar inversiones existentes de fácil liquidación y por consideraciones relativas a su rápido reemplazo en el mercado externo. Para cumplir las actuales funciones, el departamento de maquinarias ocupa una fuerza laboral de 600 personas, tiene un parque de 60 equipos de construcción, 80 camiones, 120 vehículos livianos y 110 equipos menores. Su costo de operación es de US\$ 9 millones anuales.

Gran parte de la flota de 80 camiones está compuesta de camiones tolva, 35 en total, marca HG, de 10 toneladas, utilizados para transportar materiales empleados en las diferentes etapas del proceso de fusión de los concentrados de cobre realizado en el departamento de fundición.

Las necesidades de transporte, con este tipo de camiones, son de 600 horas mensuales, lo que implica mantener constantemente 30 unidades operando, con una utilización promedio de 200 horas mensuales por camión.

La fuerza de trabajo necesaria para la operación es de 34 choferes, incluida la dotación de reemplazo. Las operaciones se supervisan por dos despachadores que envían los camiones a diferentes puntos de la planta de acuerdo con las necesidades y controlan la utilización de la flota y el cumplimiento de los programas de transporte. El mantenimiento de las unidades se realiza en los talleres de la división de mantenimiento del departamento de máquinas. Esta división tiene una fuerza laboral de 280 mecánicos, que atienden a las 370 unidades que componen el parque total.

La flota se había adquirido dos años antes y tenía una vida operacional de 7 años, según garantizaba el fabricante. Cada camión costó US\$ 40 000 y se deprecia linealmente en 5 años, con un valor residual del 10% de su valor de adquisición. Se estima un valor de salvamento al final de su vida útil operacional de US\$ 4 500 por vehículo. Para lograr un adecuado abastecimiento de repuestos y materiales usados en el mantenimiento, la Compañía estimó necesario mantener un inventario equivalente al 10% del valor de adquisición de la flota, correspondiente a 600 ítems. Este inventario promedio se mantendrá constante hasta dos años antes de dar de baja los camiones. El penúltimo período se consumirá un 60% de este inventario, sin reposición de materiales, quedando en nivel cero al final de la vida útil operacional de los camiones. Si la Compañía quisiera liquidar ese inventario en la actualidad, recuperaría sólo un 80% de su costo.

Obtenidos los antecedentes del costo de operación de estos 35 camiones tolva, el Sr. Cristian Pardo, jefe del departamento de finanzas, le comunicó al gerente general, Sr. Gerardo Tejada, que habría detectado una inversión en marcha desventajosa por un valor en libros de US\$ 896 000 y un costo de operación anual de US\$ 912 000, que, de acuerdo con la utilización normal de los camiones, implicaría una tarifa promedio de US\$ 12.67 la hora de operación, en comparación con una tasa horaria de US\$ 7.20 que costaría el arriendo del servicio externo. Recibida la comunicación, el gerente comercial citó a reunión a los señores Sergio De la Cruz, superintendente del departamento de máquinas; Miguel Sarrás, gerente

de servicios, y al mismo Cristian Pardo, para discutir el problema de los 35 camiones tolva. Junto con la citación se les adjuntó un detalle de los costos de operación de la flota (anexo 1).

El día de la reunión, el Sr. Sarrás inició el debate diciendo: "He analizado el detalle de los costos presentados por el Sr. Pardo en relación con la operación de los camiones. Las condiciones normales de arrendamiento obligan a proporcionar combustible a los vehículos, cuyo costo no ha sido incluido en los US\$ 7.20 estimados. Además, no se incluye costo adicional por supervisión, ni los controles que serán necesarios para vigilar la operación". El Sr. Pardo interrumpió para decir brevemente que estos ítems eran tan reducidos que resultarían irrelevantes para el análisis.

El Sr. De la Cruz planteó la necesidad de analizar los costos desde el punto de vista del flujo de caja que generaría cada alternativa, e indicó: "Hay varios costos que están considerados en este resumen, pero que seguirían existiendo si se vendiesen los camiones. Algunos de ellos son:

- Los US\$ 2.75 por hora correspondientes al costo de los choferes, que seguirán existiendo hasta que se pueda reducir todo el personal involucrado. Inmediatamente sólo es reducible un 50% de ese costo, debido a que la mitad de los choferes pueden reubicarse en otras actividades, mientras que el resto sólo se puede reducir un 30% el próximo año y el 20% en dos años más.
- No pueden eliminarse los sueldos de supervisión directa, de US\$ 0.19 la hora.
- El costo de combustible, según lo indicado por Miguel, seguirá existiendo.
- La depreciación de los equipos no constituye un flujo de caja y por lo tanto no se debe incluir en el análisis.
- Los gastos generales, por su carácter fijo, no se reducirán y, si fuese posible hacerlo, a corto plazo serían mínimos.

Considerando lo anterior, creo que arrendar es menos ventajoso que la operación actual".

El Sr. Sarrás coincidió con el Sr. De la Cruz y agregó que los gastos generales del departamento de maquinarias podrían reducirse sólo en un 3%, que correspondía a equipo de seguridad y otros materiales usados en la operación de los 35 camiones. Esto equivalía a US\$ 0.0426 de ahorro eventual por hora. Respecto a la mano de obra de mantenimiento, ésta sería sensible sólo en un 10%, puesto que debía seguir atendiendo al resto de la flota de la Compañía. Además, la reducción se debería en mayor medida a menos pagos de horas extras que a reducción de personal.

El Sr. Pardo indicó que el costo de mantenimiento iría en aumento debido a la antigüedad del equipo. Respecto a la venta de la actual inversión, agregó que podría esperarse un ingreso de hasta US\$ 800 000. El Sr. Sarrás interrumpió, diciendo: "Debes considerar, Cristian, que la venta de la actual flota produciría pérdidas, debido a que nunca ha sido posible vender un vehículo a su valor en libros. Si se logra vender a un 70% de su valor en libros, porcentaje que la experiencia da como normal, habría una pérdida cercana a los US\$ 200 000".

Para concluir la reunión, el gerente general expresó: "Me he dado cuenta de que es necesario realizar nuevos estudios antes de tomar la decisión. En este sentido, le encargo a usted, Sr. Pardo, que prepare y distribuya la información pertinente para la decisión, en el más breve plazo".

El Sr. Pardo instruyó a la sección de estudios especiales para cumplir con lo requerido. Para ello, esta sección abocó las siguientes actividades, basándose en la copia del acta de la reunión.

- Determinar los costos totales de la alternativa de arrendamiento. Se concluyó que además de la tarifa debía incluirse combustible, aumento en gastos administrativos (estimados en US\$ 600 mensuales) y otros ítems que se deducían de los antecedentes de la reunión.
- Solicitar al departamento de adquisiciones las futuras tarifas de mercado y los posibles valores de venta de los camiones, en función del periodo de venta. Se recibió como respuesta la información que proporciona el anexo 2.

- Solicitar al departamento de maquinarias información de costos de mantenimiento futuro de la flota. La respuesta se presenta en el anexo 3.

Anexo 1

Costo de operación de 35 camiones tolva

ITEMS DE COSTOS	US\$/MES	US\$/AÑO	US\$/HORA/ CAMION
Sueldos choferes	16 500	198 000	2.75
Sueldos supervisores	1 120	13 440	0.19
Combustibles	6 480	77 760	1.08
Neumáticos y cámaras	5 400	64 800	0.90
Aceites y grasas	1 200	14 400	0.20
Mantenimiento (sueldos)	3 500	42 000	0.58
Mantenimiento (repuestos)	8 200	98 400	1.37
Depreciación equipos	21 000	252 000	3.50
TOTAL COSTO DIRECTO	63 400	760 800	10.57
Gastos generales maquinarias ^a	8 520	102 240	1.42
Depreciación edificio industrial ^b	1 860	22 320	0.31
Gastos generales personal ^c	760	8 640	0.12
Gastos gerencia abastecimiento ^d	1 500	18 000	0.25
TOTAL GASTOS GENERALES	12 600	151 200	2.10
TOTAL COSTO DE OPERACION	76 000	912 000	12.67

^a Incluye artículos de escritorio y de seguridad, mano de obra administrativa, costo de mantenimiento de edificios industriales y otros gastos generales. El valor indicado corresponde al 10% de los gastos generales totales del departamento.

^b Se calculó asignando un 10% sobre la depreciación total de talleres y edificios industriales ocupados por toda la maquinaria y vehículos que ascendían a US\$ 223 200 anuales.

^c Asignación de gastos de gerencia de personal predeterminados en US\$ 20 por persona.

^d Asignación de gastos de gerencia de abastecimientos predeterminados en US\$ 2.50 por ítem

Anexo 2**Memorandum**

A : Sr. Cristian Pardo, jefe Departamento Finanzas.

DE : Sr. Ignacio Gamboa, jefe Departamento Adquisiciones.

REF.: Análisis de tarifas de arriendo y precio de venta de camiones tolva de 10 toneladas.

En relación con la solicitud de investigación sobre la materia en referencia, informo a usted de los siguientes resultados obtenidos:

1. El eventual arriendo de 6 000 horas mensuales de camiones tolva para los próximos 5 años podrá fácilmente conseguirse en el mercado de servicios de transporte.

2. Considerando proyecciones de niveles de transporte basados en estimaciones del crecimiento del PGB para los próximos 5 años y la renovación y aumento del actual parque, se calcularon las siguientes tarifas horarias futuras:

AÑO	1981	1982	1983	1984	1985
US\$/hora	5.5	5.7	6.0	6.2	6.3

Estos valores no incluyen el 20% de impuesto a los servicios a que está afecto este arrendamiento. Además, el combustible deberá ser proporcionado por la Compañía.

3. Los posibles precios de venta de cada camión, de acuerdo a su antigüedad, son los siguientes:

ANTIGÜEDAD	2	3	4	5	6	7
PRECIO(US\$)	20 000	19 000	16 000	8 100	6 200	4 500

Espero que la presente satisfaga sus necesidades de información. Cualquier consulta sobre el particular, le rogaría me la hiciera saber.

Atentamente,
IGNACIO GAMBOA

Anexo 3

Proyección de costos de mantenimiento de la flota(US\$)
(momento actual = año 2)

AÑOS	MANO DE OBRA	REPUESTOS	TOTAL	CRECIMIENTO PORCENTUAL
1	42 000	98 400	140 400	-
2	42 000	98 400	140 400	0
3	42 000	108 000	150 000	6.83
4	56 000	150 000	206 000	37.33
5	45 000	110 000	155 000	-24.76
6	48 000	115 000*	163 000	5.16
7	50 000	120 000*	170 000	4.29

* En estos años se consumen las existencias promedio de repuestos (US\$ 140 000) en un 60%, el año 6, y un 40%, el año 7. Ambos están incluidos en los valores indicados.

SE PIDE: Elaborar un informe analítico detallado de la situación, que contenga una recomendación para la decisión, debidamente fundamentada.

BIBLIOGRAFIA

- HORNGREEN, Charles T. *Cost Accounting; A Managerial Emphasis*. N. York: Prentice-Hall, 1977.
- PRITCHARD, Robert E. *Operational Financial Management*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1977.

- SAPAG, Nassir y BUDINICH, N. *Un modelo de decisión para el control de inversiones en marcha*. Santiago: Universidad de Chile, Depto. de Administración, 1978.
- SAPAG, Nassir y SAPAG, R. *Decisiones de reemplazo: análisis del momento óptimo*. Estudios de Economía, vol. 12 No. 1, 1985.
- TAYLOR, George A. *Ingeniería económica*. México: Limusa, 1977.
- VAN HORNE, James C. *Financial Management and Policy*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1968.
- . *Administración financiera*. Buenos Aires: Ediciones Contabilidad Moderna, 1976.

Tabla 1. Valor futuro de \$1 al término del periodo n.

Periodo	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	12%	14%	15%	16%	18%	20%	24%	28%	32%	36%
1	1 0100	1 0200	1 0300	1 0400	1 0500	1 0600	1 0700	1 0800	1 0900	1 1000	1 1200	1 1400	1 1500	1 1600	1 1800	1 2000	1 2400	1 2800	1 3200	1 3600
2	1 0201	1 0404	1 0609	1 0816	1 1025	1 1236	1 1449	1 1664	1 1881	1 2100	1 2544	1 2996	1 3225	1 3456	1 3924	1 4400	1 5376	1 6384	1 7424	1 8496
3	1 0303	1 0612	1 0927	1 1249	1 1576	1 1910	1 2250	1 2597	1 2950	1 3310	1 4043	1 4815	1 5209	1 5609	1 6430	1 7280	1 9066	2 0972	2 3000	2 5155
4	1 0406	1 0824	1 1255	1 1699	1 2155	1 2625	1 3108	1 3605	1 4116	1 4641	1 5735	1 6890	1 7490	1 8106	1 9388	2 0736	2 3662	2 6844	3 0360	3 4210
5	1 0510	1 1041	1 1593	1 2167	1 2763	1 3382	1 4026	1 4693	1 5386	1 6105	1 7623	1 9254	2 0114	2 1003	2 2878	2 4883	2 9316	3 4360	4 0075	4 6526
6	1 0615	1 1262	1 1941	1 2653	1 3401	1 4185	1 5007	1 5869	1 6771	1 7716	1 9738	2 1950	2 3131	2 4384	2 6896	2 9860	3 6352	4 3980	5 2899	6 3275
7	1 0721	1 1487	1 2299	1 3159	1 4071	1 5036	1 6058	1 7138	1 8280	1 9487	2 2107	2 5023	2 6600	2 8262	3 1855	3 5832	4 5077	5 6295	6 9826	8 6054
8	1 0829	1 1717	1 2668	1 3686	1 4775	1 5938	1 7182	1 8509	1 9926	2 1436	2 4760	2 8526	3 0590	3 2784	3 7589	4 2998	5 8895	7 2058	9 2170	11 7003
9	1 0937	1 1951	1 3048	1 4233	1 5513	1 6895	1 8385	1 9990	2 1719	2 3579	2 7731	3 2519	3 5179	3 8030	4 4355	5 1598	6 9310	9 2234	12 166	15 916
10	1 1046	1 2190	1 3439	1 4802	1 6289	1 7908	1 9672	2 1589	2 3674	2 5937	3 1058	3 7072	4 0456	4 4114	5 2338	6 1917	8 5944	11 805	16 059	21 646
11	1 1157	1 2434	1 3842	1 5395	1 7103	1 8983	2 1049	2 3316	2 5804	2 8531	3 4785	4 2262	4 6524	5 1173	6 1759	7 4301	10 657	15 111	21 198	29 439
12	1 1268	1 2682	1 4258	1 6010	1 7959	2 0122	2 2522	2 5182	2 8127	3 1384	3 8960	4 8179	5 3502	5 9360	7 2876	8 9161	13 214	19 342	27 982	40 037
13	1 1381	1 2936	1 4685	1 6651	1 8856	2 1329	2 4098	2 7196	3 0658	3 4523	4 3635	5 4924	6 1528	6 8858	8 5994	10 699	16 386	24 758	36 937	54 451
14	1 1495	1 3195	1 5126	1 7317	1 9799	2 2609	2 5785	2 9372	3 3417	3 7975	4 8871	6 2613	7 0757	7 9875	10 147	12 839	20 319	31 691	48 756	74 053
15	1 1610	1 3459	1 5580	1 8009	2 0769	2 3966	2 7590	3 1722	3 6425	4 1772	5 4736	7 1379	8 1371	9 2655	11 973	15 407	25 195	40 564	64 358	100 71
16	1 1726	1 3728	1 6047	1 8730	2 1829	2 5404	2 9522	3 4259	3 9703	4 5950	6 1304	8 1372	9 3576	10 748	14 129	18 488	31 242	51 923	84 953	136 96
17	1 1843	1 4002	1 6528	1 9479	2 2920	2 6928	3 1588	3 7000	4 3276	5 0545	6 8660	9 2765	10 761	12 467	16 672	22 186	38 740	66 461	112 13	186 27
18	1 1961	1 4282	1 7024	2 0258	2 4066	2 8543	3 3799	3 9960	4 7171	5 5599	7 6900	10 575	12 375	14 462	19 673	26 623	48 038	86 070	148 02	253 33
19	1 2081	1 4568	1 7535	2 1068	2 5270	3 0256	3 6165	4 3157	5 1417	6 1159	8 6128	12 055	14 231	16 776	23 214	31 948	59 567	108 89	195 39	344 53
20	1 2202	1 4859	1 8061	2 1911	2 6533	3 2071	3 8697	4 6610	5 6044	6 7275	9 6463	13 743	16 366	19 460	27 393	38 337	73 864	139 37	257 91	468 57
21	1 2324	1 5157	1 8603	2 2788	2 7860	3 3996	4 1406	5 0338	6 1088	7 4002	10 803	15 667	18 821	22 574	32 323	46 005	91 591	178 40	340 44	637 26
22	1 2447	1 5460	1 9161	2 3699	2 9253	3 6035	4 4304	5 4365	6 6586	8 1403	12 100	17 861	21 644	26 186	38 142	55 206	113 57	228 35	449 39	866 67
23	1 2572	1 5769	1 9736	2 4847	3 0715	3 8197	4 7405	5 8715	7 2579	8 9543	13 552	20 361	24 891	30 376	45 007	66 247	140 83	292 30	593 19	1 178 6
24	1 2697	1 6084	2 0328	2 5633	3 2251	4 0489	5 0724	6 3412	7 9111	9 8497	15 178	23 212	28 625	35 236	53 108	79 496	174 63	374 14	783 02	1 602 9
25	1 2824	1 6406	2 0938	2 6658	3 3864	4 2919	5 4274	6 8485	8 6231	10 834	17 000	26 461	32 918	40 874	62 668	95 396	216 54	478 90	1033 5	2 180 0
26	1 2953	1 6734	2 1566	2 7725	3 5557	4 5494	5 8074	7 3964	9 3992	11 918	19 040	30 166	37 856	47 414	73 948	114 47	268 51	612 99	1364 3	2964 9
27	1 3082	1 7069	2 2213	2 8834	3 7335	4 8223	6 2139	7 9881	10 245	13 110	21 324	34 389	43 535	55 000	87 259	137 37	332 95	784 63	1800 9	4032 2
28	1 3213	1 7410	2 2879	2 9987	3 9201	5 1117	6 6488	8 6271	11 167	14 421	23 983	39 204	50 065	63 900	102 96	164 84	412 86	1004 3	2377 2	5483 8
29	1 3345	1 7758	2 3566	3 1187	4 1161	5 4184	7 1143	9 3173	12 172	15 863	26 749	44 693	57 575	74 008	121 50	197 81	511 95	1285 5	3137 9	7458 0
30	1 3478	1 8114	2 4273	3 2434	4 3219	5 7435	7 6123	10 062	13 267	17 449	29 939	50 950	66 211	85 849	143 37	237 37	634 81	1645 5	4142 0	10 143
40	1 4889	2 2080	3 2620	4 8010	7 0400	10 285	14 974	21 724	31 409	45 259	93 050	188 88	267 86	378 72	750 37	1469 7	5455 9	19426	665 20	
50	1 6446	2 6916	4 3839	7 1067	11 467	18 420	29 457	46 901	74 357	117 39	289 00	700 23	1083 6	1670 7	3927 3	9100 4	46890			
60	1 8167	3 2810	5 8916	10 519	18 679	32 987	57 946	101 25	176 03	304 48	897 59	2595 9	4383 9	7370 1	20555	56347				

Tabla 2. Valor presente de \$1.

Periodo	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	12%	14%	15%	16%	18%	20%	24%	28%	32%	36%
1	.9901	.9804	.9709	.9615	.9524	.9434	.9346	.9259	.9174	.9091	.8929	.8772	.8696	.8621	.8475	.8333	.8065	.7813	.7576	.7353
2	.9803	.9612	.9426	.9246	.9070	.8900	.8734	.8573	.8417	.8264	.7972	.7695	.7561	.7432	.7182	.6944	.6504	.6104	.5739	.5407
3	.9706	.9423	.9151	.8890	.8638	.8396	.8163	.7938	.7722	.7513	.7118	.6750	.6575	.6407	.6086	.5787	.5245	.4768	.4348	.3975
4	.9610	.9238	.8885	.8548	.8227	.7921	.7629	.7350	.7084	.6830	.6355	.5921	.5718	.5523	.5158	.4823	.4230	.3725	.3294	.2923
5	.9515	.9057	.8626	.8219	.7835	.7473	.7130	.6806	.6499	.6209	.5674	.5194	.4972	.4761	.4371	.4019	.3411	.2910	.2495	.2149
6	.9420	.8880	.8375	.7903	.7462	.7050	.6663	.6302	.5963	.5645	.5066	.4556	.4323	.4104	.3704	.3349	.2751	.2274	.1890	.1580
7	.9327	.8706	.8131	.7599	.7107	.6651	.6227	.5835	.5470	.5132	.4523	.3996	.3759	.3538	.3139	.2791	.2218	.1776	.1432	.1162
8	.9235	.8535	.7894	.7307	.6768	.6274	.5820	.5403	.5019	.4665	.4039	.3506	.3269	.3050	.2660	.2326	.1789	.1388	.1085	.0854
9	.9143	.8368	.7664	.7026	.6446	.5919	.5439	.5002	.4604	.4241	.3606	.3075	.2843	.2630	.2255	.1938	.1443	.1084	.0822	.0628
10	.9053	.8203	.7441	.6756	.6139	.5584	.5083	.4632	.4224	.3855	.3220	.2697	.2472	.2267	.1911	.1615	.1164	.0847	.0623	.0462
11	.8963	.8043	.7224	.6496	.5847	.5268	.4751	.4289	.3875	.3505	.2875	.2366	.2149	.1954	.1619	.1346	.0938	.0662	.0472	.0340
12	.8874	.7885	.7014	.6246	.5568	.4970	.4440	.3971	.3555	.3186	.2567	.2076	.1869	.1685	.1372	.1122	.0757	.0517	.0357	.0250
13	.8787	.7730	.6810	.6006	.5303	.4688	.4150	.3677	.3262	.2897	.2292	.1821	.1625	.1452	.1163	.0935	.0610	.0404	.0271	.0184
14	.8700	.7579	.6611	.5775	.5051	.4423	.3878	.3405	.2992	.2633	.2046	.1597	.1413	.1252	.0985	.0779	.0492	.0316	.0205	.0135
15	.8613	.7430	.6419	.5553	.4810	.4173	.3624	.3152	.2745	.2394	.1827	.1401	.1229	.1079	.0835	.0649	.0397	.0247	.0155	.0099
16	.8528	.7284	.6232	.5339	.4581	.3936	.3387	.2919	.2519	.2176	.1631	.1229	.1069	.0930	.0708	.0541	.0320	.0193	.0118	.0073
17	.8444	.7142	.6050	.5134	.4363	.3714	.3166	.2703	.2311	.1978	.1456	.1078	.0929	.0802	.0600	.0451	.0258	.0150	.0089	.0054
18	.8360	.7002	.5874	.4936	.4155	.3503	.2959	.2502	.2120	.1799	.1300	.0946	.0808	.0691	.0508	.0376	.0208	.0118	.0068	.0039
19	.8277	.6864	.5703	.4746	.3957	.3305	.2765	.2317	.1945	.1635	.1161	.0829	.0703	.0596	.0431	.0313	.0168	.0092	.0051	.0029
20	.8195	.6730	.5537	.4564	.3769	.3118	.2584	.2145	.1784	.1486	.1037	.0728	.0611	.0514	.0365	.0261	.0135	.0072	.0039	.0021
25	.7798	.6095	.4776	.3751	.2953	.2330	.1842	.1460	.1160	.0923	.0588	.0378	.0304	.0245	.0160	.0105	.0046	.0021	.0010	.0005
30	.7419	.5521	.4120	.3083	.2314	.1741	.1314	.0994	.0754	.0573	.0334	.0196	.0151	.0116	.0070	.0042	.0016	.0006	.0002	.0001
40	.6717	.4529	.3066	.2083	.1420	.0972	.0668	.0460	.0318	.0221	.0107	.0053	.0037	.0026	.0013	.0007	.0002	.0001		
50	.6080	.3715	.2281	.1407	.0872	.0543	.0339	.0213	.0134	.0085	.0035	.0014	.0009	.0006	.0003	.0001				
60	.5504	.3048	.1697	.0951	.0535	.0303	.0173	.0099	.0057	.0033	.0011	.0004	.0002	.0001						

Tabla 3. Valor futuro de una cuota de \$1 por período durante n períodos.

Nº de períodos	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	12%	14%	15%	16%	18%	20%	24%	28%	32%	36%
1	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
2	2.0100	2.0200	2.0300	2.0400	2.0500	2.0600	2.0700	2.0800	2.0900	2.1000	2.1200	2.1400	2.1500	2.1600	2.1800	2.2000	2.2400	2.2800	2.3200	2.3600
3	3.0301	3.0604	3.0909	3.1216	3.1525	3.1836	3.2149	3.2464	3.2781	3.3100	3.3744	3.4396	3.4725	3.5056	3.5724	3.6400	3.7776	3.9184	4.0624	4.2096
4	4.0604	4.1216	4.1836	4.2465	4.3101	4.3746	4.4399	4.5061	4.5731	4.6410	4.7793	4.9211	4.9934	5.0665	5.2154	5.3680	5.6842	6.0156	6.3624	6.7251
5	5.1010	5.2040	5.3091	5.4163	5.5256	5.6371	5.7507	5.8666	5.9847	6.1051	6.3528	6.6101	6.7424	6.8771	7.1542	7.4416	8.0484	8.6989	9.3983	10.1446
6	6.1520	6.3081	6.4684	6.6330	6.8019	6.9753	7.1533	7.3359	7.5234	7.7156	8.1152	8.5355	8.7537	8.9775	9.4420	9.9299	10.980	12.135	13.405	14.798
7	7.2135	7.4343	7.6625	7.8983	8.1420	8.3938	8.6540	8.9228	9.2004	9.4872	10.089	10.730	11.066	11.413	12.141	12.915	14.615	16.533	18.695	21.126
8	8.2857	8.5830	8.8923	9.2142	9.5491	9.8975	10.259	10.636	11.028	11.435	12.289	13.232	13.726	14.240	15.327	16.499	19.122	22.678	28.731	37.973
9	9.3685	9.7546	10.159	10.582	11.026	11.491	11.978	12.487	13.021	13.579	14.775	16.085	16.785	17.518	19.085	20.798	24.712	29.369	34.895	41.435
10	10.462	10.949	11.463	12.006	12.577	13.180	13.816	14.486	15.192	15.937	17.548	19.337	20.303	21.321	23.521	25.958	31.643	38.592	47.061	57.351
11	11.568	12.188	12.807	13.486	14.206	14.971	15.783	16.645	17.560	18.531	20.654	23.044	24.349	25.732	28.755	32.150	40.237	50.398	63.121	78.998
12	12.682	13.412	14.192	15.025	15.917	16.869	17.888	18.977	20.140	21.384	24.133	27.270	29.000	30.850	34.931	39.580	50.894	65.510	84.320	108.43
13	13.809	14.680	15.617	16.626	17.713	18.882	20.140	21.495	22.953	24.522	28.029	32.088	34.351	36.786	42.218	48.496	64.109	84.852	112.30	148.47
14	14.947	15.973	17.086	18.291	19.598	21.015	22.550	24.214	26.019	27.975	32.392	37.581	40.504	43.672	50.818	59.195	80.496	109.61	149.23	202.92
15	16.096	17.293	18.598	20.023	21.578	23.276	25.129	27.152	29.360	31.772	37.279	43.842	47.580	51.659	60.965	72.035	100.81	141.30	197.99	276.97
16	17.257	18.639	20.156	21.824	23.657	25.672	27.888	30.324	33.003	35.949	42.753	50.980	55.717	60.925	72.939	87.442	126.01	181.86	262.35	377.69
17	18.430	20.012	21.761	23.697	25.840	28.212	30.840	33.750	36.973	40.544	48.883	59.117	65.075	71.673	87.068	105.93	157.25	233.79	347.30	514.66
18	19.614	21.412	23.414	25.645	28.132	30.905	33.999	37.450	41.301	45.599	55.749	68.394	75.836	84.140	103.74	128.11	196.99	300.25	469.44	700.93
19	20.810	22.840	25.116	27.671	30.539	33.760	37.379	41.446	46.018	51.159	63.439	78.969	88.211	98.603	123.41	154.74	244.03	385.32	607.47	954.27
20	22.019	24.297	26.870	29.778	33.066	36.785	40.995	45.762	51.160	57.275	72.052	91.024	102.44	115.37	146.62	186.68	303.60	494.21	802.86	1298.8
21	23.239	25.783	28.676	31.969	35.719	39.992	44.865	50.422	56.764	64.002	81.698	104.76	118.81	134.84	174.02	225.02	377.46	633.59	1060.7	1767.3
22	24.471	27.299	30.536	34.248	38.505	43.392	49.005	55.456	62.873	71.402	92.502	120.43	137.63	157.41	206.34	271.03	469.05	811.99	1401.2	2404.6
23	25.716	28.845	32.452	36.617	41.430	46.995	53.436	60.893	69.531	79.543	104.60	138.79	159.27	183.60	244.48	326.23	582.62	1040.3	1850.6	3271.3
24	26.973	30.421	34.426	39.082	44.502	50.815	58.176	66.764	76.789	88.497	118.15	158.65	184.16	213.97	289.49	392.48	723.46	1332.6	2443.8	4449.9
25	28.243	32.030	36.459	41.645	47.727	54.864	63.249	73.105	84.700	98.347	133.33	181.87	212.79	249.21	342.60	471.98	898.09	1706.8	3226.8	6052.9
26	29.525	33.670	38.553	44.311	51.113	59.156	68.676	79.954	93.323	109.18	150.33	208.33	245.71	290.08	405.27	567.37	1114.6	2185.7	4260.4	8233.0
27	30.820	35.344	40.709	47.084	54.669	63.705	74.483	87.350	102.72	121.09	169.37	233.49	283.56	337.50	479.22	681.85	1383.1	2798.7	5624.7	11197.9
28	32.129	37.051	42.930	49.967	58.402	68.528	80.697	95.389	112.96	134.20	190.69	272.88	327.50	392.50	566.48	819.22	1716.0	3583.3	7425.6	15230.2
29	33.450	38.792	45.218	52.966	62.322	73.639	87.346	103.96	124.13	148.63	214.58	312.09	377.16	456.30	669.44	984.06	2128.9	4587.6	9802.9	20714.1
30	34.784	40.568	47.575	56.084	66.438	79.058	94.460	113.28	136.30	164.49	241.33	356.78	434.74	530.31	790.94	1181.8	2640.9	5873.2	12940	28172.2
40	48.886	60.402	75.401	95.025	120.77	154.76	199.63	259.05	337.88	442.59	767.09	1342.0	1779.0	2360.7	4163.2	7343.8	22728	69377		
50	64.463	84.579	112.79	152.66	209.33	290.33	406.66	570.66	815.08	1163.9	2400.0	4994.5	7217.7	10435	21813	45497				
60	81.669	114.05	163.05	237.99	353.98	513.12	713.52	1253.2	1944.7	3034.8	7471.6	18535	29219	46057						

Tabla 4. Valor presente de una cuota de \$1 por periodo durante n periodos.

Nº de pe- riodos	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	12%	14%	15%	16%	18%	20%	24%	28%	32%
1	0.9901	0.9804	0.9709	0.9615	0.9524	0.9434	0.9346	0.9259	0.9174	0.9091	0.8929	0.8772	0.8696	0.8621	0.8475	0.8333	0.8065	0.7813	0.7576
2	1.9704	1.9416	1.9135	1.8861	1.8594	1.8334	1.8080	1.7833	1.7591	1.7355	1.6901	1.6467	1.6257	1.6052	1.5656	1.5278	1.4568	1.3916	1.3315
3	2.9410	2.8839	2.8286	2.7751	2.7232	2.6730	2.6243	2.5771	2.5313	2.4869	2.4018	2.3216	2.2832	2.2459	2.1743	2.1065	1.9813	1.8684	1.7663
4	3.9020	3.8077	3.7171	3.6299	3.5460	3.4651	3.3872	3.3121	3.2397	3.1699	3.0373	2.9137	2.8550	2.7982	2.6901	2.5887	2.4043	2.2410	2.0957
5	4.8534	4.7135	4.5797	4.4518	4.3295	4.2124	4.1002	3.9927	3.8897	3.7908	3.6048	3.4331	3.3522	3.2743	3.1272	2.9906	2.7454	2.5320	2.3452
6	5.7955	5.6014	5.4172	5.2421	5.0757	4.9173	4.7655	4.6229	4.4859	4.3553	4.1114	3.8887	3.7845	3.6847	3.4976	3.3254	3.0205	2.7594	2.5342
7	6.7282	6.4720	6.2303	6.0021	5.7864	5.5824	5.3893	5.2064	5.0330	4.8684	4.5638	4.2883	4.1604	4.0366	3.8115	3.6046	3.2423	2.9370	2.6775
8	7.6517	7.3255	7.0197	6.7327	6.4632	6.2098	5.9713	5.7466	5.5348	5.3349	4.9676	4.6389	4.4873	4.3436	4.0776	3.8372	3.4212	3.0758	2.7860
9	8.5660	8.1622	7.8661	7.4353	7.1078	6.8017	6.5152	6.2469	5.9952	5.7590	5.3282	4.9464	4.7716	4.6065	4.3030	4.0310	3.5655	3.1842	2.8681
10	9.4713	8.9826	8.5302	8.1109	7.7217	7.3601	7.0235	6.7101	6.4177	6.1446	5.6502	5.2161	5.0188	4.8332	4.4941	4.1925	3.6819	3.2689	2.9304
11	10.3676	9.7868	9.2526	8.7605	8.3064	7.8869	7.4987	7.1390	6.8052	6.4951	5.9377	5.4527	5.2337	5.0286	4.6560	4.3271	3.7757	3.3351	2.9776
12	11.2551	10.5753	9.9540	9.3851	8.8633	8.3838	7.9427	7.5361	7.1607	6.8137	6.1944	5.6603	5.4206	5.1971	4.7932	4.4392	3.8514	3.3888	3.0133
13	12.1337	11.3484	10.6350	9.9856	9.3936	8.8527	8.3577	7.9038	7.4869	7.1034	6.4235	5.8424	5.5831	5.3423	4.9095	4.5277	3.9124	3.4272	3.0404
14	13.0037	12.1062	11.2961	10.5631	9.8986	9.2950	8.7455	8.2442	7.7862	7.3667	6.6282	6.0021	5.7245	5.4675	5.0081	4.6106	3.9616	3.4587	3.0609
15	13.8651	12.8483	11.9379	11.1184	10.3797	9.7122	9.1079	8.5595	8.0607	7.6061	6.8109	6.1422	5.8474	5.5765	5.0916	4.6755	4.0013	3.4834	3.0764
16	14.7179	13.5777	12.5611	11.6523	10.8378	10.1059	9.4466	8.8514	8.3126	7.8237	6.9740	6.2651	5.9542	5.6685	5.1624	4.7296	4.0333	3.5026	3.0882
17	15.5623	14.2919	13.1661	12.1657	11.2741	10.4773	9.7632	9.1216	8.5436	8.0216	7.1196	6.3729	6.0472	5.7487	5.2223	4.7746	4.0591	3.5177	3.0971
18	16.3983	14.9970	13.7535	12.6593	11.6896	10.8276	10.0591	9.3719	8.7556	8.2014	7.2497	6.4674	6.1280	5.8178	5.2732	4.8122	4.0799	3.5294	3.1039
19	17.2260	15.6785	14.3238	13.1339	12.0853	11.1581	10.3356	9.6036	8.9501	8.3649	7.3658	6.5504	6.1982	5.8775	5.3162	4.8435	4.0967	3.5386	3.1090
20	18.0456	16.3514	14.8775	13.5903	12.4622	11.4699	10.5940	9.8181	9.1285	8.5136	7.4694	6.6231	6.2593	5.9288	5.3527	4.8696	4.1103	3.5458	3.1129
25	22.0232	19.5235	17.4131	15.6221	14.0939	12.7834	11.6536	10.6748	9.8226	9.0770	7.8431	6.8129	6.4641	6.0971	5.4669	4.9476	4.1474	3.5640	3.1220
30	25.8077	22.3965	19.6004	17.2920	15.3725	13.7648	12.4090	11.2578	10.2737	9.4269	8.0552	7.0027	6.5660	6.1772	5.5188	4.9789	4.1601	3.5693	3.1242
40	32.8347	27.3555	23.1148	19.7928	17.1591	15.0463	13.3317	11.9248	10.7574	9.7791	8.2438	7.1050	6.6418	6.2335	5.5482	4.9966	4.1659	3.5712	3.1250
50	39.1961	31.4236	25.7298	21.4822	18.2559	15.7619	13.8007	12.2335	10.9617	9.9148	8.3045	7.1327	6.6605	6.2463	5.5541	4.9995	4.1666	3.5714	3.1250
60	44.9550	34.7609	27.6756	22.6235	18.9293	16.1614	14.0392	12.3766	11.0480	9.9672	8.3240	7.1401	6.6651	6.2482	5.5553	4.9999	4.1667	3.5714	3.1250

SIMBOLOGIA UTILIZADA EN ESTE TEXTO Y SU EQUIVALENTE EN OTROS AUTORES

	CONCEPTO	Otros autores
VA	Valor Actual, Valor Presente	VP
VP	Valor Presente	P
VF	Valor futuro de una suma	F, S
VAN	Valor Actual Neto, Valor Presente Neto	VPN
C	Cuota periódica uniforme, Anualidad, Cuota anual uniforme, Renta periódica uniforme, Renta	A, R
BN	Beneficio Neto de un flujo, Flujo Neto de Fondos	BN, FNF
$BN = Y - E$	Beneficio Neto = Ingresos - Egresos, Beneficio Neto = Ingresos - Costos	$BN = Y - C$
R =	Ingreso Total	Y
R	Tasa real	i_r
Y	Ingreso promedio	YM
E	Egresos, Costos	C
F, FF	Flujo de Fondos	FF

Indice

- Abandono, decisión de, 369
- Ackley, G., 53
- Ackoff, R., 177
- Activos monetarios, 286
- Actualización, 271
- Afinamiento exponencial, 86, 89
- Ahumada, J., 18, 24, 53
- Ajuste lineal, 86
- ALADI (ALALC), 13
- Albert, K., 183
- Alternativas tecnológicas, 103
- Aluja, G., 294
- Amenazas del medio, 70
- América Latina, 13, 244
- Amortizaciones, 229
- Análisis dimensional, 147
- Análisis organizacional, 173
- Antecedentes industriales, método de los, 147
- Anthony, R., 358
- Anualidades, 268
- Arboles de decisión, 306
- Archer, S., 242, 294
- Argeri, S., 194
- Aspectos organizacionales, 167
- Aspectos tributarios, 190
- Aumento de capacidad, 348
- Awad, J., 74
- Backer, M., 115, 358
- Balance:
 - de insumos generales, 124
 - de máquinas, 119
 - de materiales, 124
 - de obras físicas, 117
 - de personal, 122, 123
- Baum, W., 36
- Baumol, W., 203, 224
- Beneficios sociales:
 - directos, 10
 - indirectos, 10
 - intangibles, 10
- Beranek, W., 203, 224
- BID, 224
- Bienes:
 - complementarios, 47
 - de lujo, 44
 - independientes, 47
 - inferiores, 46
 - normales, 44, 46
 - sustitutos, 46
- Bierman, H., 242, 265, 273, 319
- Blair, R., 53, 74
- Bolten, S., 224, 242, 250, 260
- Boulding, K., 53
- Bowlin, O., 242
- Bradley, T., 337

- Instituto de Estudios Bancarios, 194
 Insumo-producto, 79, 84
 Interés, tasa de, 244
 Interpolación, 271
 Intervalo de confianza, 83
 Inversión durante la operación, 219
 Inversión en,
 cuentas por cobrar, 206
 efectivo, 202
 inventarios, 204
 Inversión no monetaria, 286
 Inversiones, 34, 197
 en capital fijo, 107
 en capital variable, 107
 en equipamiento, 118
 en obras físicas, 116
 en organización, 172
 Inversiones previas a la puesta en marcha,
 197
 en activos fijos, 197
 en activo nominal, 198
 en capital de trabajo, 199
 Investigación, gastos de, 182
 Investigación de mercados, 78
 IVA, 230

 Jacobsen, L., 115, 358
 Joy, M., 337

 Kast, F., 177, 183
 Kazmier, L., 93
 Kenny, L., 53, 74
 Keynes, J., 15, 29, 53
 Kinnear, T., 78, 93
 Koontz, H., 177, 183
 Kotler, Ph., 69, 74
 Kristy, J., 319

Laissez faire, 15
 Lange, O., 108, 115
 Legislación:
 económica, 187
 tributaria, 190
 Lepera, S., 194
 Lerner, E., 294
 Lerner, J., 184
 Levitt, T., 74
 Levy, H., 294
 Ley Clayton, 187
 Ley Sherman, 187
 Lieberman, G., 206

 Lira, R., 83, 93
 Localización, 29, 142
 factores de, 144, 150
 medidas de preferencia de, 153
 Loevy, J., 115
 Long, H., 370
 López-Ballori, E., 74
 Lorrie, H., 273, 294
 Luthans, F., 177

 Macrolocalización, 143
 Manes, R., 337
 Mao, J., 319
 Marco financiero, 5
 Martner, G., 24
 Marx, K., 15, 24, 42, 53
 Masa crítica técnica, 100
 Matemáticas financieras, 266
 Matthews, L., 127
 Matulich, S., 115, 127, 358
 Matus, C., 14, 24
 Matz, A., 358
 Mercado de capitales, 245
 Mercado del proyecto, 54
 competidor, 56
 consumidor, 57
 distribuidor, 57
 externo, 57
 proveedor, 55
 Messuti, D., 294
 Microlocalización, 143
 Michaelson, J., 250, 260
 Miller, M., 203, 224, 260
 Minmetal Consultores, 117
 Mitchel, G., 337
 Modelo de máxima utilidad, 134
 Modigliani, 260
 Monopolio, 45
 Monte Carlo, 309
 Moore, F., 164
 Motivaciones de compra, 62, 69
 MPAC, 253
 Mullick, S., 78, 93
 Munier, N., 164
 Muther, R., 164
 Myers, S., 177, 305, 319

 Naciones Unidas, 11, 37, 115, 134, 184, 260
 Neveu, R., 242
 Newman, D., 260, 294
 Normas:

- de fiscalización, 190
- legales, 190
- tributarias, 190
- Nussabaum, A., 194

- Ochoa, H., 141
- ODEPLAN, 11, 37, 115, 141, 224
- O'Donnell, C., 177, 183
- OECD, 37, 115, 141, 260
- Oferta, 48
- Oportunidades del medio, 70
- Organización, 29
 - estudio de la, 168
 - localización de la, 174
- Ordenamiento jurídico, 188
- Organización cooperativa, 190
- Orgler, Y., 203, 224
- Orr, D., 203, 224

- Pacto Andino, 13
- Palmero, J., 194
- Pappas, J., 53, 74
- Parro, N., 37
- Patentes, 198
- Pérez-Caballo, A., 294
- Perfil, 27
- Período óptimo de remplazo, 119
- Período de recuperación, 278
- Philippatos, G., 242, 250, 294
- Pietragalla, C., 177
- Planificación, 13
 - centralizada, 16, 42
 - del desarrollo, 18
 - no centralizada, 17
- Polimeni, R., 115, 319, 358
- Porterfield, J., 250, 260, 294
- Prasad, R., 36
- Precio, 62, 65
- Prefactibilidad, 28
- Pritchard, R., 294, 378
- Problema económico, 4
- Procedimientos administrativos, 171, 178
- Proceso de producción, 98
- Proceso tecnológico, 130
- Producto, 62
- Programa presupuestario, 16
- Promedio móvil, 86
- Promoción, 58, 62, 67
- Pronósticos visionarios, 78
- Proyección del mercado,
 - técnicas de, 75
 - ámbito de la, 76
 - métodos para la, 77-84
- Proyectos de inversión, 3, 27
- Proyectos en marcha, 359
- Puesta en marcha, 198
- Punto de indiferencia, 367

- Racette, G., 242, 294
- Racionamiento de capital, 289
- Rachlin, R., 242
- Ramírez, O., 294
- Razón beneficio-costo, 283
- Reed, R., 147, 164
- Remplazo de equipos, 350
- Regresión, 70, 79
 - simple, 79
 - múltiple, 79, 83
- Renwick, F., 294
- Riesgo, 7, 29, 253, 295
 - medición del, 297
- Riesgo, métodos para calcular el, 298
 - ajuste a la tasa de descuento, 294
 - análisis de sensibilidad, 299
 - árbol de decisiones, 306
 - criterio subjetivo, 298
 - distribución de probabilidades, 298
 - equivalencia o certidumbre, 299, 304
 - mediciones estadísticas, 298
 - Monte Carlo, 309
 - valores esperados, 299
- Riesgo financiero, 245
- Robichek, A., 305, 319, 369, 378
- Roitman, B., 183
- Rosenzweig, J., 177, 183

- Samuelson, P., 53
- Santa María, R., 194
- Sapag, N., 55, 74, 106, 115, 127, 224, 337, 379
- Sapag, R., 224, 379
- Sarnat, M., 294
- Savage, L., 273, 294
- Schall, L., 260, 294, 319
- Schultz, R. E., 294
- Schultz, R. G., 294
- Segmentación, 61
- SELA, 13
- Semenik, R., 74
- Sensibilización, 29, 131, 320
 - del precio, 323
 - de la TIR, 327

- de la utilidad, 330
- del VAN, 321
- Sethi, S., 203, 224
- Shaw, R., 74
- Sik, H., 177
- Simon, H., 184
- Sistema legal, 186
- Skerdlik, M., 177
- Smidt, S., 242, 265, 294
- Smith, A., 15, 24, 41
- Smith, D., 78, 93
- Sociedad de personas, 190
- Solana, R., 164
- Solomon, M., 319, 338
- Squire, L., 37
- Stonier, A., 53
- Strassman, P., 319
- Suma de costos, 149
- Sweeny, H., 242

- Tamaño, 29, 30, 128
 - economía del, 135
 - máxima utilidad del, 134
 - optimización del, 131
 - variables del, 129
- Tanzer, P., 164
- Tasa de descuento, 243
 - del inversionista, 251
- Tasa Interna de Retorno, 272, 273
- Tasa libre de riesgo, 303
- Tasa de retorno contable, 280
- Taylor, G., 74
- Taylor, J., 78, 93

- Taylor, W., 358, 379
- Tecnología, alternativas, 103
- Tecnología administrativa, 171
- Thompson, G., 203, 224
- Títulos de dominio, 191
- Troncoso, A., 260

- Unidades administrativas, 181
- Unidades coordinadoras, 171
- Universidad de Chile, 283
- UPAC, 6
- Usry, M., 358

- Valor actual neto, 132, 251, 272
- Valor actual neto marginal, 133
- Valor de desecho, 231
- Valor de salvamento, 226
- Valor futuro, 268
- Valor presente, 269
- Van der Tak, H., 37
- Van Horne, J., 242, 294, 305, 369
- Viabilidad, 26
- Viscione, J., 294

- Weber, M., 168
- Wehrich, 177
- Weston, F., 224, 242, 250, 294, 304
- Whisler, W., 338
- Wild, R., 164
- Williams, R., 74
- Wonnacott, P., 24, 50, 53
- Wonnacott, R., 24, 50, 53