



Preparación y evaluación económica de proyectos de inversión

ROSA AGUILERA VIDAL
JOSÉ FUENTES VALDÉS
FERNANDO SEPÚLVEDA PALACIOS



Serie CIENCIA

Preparación y evaluación económica
de proyectos de inversión
Rosa Aguilera Vidal, José Fuentes Valdés,
Fernando Sepúlveda Palacios

©Editorial Universidad de Concepción
Registro de Propiedad Intelectual N° 235.380

ISBN digital 978-956-227-563-7
Primera edición digital, noviembre de 2023

Primera edición impresa, diciembre de 2013
Reimpresión, abril de 2017
ISBN 978-956-227-375-6
Editorial Universidad de Concepción
Biblioteca Central, Of. 11, Campus Universitario
Fono (56-41) 2204590 - Fax (56-41) 2228262
Casilla 160-C, Correo 3
Concepción - Chile
E-mail: editorial@udec.cl

Edición/producción editorial
Oscar Lermenda

Ilustración de portada
<https://www.freepik.es/>

Derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de la presente obra
sin la autorización por escrito de los editores.

IMPRESO EN CHILE / *PRINTED IN CHILE*

Índice

Prólogo.....	7
--------------	---

Capítulo 1. Marco conceptual para la evaluación de proyectos

ROSA AGUILERA VIDAL.....	10
1.1. El problema económico, la inversión y la evaluación de proyectos	10
1.1.1. El problema económico y la toma de decisiones.....	12
1.1.2. La inversión, el crecimiento económico y la evaluación de proyectos	13
1.1.3. Niveles de decisión	21
1.2. Planes de desarrollo, programas y proyectos.....	22
1.2.1 Desarrollo sustentable	25
1.2.2 Desarrollo empresarial	28
1.2.3. Planificación, planes, programas y proyectos.....	31
1.2.4. Planificación estratégica.....	35
1.3. Tipología de proyectos.....	39
1.3.1. Tipología de Sapag.....	39
1.3.2. Tipología de MIDEPLAN	39
1.3.3. Tipología de proyectos según las Normas de Inversión Pública 2009	40
1.4. Conceptos de formulación y preparación de proyectos	41
Bibliografía	48

Capítulo 2. Conceptos claves para la preparación y evaluación de proyectos

FERNANDO SEPÚLVEDA PALACIOS	51
2.1. Ciclo de vida de los proyectos.....	51
2.1.1. Introducción	51
2.1.2. El concepto de proyecto de inversión	53
2.1.3. El ciclo de vida de un proyecto de inversión	56
2.2. El proceso de evaluación económica de proyectos: un camino iterativo	59
2.2.1. Evaluación económica de proyectos.....	59
2.2.2. Las etapas de la preinversión	62
2.3. Metodología de identificación de problemas y de soluciones	66
2.3.1. Introducción.....	66
2.3.2. Análisis de involucrados.....	68

2.3.3. Análisis de problemas.....	69
2.3.4. Árbol de objetivos	71
2.3.5. Análisis de alternativas e identificación de soluciones.....	72
2.4. La matriz de marco lógico	73
2.4.1. Introducción.....	73
2.4.2. Descripción del contenido de la matriz de marco lógico.....	75
Bibliografía	78

Capítulo 3. Preparación y presentación de proyectos

ROSA AGUILERA VIDAL y FERNANDO SEPÚLVEDA PALACIOS	79
3.1. Introducción	79
3.2. Preparación y presentación de un proyecto.....	80
3.2.1. Diagnóstico.....	81
3.2.2. Tipos de evaluación	83
3.2.3. Definición de la situación sin proyecto	84
3.2.4. Definición y análisis de alternativas.....	89
3.2.5. Identificación de factores de beneficios y costos	90
3.2.6. Medición de beneficios y costos	91
3.2.7. Definición de criterios de valoración de beneficios y costos.....	92
3.2.8. Análisis de factibilidad	93
3.2.9. Evaluación y análisis del riesgo.....	114
3.2.10. Conclusiones y recomendaciones.....	118
3.3. Presentación del informe de proyecto.....	116
Bibliografía	118

Capítulo 4. Criterios para la construcción del flujo de caja y sus componentes. Proyecto puro y proyecto financiado

ROSA AGUILERA VIDAL y FERNANDO SEPÚLVEDA PALACIOS	119
4.1. Introducción	119
4.2. Costos pertinentes y elementos de decisión para la construcción del perfil de un proyecto	120
4.2.1. Elementos de costos para la toma de decisiones.....	120
4.2.2. Algunas precisiones conceptuales para la construcción del flujo de caja de un proyecto de inversión.....	122
4.3. Componentes relevantes para la construcción del perfil de un proyecto y su significado.....	128
4.3.1. Inversión	128
4.3.2. Beneficios netos	130
4.3.3. Depreciación.....	130
4.3.4. Valor de recuperación económica de los activos	131
4.3.5. Horizonte de evaluación.....	131

4.3.6. Amortización e intereses	132
4.3.7. Costo de capital.....	132
4.3.8. Impuestos a las utilidades.....	132
4.4. Construcción del flujo de caja: ¿proyecto puro o proyecto financiado?.....	132
4.4.1. Tipos de evaluación	132
4.4.2. Evaluación económica de un proyecto.....	136
4.4.3. Evaluación financiera del proyecto	137
4.4.4. Métodos para la construcción del perfil de un proyecto.....	139
Bibliografía	150

Capítulo 5. Criterios de decisión

JOSÉ FUENTES VALDÉS	151
5.1. Introducción	151
5.2. Medida de riqueza (VAN).....	153
5.3. El VAN y la tasa de descuento.....	162
5.4. Supuestos y Características del VAN.....	169
5.4.1. Considera el valor del dinero en el tiempo	169
5.4.2. Es independiente de la vida útil del proyecto	169
5.4.3. Es independiente del tamaño del proyecto.....	173
5.4.4. Es posible utilizar distintas tasas de descuento a través del tiempo	174
5.4.5. Todos los flujos pueden ser positivos o negativos	175
5.5. Medidas de Rentabilidad (TIR).....	176
5.5.1. Casos particulares. Cálculo de la TIR	179
5.5.2. Ventajas de la TIR.....	181
5.5.3. Desventajas de la TIR	183
5.5.4. Cálculo de la tasa r^* (tasa Fisher).....	186
5.6. Otros criterios de evaluación.....	189
5.6.1. Anualidades.....	189
5.6.2. Razón Beneficio – Costo (Rb/c).....	193
5.6.3. Índice de VAN (IVAN).....	195
5.6.4. Período de Recuperación de la Inversión (PRI)	198
5.7. Proyectos relacionados.....	201
5.8. El VAN del proyecto puro y del proyecto financiado	203
Bibliografía	209

Capítulo 6. Análisis de riesgo e incertidumbre

JOSÉ FUENTES VALDÉS	210
6.1 Incertidumbre y riesgo	210
6.2 Análisis de incertidumbre	214
6.2.1. Análisis de sensibilidad	215
6.2.2. Cálculo de valores críticos.	223

6.2.3. Uso del Programa SensiBar.....	224
6.2.4. Análisis de sensibilidad con dos variables	228
6.3. Análisis de riesgo	231
6.3.1. El Van como variable aleatoria	236
6.3.2. Medición de riesgo	241
6.3.3. Varianza del VAN	243
6.3.4. Distribución de probabilidades del VAN	246
6.3.5. Curvas de máximo riesgo	247
6.4. Simulación	249
6.4.1. Etapas en un proceso de simulación	251
6.4.2. Simulación Montecarlo	252
6.4.3. Resultados de la simulación.....	256
Bibliografía	257

Prólogo



ESTE LIBRO SE ORIGINA en la necesidad de contar con un texto que proporcione los principios económicos, los conceptos y las herramientas para que profesionales y estudiantes de diversas disciplinas puedan acceder de manera simple a la preparación y evaluación económica de proyectos de inversión, ubicado en la fase de preinversión con fines de toma de decisiones sobre la asignación de recursos escasos a iniciativas de inversión.

El libro está escrito pensando en lectores que no tienen formación en esta área y pretende servir de orientación a quienes estudian formalmente un curso de proyectos, como a aquellas personas que necesitan una guía para estudiar y decidir sobre sus propios emprendimientos.

La idea de escribir sobre el tema surge por dos razones, la primera por contar con un texto base para apoyar diversos cursos en el área de proyectos, la segunda por concretar una aspiración de los autores, quienes enseñan y se desempeñan en el área de preparación y evaluación económica privada y social de proyectos privados y públicos por largo tiempo y entregan los conceptos fundamentales y temas que consideran necesarios y mínimos al momento de enfrentar un estudio de proyectos.

La edición de este libro se basa en 6 capítulos escritos por los tres autores en forma individual o en equipo, y se estructura de manera tal que abarque una unidad armónica y completa de principio a fin. En este sentido, se avanza desde la fundamentación de realizar estudios de preinversión que se presenta en el capítulo 1 y entregar la visión del ciclo de proyectos, materia del capítulo 2. Estos dos capítulos pretenden entregar al lector la contextualización de los proyectos de inversión, enfatizando que los estudios específicos que se realicen no pierdan de vista la pertenencia a un proceso y ámbito de desarrollo más amplio que el propio proyecto. En este sentido, el éxito en la toma de decisiones de inversión no debe asociarse solamente a un adecuado estudio de preinversión del proyecto, sino que además debe considerar los factores que inciden en la ejecución de la inversión, y luego los procesos de control de gestión que es necesario implementar para llevar a buen término la operación del proyecto.

En el capítulo 3 son presentados los conceptos económicos relevantes y requisitos que tiene que cumplir el estudio de preparación, para luego en el capítulo 4 revisar los antecedentes necesarios para la construcción del perfil del proyecto, base de la evaluación posterior. Se destaca en estos capítulos los contenidos de los estudios de prefactibilidad así como las variables que derivan de dicho análisis y que tienen que ser claramente comprendidas y especificadas cuando se entrega la disposición temporal de los flujos de caja del proyecto.

Los últimos dos capítulos contienen los criterios económicos para el estudio de la evaluación propiamente tal. En el capítulo 5 se presenta un análisis de los criterios de decisión que acompañan a todo proyecto en su fase final, enfatizando sus características y supuestos en que basan su concepción; el capítulo 6 advierte sobre el desconocimiento del futuro inherente a todo estudio preinversional, entregando una visión de cómo podría ser incorporado el riesgo al análisis de la rentabilidad, de manera que el evaluador cuente con herramientas que entreguen información más amplia y realista sobre los resultados del proyecto.

Prólogo

Los autores que participan en la elaboración de cada capítulo son responsables de los conceptos y formulaciones por ellos presentadas.

ROSA AGUILERA VIDAL

Concepción, Chile, 17 de mayo de 2011.

Capítulo 1

Marco conceptual para la evaluación de proyectos



ROSA AGUILERA VIDAL

1.1. El problema económico, la inversión y la evaluación de proyectos

1.1.1. *El problema económico y la toma de decisiones*

La economía es aquella rama de las ciencias sociales que estudia cómo las sociedades resuelven o podrían resolver sus problemas económicos. En otras palabras, la economía entrega criterios sobre cómo tomar decisiones acerca del mejor uso de los recursos. Aplicar dichos criterios estaría permitiendo aumentar la eficiencia en la asignación de recursos de manera de satisfacer el máximo de necesidades. Pero, cabe preguntarse ¿por qué los hombres están constantemente preocupados de procurarse los bienes que les lleven a la máxima satisfacción de sus necesidades? O de otro modo ¿a qué se debe la necesidad de una disciplina científica que oriente las decisiones de manera racional hacia el logro de los fines que día a día se plantean en una sociedad?

En la vida diaria, los sujetos participantes en los diversos sistemas económicos se han dado cuenta de que los recursos disponibles para satisfacer sus necesidades no existen en cantidad ilimitada en relación a éstas, por lo que existe una preocupación permanente por optimizar su uso y además por acrecentarlos. Por otro lado, si los recursos tienen uso alternativo –diversas aplicaciones de éstos– necesariamente hay

que decidir qué necesidad (o conjunto de necesidades) es preferible satisfacer¹.

Dado que están presentes el problema de escasez y uso alternativo de los recursos, llámense a éstos factores productivos (trabajo, capital, recursos naturales y capacidad empresarial), insumos en su acepción más amplia, o simplemente recursos, hay que decidir cuál será su asignación, problema que se le presenta tanto al individuo como a toda la sociedad. El proceso de toma de decisiones se realizará según una escala de prioridades predefinida por los sujetos involucrados en cada ámbito de acción, y los productos generados con esos insumos serán también escasos.

Las comunidades que se vean enfrentadas al problema económico tratarán de solucionarlo utilizando los recursos disponibles de la manera más racional posible. Este criterio se conoce como principio de racionalidad económica, que implica utilizar el mínimo de recursos para satisfacer un conjunto dado de necesidades o bien, con un conjunto dado de recursos satisfacer el máximo de necesidades. Dicho principio se traduce en eficiencia en la asignación de esos recursos, tema que se relaciona con la optimización en el uso de los recursos.

Es necesario aclarar que la escasez es un concepto relativo, y no absoluto, es decir, se habla de escasez cuando los bienes de que dispone una sociedad son insuficientes para hacer frente a los fines (necesidades) que ella persigue.

A nivel microeconómico o individual de cada consumidor y productor, se tiene que tomar una decisión respecto del uso que se le va a dar a cada recurso, y ello obliga a “ordenar” los fines conforme a algún criterio de selección. Cada agente económico (consumidores y productores) tiene que tomar una decisión sobre el destino de sus recursos. Se supone que los consumidores racionales elegirán aquellos bienes de consumo que les proporcionen el máximo nivel de “utilidad”²,

¹ Si los recursos tienen solamente un uso específico, no se enfrenta un problema económico de asignación de recursos entre varios usos, sino un problema técnico que consistirá en estudiar la mejor forma de resolverlo.

² Se asocia “utilidad” con el hecho de que los bienes que elige el consumidor a través de una demanda efectiva –y que conforma su canasta de consumo–, les son útiles o

mientras que los productores racionalmente utilizarán el criterio de maximización del beneficio neto derivado del proceso productivo³.

En el nivel macroeconómico, es el sector público quien tiene que tomar decisiones para resolver las interrogantes respecto de qué y cuánto producir, cómo producir y para quién producir, sujeto a la cantidad y calidad de factores productivos (recursos naturales renovables y no renovables, trabajo, capital y capacidad empresarial) existentes y la eficiencia con que éstos sean asignados.

Una vez que un recurso es utilizado para satisfacer una necesidad determinada, ya no está más disponible para destinarlo a otros usos, y este hecho tiene una clara implicancia en economía, cual es de existir un determinado “costo” por haber elegido satisfacer una necesidad en lugar de otra. Así, la escasez y el uso alternativo de recursos obliga a elegir de entre un conjunto de necesidades jerarquizables según el criterio aplicado, y a dejar sin satisfacer otro conjunto de necesidades. De ese conjunto de necesidades no satisfecho, la primera necesidad pasa a ser el mayor costo incurrido por haber realizado esa toma de decisión. El costo de asignar un recurso a un determinado fin se denomina costo de oportunidad o costo alternativo (costo económico) de la decisión, que se define como la mejor alternativa desechada.

Conocidas las características de los elementos que intervienen en la solución al problema económico es posible concluir que, si por un lado los recursos son escasos y de uso alternativo, y por otro lado los fines (o necesidades) son múltiples y jerarquizables, el problema económico se traduce en un problema de asignación racional de estos recursos a esos fines. El uso eficiente de los recursos permitirá obtener un nivel más alto del resultado que se ha propuesto al definir el problema, considerando la priorización de los fines que define cada sujeto.

“les “sirven” o les son “beneficiosos” para satisfacer sus necesidades, esto es, aplica el criterio de eficiencia en el consumo (la modelación del comportamiento del consumidor, cuyo resultado será obtener canastas óptimas de consumo para restricciones dadas de recursos, puede ser profundizada por el lector en textos de microeconomía).

³ El productor a su vez aplica el criterio de eficiencia en la producción (la modelación del comportamiento del productor que resultará en obtener combinaciones óptimas de insumos para maximizar su excedente, también puede verse en textos de microeconomía).

Cuando el problema económico se analiza a nivel de agentes consumidores y productores, la toma de decisión se hace en base a sus propios criterios de racionalidad. A nivel de una comunidad los individuos requieren de una organización económica que se responsabilice de asignar eficientemente los recursos de propiedad de todos los miembros de esa comunidad. En sociedades contemporáneas democráticas, la organización recae en el Estado, quien en nombre de todos los ciudadanos actúa como agente canalizador de recursos en beneficio de toda la sociedad⁴.

Si se considera tanto a los individuos como a la sociedad, se concluye que el problema económico consiste en un proceso de toma de decisiones sobre el uso de los recursos (capital, trabajo, recursos naturales, capacidad empresarial) disponibles para satisfacer el máximo de necesidades individuales y sociales.

1.1.2. La inversión, el crecimiento económico y la evaluación de proyectos

El término inversión es conceptualizado de diversas formas, según se hable en lenguaje técnico o común.

En lenguaje común o cotidiano, y en términos de los agentes económicos individuales, la inversión es concebida como una forma de aumentar su riqueza, y toma la forma de desembolsos de dinero para comprar activos inmuebles (tales como propiedades y terrenos) o comprar activos financieros (acciones, fondos mutuos, bonos). Este concepto corresponde a una inversión financiera, que consiste en transferencias de la propiedad de un individuo a otro de esos activos.

En términos estrictos y técnicos, la inversión se define como la formación de capital real producida por el hombre, que repone o incrementa el stock de capital de una empresa o del país, y que sirve para producir otros bienes. “Estrictamente, es aquella parte de la producción que no se destina al consumo inmediato, sino a la producción de

⁴ Eventualmente el concepto de sociedad puede ser ambiguo, en este caso nos referimos a los ciudadanos que generan el producto o ingreso nacional.

nuevos bienes de consumo o de nuevos bienes de capital” (Sepúlveda, 1995). La inversión bruta se compone de inversión de reposición –que mantiene el stock de capital– y la inversión nueva –que incrementa dicho stock en términos netos; por lo tanto la inversión es un flujo nuevo de activos físicos que modifica el stock de capital existente. Aquí se está hablando de formación bruta de capital fijo⁵ –referido a capital real– que es un flujo físico de bienes de capital generado en cada período y que se asimila a la acumulación de activos físicos de la economía real⁶.

Para fines de evaluación económica, propósito de este libro, la inversión será el “sacrificio de recursos hoy con el objeto de incrementar los recursos totales de un individuo o empresa a través del tiempo”. En consecuencia, es posible distinguir cuatro elementos en este concepto:

- Sacrificio de recursos, que refiere al costo de oportunidad o costo económico expresado en lo mejor que se deja de hacer (mejor alternativa) al asignar recursos a esta inversión.
- Tiempo transcurrido entre la inversión y la recuperación de la inversión, que enfatiza que toda decisión de inversión es de carácter intertemporal pues disponer de fondos para esta inversión significa decidir entre consumir hoy (consumo, como destino del ingreso hoy) o consumir mañana (ahorro, también como destino del ingreso hoy), esto es, dejar de consumir en el presente para consumir en el futuro.
- Rentabilidad o incremento de los recursos, que es lo que anima a tomar la decisión de inversión, puesto que por sobre el sacrificio de recursos que implica el proyecto de inversión –costo– se requiere obtener un beneficio bruto mayor, que se traducirá en un incremento neto de la riqueza (motivación de recuperar por sobre lo invertido).

⁵ En términos más amplios, el concepto de inversión abarca no sólo a la inversión en activos fijos, sino también a la inversión en capital humano o a inversión en capital del conocimiento. En la sección de Tipologías de Proyectos de este capítulo son presentadas diversas clasificaciones de iniciativas de inversión.

⁶ Los activos fijos están sujetos a depreciación o desgaste durante su vida útil, que se carga a gastos del período y, por lo tanto, es deducible de impuestos.

–Riesgo que entraña toda decisión de inversión. Dado que la decisión de inversión afecta un período de tiempo futuro, los flujos de beneficios brutos y costos son inciertos y nada asegura que éstos se presentarán tal y como se los ha estimado y proyectado en el estudio de preinversión. De allí que se incluye en el estudio determinístico de evaluación –a lo menos– un análisis de sensibilidad que permita ampliar el rango de resultados de la rentabilidad, ante cambios en variables relevantes de ítemes de beneficios brutos y costos⁷. Si se realiza un estudio estocástico de evaluación, se obtendrá un valor esperado (probabilístico) de la rentabilidad porque tal análisis supone asignar distribuciones de probabilidad a las variables más importantes y/o aleatorias, de manera de trabajar con rangos de variabilidad de la rentabilidad de mayor realismo y no con valores únicos⁸.

Un proyecto de inversión, además, se asocia con una cierta capacidad productiva, es decir, se trata de un flujo nuevo de producción por período de tiempo, mientras que el costo de la inversión inicial mencionado anteriormente –sacrificio de recursos hoy– se relaciona a un concepto de stock de bienes de capital que funcionarán durante el horizonte de evaluación. El flujo de producción por período o el monto de inversión inicial entregan una idea del tamaño del proyecto.

Por otro lado, hay decisiones de inversiones tácticas y otras estratégicas: mientras las primeras son decisiones que no comprometen el futuro del negocio, no son de gran tamaño ni involucran largos horizontes de tiempo y pueden ser tomadas por niveles medios o técnicos de decisión, las segundas tienen el carácter de fundamentales puesto que de ellas puede depender si continuar o no con el negocio, crecer

⁷ En efecto, es posible obtener coeficientes de elasticidades de la rentabilidad ante cambios en las variables más importantes y/o aleatorias de beneficios brutos y costos, que informan de cuán sensible es la rentabilidad del proyecto, en base al valor de la elasticidad.

⁸ En todo caso, la incertidumbre no es posible eliminarla con este tipo de estudio. Hay otra forma de tratar el riesgo en análisis de proyectos, que se denomina Análisis de Opciones Reales (Gujardo, Aguilera y Andalaft, 2008).

de manera importante o bien diversificarse, y deben ser tomadas por el directorio o por el nivel máximo de decisión de la firma, además se plantean en un horizonte de planeación estratégica de mediano o largo plazo.

La formación de stock de capital más allá de las necesidades de reponer el stock desgastado en procesos productivos (la inversión nueva), es una de las variables que influyen en el crecimiento económico de un país, que a su vez es uno de los objetivos del proceso de desarrollo sustentable⁹ tendiente a aumentar el bienestar de la sociedad. Se sugiere que la inversión sea vista como un proceso permanente de creación de capital real, que contribuya de manera continua a lograr una mayor disponibilidad de bienes y servicios que satisfagan las necesidades de una población creciente a través del tiempo. Por otro lado, se espera que el proceso de inversión contribuya a mejorar la calidad de los bienes y servicios generados, que depende –a su vez– de innovaciones en procesos y productos derivadas de la investigación en ciencia y tecnología.

El proceso de inversión es uno de los componentes de la actividad económica que es realizada en cada país con fines de crecimiento económico. En este sentido al hablar de inversión en capital real nuevo (bienes y servicios de capital), en realidad se aduce al proceso de acumulación, que comprende todas las acciones tendientes a asegurar la actividad productiva en el futuro¹⁰.

La actividad económica en un período dado se traducirá en mayor nivel de actividad, si acaso el nivel de inversión total realizada en ese período es superior a la inversión de reposición y exista inversión nueva que vaya a incrementar el stock de capital real. Si esto es así, habrá una mayor disponibilidad de bienes y servicios, que implica que existe

⁹ Los objetivos del proceso de desarrollo sustentable se tratan en la siguiente sección de este capítulo.

¹⁰ Proceso que complementa a otros varios: entre ellos, la producción, que agrupa todas las acciones tendientes a generar una determinada cantidad y calidad de bienes y servicios por parte de las unidades productoras (empresas privadas o públicas); o el consumo, que comprende las acciones tendientes a satisfacer las necesidades de las unidades consumidoras (familias o economías domésticas), a través del uso de bienes y servicios de consumo.

crecimiento económico, *ceteris paribus*. Sin embargo, el crecimiento económico no solamente depende del monto de la inversión en capital real nuevo, hay otras variables tales como la cantidad existente de fuerza de trabajo y de recursos naturales, el desarrollo tecnológico asociado a innovaciones en productos y procesos que resulten en mayor rendimiento por unidad de factor productivo utilizado, variables institucionales, entre otras.

Hay más que decir sobre las causas del proceso de crecimiento económico:

Las concepciones más modernas de las causas del crecimiento económico, así como la evidencia empírica, le asignan un rol igualmente importante a la calidad de la inversión realizada; es decir, que los recursos de inversión sean correctamente asignados... Sin embargo, el esfuerzo y el sacrificio necesario para incrementar la rentabilidad de las inversiones son claramente menores que aumentar el monto de la inversión, pues sin disminuir el consumo bastaría con reasignar los mismos fondos desde las inversiones de menor rentabilidad hacia otras cuya rentabilidad fuera el doble (MIDEPLAN, 1992, p. 16).

El mismo documento señala que esto no siempre ha sido posible de lograr “porque por muchos años se consideró como capital sólo a la inversión física”, y un rol importante en el crecimiento económico lo juega el aumento de la calidad de los factores de producción, entre ellos el factor trabajo, que es el principal factor productivo en muchos países latinoamericanos. Dentro de la inversión en capital humano se ubica la inversión en salud, en educación, en nutrición, capacitación de trabajadores que mejoren sus niveles de productividad, o programas de recalificación que permitan optar a empleos de mejor calidad. (MIDEPLAN, 1992).

Específicamente en materia de inversión, no bastaría entonces solamente con promover la inversión física, sino que hay que promover además la inversión en capital humano especializada en estudios de proyectos de inversión, que entreguen indicadores de resultados fundamentados, de manera de contar con una cartera de las mejo-

res inversiones posibles de realizar; en otras palabras, no basta con aumentar la cantidad de inversión, sino además mejorar su calidad.

Los estudios de proyectos se ubican dentro de la fase de preinversión, que se compone de una serie de pasos a seguir y que será desarrollada en extenso en el capítulo 3. En análisis de inversiones, proyecto se define como una “decisión acerca del uso de recursos con el objetivo de incrementar, mantener o mejorar la producción de bienes o la prestación de servicios” (MIDEPLAN, 1992). Otra definición de proyectos es la siguiente: “... todo proyecto constituye un proceso de asignación de recursos para satisfacer ciertos objetivos” (Torche, 1981), en el mismo sentido. Definiciones más amplias apuntan a actividades y tareas destinadas a cumplir objetivos relacionados con la satisfacción de necesidades, entre las cuales están aquellas que se desarrollan desde el momento en que nace una idea de proyecto hasta la operación del proyecto (preparación y evaluación, diseño final y construcción del proyecto, y operación del proyecto o emprendimiento).

En términos técnico-productivos, proyecto es un proceso de transformación de insumos en productos, denotado por una función técnica que indica una determinada y conocida combinación de insumos en el producto que se ha definido como fruto del proyecto. El uso de insumos entrega información para la determinación de los costos de producción, y el uso del producto por quien lo demanda efectivamente, entrega información para la determinación de los beneficios brutos. Construir los flujos de beneficios brutos y costos respectivos es tarea del equipo multidisciplinario a cargo del estudio de proyectos.

Los cuadros técnicos capacitados en la especialidad de proyectos los estudian siguiendo una metodología que consiste en preparar y evaluar iniciativas de inversión de manera rigurosa (que previamente han sido obtenidas del proceso de formulación de soluciones –o proyectos– a carencias o problemas detectados), entregando resultados a través de indicadores diversos (costo/beneficio, costo-eficiencia, costo-efectividad, entre los principales) que constituyen información económica o socioeconómica valiosa para la toma de decisiones, en un contexto de escasez y uso alternativo de recursos.

La toma de decisiones sobre inversiones es un proceso que tiene que ser realizado permanentemente, para cumplir con las metas de crecimiento económico, considerando o no estudios de proyectos de inversión. En este libro se propone que cada vez que se tome una decisión sobre asignación de recursos escasos y de uso alternativo a la inversión, se siga un proceso de análisis de la idea de proyecto desde el nivel más simple, para luego profundizarlo –si es necesario– en función del resultado que se obtenga de cada iteración en la fase de preinversión o de diseño del proyecto¹¹.

Es aquí donde se une el problema económico, la inversión y la evaluación de proyectos, objetivo de esta sección. En otros términos, como se tiene que asignar recursos (escasos) que tienen costo de oportunidad –dejar de satisfacer la mejor alternativa desechada– se sugiere que el tomador de decisiones de inversión considere el estudio de proyectos como una base, aunque se reconoce que no necesariamente entregará toda la información requerida para tomar la decisión. Acá se postula que es más adecuado tomar una decisión con estudios que sin ellos. Dado que el proceso de toma de decisiones no es tecnocrático, sino que es político y trasciende hacia niveles más amplios de información –que los equipos evaluadores no tienen por qué conocer– y de subjetividad y riesgo¹², por lo menos el resultado del estudio de proyectos entrega un resultado cuantitativo mínimo que puede ser considerado en el proceso de toma de decisiones.

La necesidad de la evaluación se justifica para estar conscientes de la conveniencia o no de un proyecto, y no aceptar ni rechazar ideas de proyectos, sin mayor estudio y análisis. Para los economistas, se evaluará la conveniencia económica, privada o social de un proyecto de inversión, que es su argumento técnico para ayudar a asignar en forma eficiente los recursos. Para los no economistas, se evaluará los impactos ambientales y/o sociales, con indicadores que no necesi-

¹¹ En el Capítulo 2 de este libro son presentados los conceptos de Ciclo de Vida de los proyectos, y diversos niveles de análisis de factibilidad de un proyecto.

¹² Los tomadores de decisiones le imprimen su propio riesgo o el riesgo promedio de una mesa de Directorio a la decisión.

riamente tienen que ser de tipo económico (expresados en dinero la mayoría de las veces)¹³.

Por evaluación de proyectos se entiende, primero, el proceso de comparación de sus beneficios brutos y costos para emitir un juicio sobre la conveniencia de llevarlo o no a cabo. Y luego, de aceptar el proyecto versus el sin proyecto, se procede al proceso de comparación con otros, para elegir el que sea más conveniente, utilizando criterios de rentabilidad adecuados. Su utilidad deviene entonces en que sirve para la toma de decisiones para la asignación de recursos a la inversión, y se trata de una evaluación *ex-ante* ubicada en la etapa de preinversión.

Para poder evaluar, previamente hay que formular el proyecto (considerar si la(s) solución(es) que plantea responde(n) a la necesidad detectada); y enseguida hay que analizar su factibilidad, es decir, determinar si el proyecto es posible de realizar (considerando estudios técnicos, económicos, normativos, ambientales entre los principales). Después de estas dos etapas, se pasa a calcular indicadores que permitan evaluar conveniencia, pueden ser criterios de costo/beneficio (privado o social), de costo/eficiencia o de costo/efectividad.

Normalmente, los estudios de proyectos son llevados por equipos multidisciplinarios, que aportan en su área de especialidad a la formulación, preparación y evaluación del proyecto. Capacitar a profesionales provenientes de disciplinas distintas a la económica es un paso previo al estudio, de manera que se comprenda el lenguaje de proyectos, el rol de quienes toman decisiones, y se comprenda sobre todo el lenguaje de la escasez que obliga responsablemente a asignar los recursos de la manera más eficiente posible a los profesionales que preparan y evalúan proyectos.

Finalmente, como conclusión de esta sección, se tiene que los estudios de proyectos alimentan al proceso de toma de decisiones en materia de inversión, y facilitan el logro de los programas de inversiones del sector privado y público.

¹³ Para complementar esta idea, véase Aguilera (1993, p. 75).

1.1.3. Niveles de decisión

Las inversiones se concretan en un sistema económico cuando las empresas privadas o públicas (nivel microeconómico) o el Estado (nivel macroeconómico) toman decisiones de asignación de recursos a determinados proyectos de inversión que contribuirán a satisfacer necesidades de la comunidad, según el objetivo que persiga el inversor. Estos proyectos –privados o públicos– se traducirán en la ejecución de diversas obras en distintos sectores de actividad económica, para diversos plazos, y considerando distintos tipos de capital real, con el fin de optimizar el uso de los recursos escasos disponibles¹⁴.

En efecto, el productor como agente económico individual, a lo menos debe plantearse en qué invertir (decisión de entrar o no a un determinado negocio), si sigue o no con su inversión una vez que la ha ejecutado (decisión de continuar o no con el negocio después de cada período de operación), y si es conveniente hacer crecer su inversión (decisión de ampliar el negocio).

El gobierno, por su parte, y en representación de todos los ciudadanos, establece los objetivos del proceso de desarrollo sustentable de manera de alcanzar el máximo bienestar social, y precisa plantearse metas concretas de inversión de manera de lograr una determinada tasa de crecimiento económico compatible con tasas de crecimiento demográfico, políticas económicas y políticas sociales, entre otros aspectos.

Existen, además, niveles intermedios de decisión de inversión, como lo son el punto de vista de una determinada industria (empresas que producen el mismo bien), o el punto de vista regional político-administrativo, o el de un territorio de una cuenca hidrográfica o del borde costero. Ello supone marcos de política que gestionen los programas de inversión de manera homogénea, considerando a los actores de cada uno de esos niveles decisionales¹⁵.

¹⁴ En la tercera sección de este capítulo se entrega una tipología de proyectos, según diversos criterios.

¹⁵ En la segunda sección de este capítulo se presenta el marco de política que contextualiza la toma de decisiones de inversión.

Por otro lado, hay procesos de evaluación de inversiones a nivel global que trascienden las fronteras nacionales, como son las medidas de adaptación o de mitigación relacionadas a las problemáticas del cambio climático o a la protección de aguas oceánicas internacionales. Esto supone acuerdos globales entre los Estados nacionales para alcanzar metas concretas de inversión que sean compatibles con un desarrollo sustentable.

1.2. Planes de desarrollo, programas y proyectos

Como se expresó en la sección anterior, la inversión¹⁶ es uno de los aspectos fundamentales del crecimiento económico, y eso abarca tanto la participación de agentes privados como públicos en la asignación de sus recursos a más y mejores inversiones.

En esta sección se contextualiza al proceso de inversión, y en particular a los proyectos de inversión, dado que constituyen actividades que forman parte de los procesos de planificación estratégica de las empresas privadas y públicas, y del proceso de gestión del desarrollo sustentable¹⁷ de un país, a cargo del Estado. En ambos casos, los proyectos de inversión constituyen una parte vital para conseguir los objetivos empresariales o nacionales, según sea el caso, pues son las unidades básicas operativas en que se manifiestan las acciones concretas de producción de bienes y servicios y de demanda de recursos productivos, y dependerán de las estrategias en curso –en entornos dinámicos– establecidas por las empresas o por el Estado/gobierno.

Si se trata de nuevos proyectos de empresas ya establecidas, éstos quedan enmarcados en el contexto de la estrategia de negocios de la empresa, que influirá no sólo en el posicionamiento inicial del proyecto, sino además en la forma en que serán proyectados los flujos de caja

¹⁶ En capital físico, capital humano y capital del conocimiento.

¹⁷ En la segunda parte de esta sección se analiza el concepto de desarrollo sustentable.

para calcular la rentabilidad del mismo¹⁸. Dicha estrategia puede ser más o menos dinámica dependiendo del modelo mental de negocios del Directorio de la empresa o del dueño del negocio, del tipo de producto que el proyecto genere (bienes de consumo, bienes intermedios o bienes de capital), de si el producto es transable o no transable, del sector de actividad económica al cual pertenece (por ejemplo, pesquero, forestal, generación de energía, minero), del tipo de consumidor si se trata de bienes de consumo (edad, educación, nivel de ingreso, preferencias, género), de acceso a oportunidades de nuevos negocios, de competitividad del sector a que pertenece, entre otros factores.

Si se trata de proyectos que son emprendimientos empresariales nuevos, de todos modos el proyecto tiene que insertarse en un contexto legal e institucional predeterminado o adaptarse y generar las condiciones para ello, en función de las restricciones normativas y de la capacidad de la entidad que lo presentará, gestionará y ejecutará ante los agentes inversores. Por otro lado, el proyecto se insertará en un contexto económico y territorial dado, que delimitará cantidades y calidades de recursos existentes en el espacio-tiempo en que se localizará; se relacionará con una organización industrial determinada, que puede ser o no de estructura competitiva; pertenecerá a un sistema económico que funciona en base a políticas públicas macro y microeconómicas, que el proyecto tiene que conocer y considerar para identificar la situación sin proyecto; finalmente, éste llegará a un contexto social, cultural y político que delimita el tejido social presente y sus tendencias futuras que tiene que evidenciar y el equipo evaluador establecer cuáles serán las interrelaciones entre ese contexto y el proyecto (por ejemplo, en algunos países la cultura de su pueblo no permite la entrada de algunos productos de amplia difusión en otras realidades)¹⁹.

¹⁸ Existen técnicas prospectivas para determinar la visión estratégica de futuro en que los proyectos podrían enmarcarse cuando son estudiados, dados por la visión del inversionista.

¹⁹ Si bien estos aspectos tendrían que considerarse explícita y detalladamente en el Estudio de Factibilidad de Mercado y Técnico cuando se esté preparando cada alternativa, se menciona aquí para tener desde el inicio una idea amplia de lo que abarca el contexto.

Mas en particular, el proyecto llegará a un rubro de negocios donde existen consumidores y productores que están satisfaciendo sus necesidades con otros productos o, en otro caso, hay políticas de gobierno que pueden o no estar fomentando determinadas actividades relacionadas con el proyecto²⁰, hay programas de inversiones sectoriales predeterminadas, hay una determinada disponibilidad de tecnologías, existen escenarios cambiantes de TIC's²¹ que pueden ser útiles al proyecto, existen diversos escenarios futuros de disponibilidad de productos estratégicos (tales como energía y agua). Además, y por último, el proyecto llega a un mundo globalizado y dinámico donde las estructuras económicas y sociales están en constante búsqueda de estabilidad política y nuevas formas de asumir los riesgos para su sobrevivencia.

Hay bastante que indagar al momento de analizar los aspectos que conforman el contexto en el cual el proyecto tendría que integrarse, y eso precisamente es el marco al cual se refiere esta sección, para no entregar a los lectores una falsa percepción de que para decidir sobre si un proyecto de inversión es rentable o no, solamente basta con conocer y calcular la rentabilidad a través de diferentes indicadores que no son sólo más que diferentes algoritmos matemáticos que pueden procesarse rápidamente a través de planillas de cálculo.

El análisis de inversiones es mucho más que eso y se tiene que estar consciente de que su estudio requiere de la comprensión –no tan sólo de conceptos económicos fundamentales y técnicos propios de la especialidad– sino además de que los proyectos forman parte de un sistema natural-socio-económico-político-cultural mucho más amplio que el contexto microeconómico de los mercados de los productos que ofrecerá o de los insumos que demandará. Quedará a elección del equipo evaluador del proyecto la mayor o menor profundidad que le

²⁰ Programas de fomento ampliamente conocidos son los Proyectos de Fomento (PROFO) y los Proyectos de Innovación (INNOVA) para el caso de Chile, a iniciativas de inversión privadas y públicas. Además han existido subsidios a la contratación de mano de obra de determinados territorios.

²¹ TIC's: Tecnologías de la información y comunicación.

otorgue al estudio del contexto. En esta sección serán entregados algunos elementos a tomar en cuenta previo a entrar en lo que es el análisis puro o técnico de los proyectos que se inicia en el próximo capítulo.

Los temas de esta sección serán presentados iniciando con una aproximación conceptual de desarrollo sustentable y desarrollo empresarial, la planificación y la planificación estratégica y por último la programación de inversiones; esto es, desde lo más general hacia lo particular y más concreto, referido a proyectos de inversión.

1.2.1. Desarrollo sustentable

Una primera aproximación al concepto de desarrollo, es la siguiente:

[es el] proceso de crecimiento del ingreso o del producto total y per cápita acompañado de cambios en la estructura de la economía, tales como la importancia creciente de la producción industrial junto a la pérdida de significación de la producción agrícola y minera, migración de la población desde el campo a la ciudad, diversificación de importaciones y exportaciones, etc. El proceso además trae aparejado mejoramientos en ciertos indicadores de bienestar social, como salud, educación, distribución del ingreso y la riqueza, etc. Vale decir, es un proceso global de modernización de la economía y de la sociedad en su conjunto cuyo objetivo es elevar las condiciones de vida de la población (Sepúlveda, 1995).

Una segunda aproximación al concepto de desarrollo es la siguiente:

Se entiende por desarrollo un proceso de transformación de la sociedad caracterizado por una expansión de su capacidad productiva, la elevación de los promedios de productividad por trabajador y de ingresos por persona, cambios en la estructura de clases y grupos y en la organización social, transformaciones culturales y de valores, y cambios en las estructuras políticas y de poder, todo lo cual conduce a una elevación de los niveles medios de vida (Sunkel, 1980, p. 20).

Una tercera aproximación al concepto de desarrollo, vigente en la enseñanza de la economía hoy, es el de desarrollo sustentable (vid. Aguilera, 1993), que busca cumplir tres objetivos en el largo plazo: crecimiento económico, equidad social y sustentabilidad ambiental. De manera muy simple, el primero tiene que ver con el incremento del producto total y per cápita, el segundo con transformaciones en la estructura social que se traducen en una mejora en la distribución del ingreso, y el tercero con el uso de recursos naturales y bienes ambientales de manera tal que sirvan a las actuales y futuras generaciones. En resumen, se trata de integrar estos objetivos intentando salvar las incompatibilidades y conflictos entre sí; donde ninguno de ellos tiene que estar supeditado al otro y, por lo tanto, no podría ser alcanzado sin avances simultáneos e interrelacionados con los otros dos. No obstante, en el corto plazo se observan conflictos entre los objetivos, porque el espacio de factibilidad del logro común se reduce con las rigideces propias de los programas políticos de cada gobierno que duran cortos períodos, o por factores de catástrofes de la naturaleza, o por la competencia de uso de recursos, entre muchas otras razones. De lo que deriva como necesario un proceso de armonización de los tres objetivos que en un sistema democrático tiene que ver con lo que desean los actores del proceso de gestión del desarrollo, y de una comunicación efectiva entre éstos²².

Por otra parte, lograr armonizar los tres objetivos a nivel operativo no es fácil, dado que ninguno de ellos se encuentra en un solo plano de medición. Mientras que el crecimiento económico se expresa a través de indicadores económicos, la equidad lo hace mediante indicadores sociales, y la sustentabilidad ambiental en términos de indicadores físicos. Hay cuestiones sociales y ambientales que no es posible traducir a indicadores económicos y, por lo tanto, la ecuación es difícil de traducir

²² La forma que adquiera este proceso de comunicación no será tratado en este apartado, dado que tiene que ver más con un proceso de participación ciudadana que normalmente es tratado en el tema de gestión ambiental.

a un solo común denominador; más aún, para lograr cada uno de ellos se precisa además haber resuelto carencias de información, medición y valoración. Sin embargo, en el enfoque de desarrollo sustentable, con un criterio de largo plazo, se actúa “como si se intentara” alcanzar un equilibrio entre los objetivos, pues sería posible hacer transferencias planificadas de recursos entre un objetivo y otro.

Ello necesariamente implica una planificación del desarrollo, en que la comunicación efectiva entre los actores de dicho proceso es un factor fundamental. ya que éste no se puede dejar abandonado al juego espontáneo de las fuerzas de la economía, sino que requiere de un esfuerzo deliberado en tratar de cumplir armoniosamente con los tres objetivos. En esta concepción se requiere adaptar la ciencia y tecnología a las necesidades humanas; esto es, no basta que los proyectos de inversión sean técnicamente viables y económicamente rentables. Es necesario, además, que resulten socialmente deseables, es decir, que no deterioren la calidad de vida de la población. Se trata, en definitiva, de alcanzar el máximo bienestar social.

En este caso, el análisis de entornos es amplio dado que, por un lado son tres los objetivos claramente diferenciables a nivel nacional –cada uno con sus políticas y ambientes particulares– y, por otro, están los entornos geopolíticos (con aspectos de soberanía, asociaciones comerciales de países, entre otros), económicos (tratados comerciales, exigencias de competitividad y calidad de productos y procesos, por ejemplo), financieros (con temas de deuda externa, crisis financiera, normas contables financieras internacionales) y globales (con temas de cambio climático y aguas internacionales e interoceánicas), que influyen en los objetivos nacionales del desarrollo sustentable. Sólo por mencionar un ejemplo, a nivel global existe una Convención Marco sobre Cambio Climático, en que se han planteado metas de reducción de CO₂²³ a la atmósfera al año 2012²⁴ según un determinado diagnóstico realizado por el IPCC²⁵, y donde determinados países se han compro-

²³ CO₂: Anhídrido carbónico.

²⁴ Mediante el Protocolo de Kyoto.

²⁵ IPCC: sigla en inglés que significa International Panel Climate Change (Panel Intergubernamental de Cambio Climático).

metido a cumplir con ellas. Luego, fueron propuestos los MDL²⁶ para que existiera un sistema de mercado de bonos de captura de carbono transables, donde los países en vías de desarrollo pudiesen colaborar con esas metas, lo que se tradujo en que en estos países se crearan mecanismos de fomento a proyectos de inversión que formasen parte de la oferta de bonos de captura de carbono, para ser demandados por países desarrollados que tienen que cumplir las metas, y así participar en un objetivo global.

1.2.2. Desarrollo empresarial

El concepto clásico de desarrollo empresarial se puede concebir como el proceso a través del cual la empresa maximiza su valor como empresa, o bien, maximiza el valor actual de los beneficios netos futuros²⁷ (ingresos –beneficios brutos– menos los costos) recibidos durante su operación en el largo plazo. Este objetivo es el clásico de los textos de economía cuando se analiza el comportamiento del productor, y se supone que la racionalidad del empresario lo hace actuar “como si quisiera” hacer máxima la rentabilidad de su negocio. No por ello, dados los entornos económicos cambiantes en que se desarrollan los negocios, además de responsabilidades sociales empresariales crecientes demandadas por los ciudadanos, se deja de perseguir otros objetivos –tales como utilizar los recursos naturales de manera sustentable²⁸ o realizar donaciones financieras o reales a personas vulnerables o miembros desvalidos de una comunidad o aplicar medidas de protección ambiental– que en conjunto con el criterio clásico, maximizan la imagen corporativa del negocio²⁹.

Para trabajar en pos del objetivo central clásico, la empresa tendrá

²⁶ MDL: Mecanismos de Desarrollo Limpio.

²⁷ A los beneficios netos se les denomina también –en su acepción económica– excedente del productor.

²⁸ A este respecto se habla de desarrollo empresarial sostenible en la actualidad.

²⁹ No es extraño encontrar al lado de grandes plantas que evacúan residuos gaseosos, lagunas con especies de aves del sector.

que aplicar una orientación estratégica³⁰ a su proceso de desarrollo, estableciendo un conjunto de actividades relacionadas entre sí que la conduzcan a su logro, y dentro de esta orientación habrá que enmarcar los estudios de preinversión (proyectos). Cada proyecto de inversión cumplirá así con la parte de la estrategia que la empresa determine para cumplir con su objetivo.

a) Una primera idea en torno a la orientación estratégica es que, si bien desde el punto de vista de los negocios en general un proyecto de inversión será “aceptable” cuando arroje una rentabilidad positiva y superior a la de su mejor alternativa, la orientación estratégica de la planificación del desarrollo empresarial supone que tomar decisiones de inversión correctas implica más que solamente ese criterio de rentabilidad, porque las empresas y los proyectos se mueven en ambientes inestables y es necesario considerar el riesgo asociado a los procesos de cambio que ocurren en dichos ambientes. Por lo tanto, tomar decisiones de inversión correctas con una orientación estratégica significará para la empresa adoptar aquellas que minimicen el riesgo en el largo plazo, lo que incluye además el desarrollo de habilidades claves de sobrevivencia en ambientes competitivos.

b) Lo anteriormente dicho involucra –una segunda idea en torno a la orientación estratégica– reconocer que la empresa y los proyectos de inversión forman parte de un sistema superior formado por dos componentes (al menos en el nivel nacional), el sistema socioeconómico y el sistema natural (o ecológico), que es superior al proyecto y a la empresa y éstos –proyecto y empresa– no pueden ser indiferentes a dicho sistema. El proyecto o la empresa son mediadores entre los agentes consumidores y los recursos, actuando como un competidor con otros productores del mismo producto, y con los usuarios de los recursos que el proyecto va a utilizar. Por lo tanto, lo que pase en el sistema afectará al proyecto, y también el proyecto afectará al sistema

³⁰ La Orientación Estratégica de los Estudios de Preinversión ha sido consultada en el Manual de UNIDO (Behrens y Hawranek, 1995).

(dependiendo de su tamaño, el efecto del proyecto puede ser poco importante o trascendente).

Asimismo, los cambios futuros que ocurran en dicho sistema –que es dinámico– tienen que ser considerados por el equipo evaluador. Si se desea mayor profundidad del análisis del ambiente futuro en que se insertará el proyecto, se sugiere analizar los factores de cambio que pueden poner en riesgo los resultados esperados del proyecto, por lo menos, es recomendable analizar los factores críticos o los potencialmente importantes para el desarrollo futuro del proyecto.

En definitiva, el análisis de los entornos condiciona a la empresa y a los proyectos de inversión que ésta tiene en cartera en forma de ideas para cumplir con sus objetivos estratégicos, y no debe ser desechado a priori como un tema poco importante, dado que permite visualizar cómo se insertará el proyecto en este ambiente que es determinante para comprender y justificar la participación del proyecto en el sistema, y al mismo tiempo, cuáles son los factores que pueden poner en riesgo la ejecución y permanencia del mismo en el tiempo, a fin de analizar cómo pueden ser tratados y/o controlados por el proyecto o por la empresa, de ser posible.

El análisis de los entornos tiene que ver con una serie de aspectos exógenos a la empresa, entre los cuales es posible citar los siguientes:

- Cambios en el comportamiento de los mercados de los que depende la empresa: cantidades y precios de productos e insumos, apertura al comercio internacional, liberalización de trabas arancelarias, nuevas estrategias de logística y abastecimiento, nuevas estrategias de *marketing*.
- Mayores exigencias de competitividad ya sea impuestas por el comercio interno o externo, a través de mejoras continuas en la calidad de productos y procesos productivos, a través del desarrollo de capacidades innovativas en la gestión, a través de innovaciones tecnológicas para aumentar la eficiencia en la producción y reducir costos, a través del uso de las ya generalizadas TIC's para facilitar comunicaciones con clientes, proveedores, trabajadores a nivel interno y agentes financieros.

- La inserción adecuada en contextos ambientales naturales y laborales donde se ha posicionado cada vez más el tema de la responsabilidad social empresarial como parte de la imagen corporativa, exigiendo de manera certificada las respectivas competencias en estos temas.
- Nuevas formas de hacer negocios, entre los cuales se puede citar las transacciones virtuales donde lo que tiende a dominar es la necesidad del usuario, más que la oferta física del producto por la empresa.
- Mayor producto e ingreso de los países, que se traduce en una mayor demanda de servicios que utilicen menor cantidad del recurso tiempo por parte de los clientes, factor que cada vez es más valorado.

c) Finalmente hay una tercera idea en torno a la orientación estratégica dentro de la cual enmarcar los estudios de preinversión, que tiene que ver con el desarrollo de capacidades de gestión (competencias técnicas y genéricas del capital humano, herramientas de innovación tecnológica en procesos productivos y administrativos, entre otras) que logren que la empresa desarrolle características diferenciadoras de sus competidores que sean difíciles de imitar y que le permitan asegurar su éxito en el largo plazo. Dentro de éstas, podría sugerirse innovaciones en diseños de productos, en la forma de hacer negocios, en facilidades adicionales de servicios de postventa a los clientes.

Tampoco hay que olvidar que el proyecto también afectará al sistema, y si se trata de un proyecto de monto de inversión y contratación de mano de obra significativa para una región determinada o para el país, pasará a formar parte de las fuerzas activas del entorno. En la próxima sección se entrega una descripción simple de lo que es la Planificación Estratégica de Desarrollo.

Por lo tanto, el proceso de desarrollo empresarial tiene que ser lo suficientemente flexible como para que la empresa considere las nuevas condiciones sin sacrificar su objetivo de largo plazo. Ello implica que habrá que desarrollar una planificación estratégica del

desarrollo vinculada a un pensamiento estratégico que en definitiva busque maximizar las oportunidades y minimizar los riesgos a que se enfrente la empresa. En ese sentido, las decisiones de inversión –concretadas a través de proyectos de inversión– son críticas para el éxito y sobrevivencia de la empresa, especialmente cuando el monto de inversión es significativo. De allí que se precise distinguir entre decisiones de inversiones estratégicas y tácticas, ya mencionadas en la primera sección de este capítulo³¹.

La conclusión principal de este apartado de desarrollo empresarial es que el futuro de los negocios de una empresa no es resultado del azar y en ello cumple un rol fundamental la planificación de las inversiones con una visión de orientación estratégica; que además dicho proceso es flexible pues debe irse adaptando a los cambios de los entornos que pueden significar oportunidades o restricciones a partir del presente. Esta planificación es el marco orientador de las inversiones que vayan estudiando y ejecutando las empresas, si se desea lograr resultados exitosos de permanencia en el largo plazo.

1.2.3. Planificación, planes, programas y proyectos

La Planificación se refiere a la “actividad que desarrolla sistemáticamente planes y programas, induce a su aplicación y sobre la base de objetivos preestablecidos evalúa los resultados obtenidos. En muchos casos utiliza modelos matemáticos que permiten efectuar simulaciones y predicciones, a base de las cuales se controla el curso del proceso” (Sepúlveda, 1995, p. 143).

El proceso de planificación puede ser realizado por los sectores privado y público. Dentro del sector privado, por empresas grandes, medianas, pequeñas y microempresas; y por empresas nacionales

³¹ Las diferencias más importantes entre ambas se refieren al monto de recursos involucrado en la inversión, el horizonte de tiempo del proyecto, y si el proyecto compromete o no el futuro de la empresa en términos de seguir o cambiar/ampliar el rubro del negocio, todo lo cual implica que las primeras sean tomadas por el directorio de la empresa y las segundas por cuadros técnicos especializados.

y transnacionales. Dentro del sector público, a nivel central en sus distintas carteras ministeriales; regional y municipal. Desde una perspectiva espacial también se puede hacer planificación territorial considerando cuencas hidrográficas y áreas costeras

Los niveles de planificación también puede alcanzar una región o el país. Si se trata de planificación nacional, puede significar dirección de la economía por parte del Gobierno, aunque no necesariamente imperativa, sino de carácter indicativa. Esta última se asocia a economías de mercado descentralizadas, donde los agentes económicos privados no están obligados a cumplir con las decisiones del plan, sino que éste pasa a ser un marco de referencia dentro del cual el Estado puede incluir un sistema de incentivos tal que induzca a los privados a ajustar sus conductas al plan.

Si se trata de planificación imperativa, el Estado impone un proceso de asignación de recursos centralizado que incluye un proceso administrativo que es obligatorio para todos los agentes económicos. En este caso se intenta reemplazar el sistema de mercado descentralizado.

El concepto de Plan “hace referencia a las decisiones de carácter general que expresan los lineamientos políticos fundamentales, las prioridades que se derivan de esas formulaciones, la asignación de recursos acorde a esas prioridades, las estrategias de acción y el conjunto de medios e instrumentos que se van a utilizar para alcanzar las metas y objetivos propuestos” (Ander-Egg y Aguilar, 1998, p. 15). Un plan engloba programas y proyectos, pero abarca más que eso, pues su formulación es derivada de objetivos más amplios como son la tasa de crecimiento de la economía, el nivel de salud propuesto, metas de políticas sociales, etc. No obstante, el Plan es el “parámetro técnico-político dentro del cual se enmarcan los programas y proyectos”.

Un Programa consiste en un conjunto de proyectos relacionados entre sí, que se expresa de manera organizada e integrada. Con frecuencia los programas son una de las partes operativas del plan tendientes a lograr los objetivos y metas propuestos. Más operativos son los proyectos, pues apuntan a un conjunto de actividades que se realizan combinando recursos humanos, físicos, materiales y financieros, para producir bienes y servicios, sujetos a una restricción presupuestaria y

a un período de tiempo determinado. Ambos, programas y proyectos, operativizan el plan y es posible que una acción pueda ser concretada con un programa o solamente con un proyecto, dependiendo de la magnitud del objetivo que se pretende lograr.

Un detalle mayor daría cabida a las actividades que componen un proyecto cualquiera, y dentro de cada actividad, a tareas específicas. Un ejemplo de esta pirámide de conceptos desde lo más general a lo más particular sería, para un plan de inversión en salud, realizar un programa de construcción de establecimientos hospitalarios, dentro del cual un proyecto sería la construcción de una posta de atención primaria en una determinada localización, con actividades tales como cercar el sitio, construir los cimientos, levantar una muralla, y entre las tareas comprar la pandereta para el cerco, retroexcavar el sitio para hacer el foso donde se construirá la posta, o colocar un ladrillo.

De las relaciones mencionadas entre plan, programa, proyectos, actividades y tareas, se desprende que no basta con preparar proyectos, previamente tiene que haberse cumplido con la identificación del problema relevante, la formulación de las soluciones y el diseño de los proyectos, todo compatible con un proceso de planificación estratégica que compatibilice sus objetivos con los proyectos diseñados en los plazos previstos.

La planificación del desarrollo sustentable de un país que intenta cumplir con los objetivos de crecimiento, equidad y sustentabilidad en el uso de recursos naturales en el largo plazo, requiere de un esfuerzo consciente en materia de políticas económicas que abarquen desde los objetivos macroeconómicos hasta las fases operativas como son los proyectos de inversión, pasando por los programas de inversiones. La preparación de proyectos constituye la fase final de la formulación de los planes del desarrollo, y que serán ejecutados por sectores privado y público.

Resulta convincente pensar que los agentes económicos privados realizarán los proyectos de inversión que les sean convenientes o con rentabilidades privadas positivas, según su presupuesto y los objetivos de su empresa o grupo económico propietario del capital. Sin embargo, en el sector público “si es que en verdad se desea influir sobre la

calidad de los proyectos que finalmente se incluirán en el programa de inversiones públicas, deberá establecerse un mecanismo de mayor control *a nivel de estudio de prefactibilidad o de perfil*. En función de estos estudios podrán eliminarse sin mayores dificultades los proyectos ‘malos’ y fijar claros términos de referencia para la elaboración de los estudios de factibilidad y diseño de sólo aquellos que parecen prometedores” (Fontaine, 2008)³².

1.2.4. Planificación estratégica

La planificación en sentido general es un proceso sistemático de desarrollo de actividades que persigue lograr determinados objetivos en un horizonte de tiempo dado, y evaluarlos a través de indicadores cuali o cuantitativos al final del proceso. Como tal, forma parte de un proceso clásico de administración de una organización donde, para lograr lo planificado, luego son planteadas las acciones de organización, dirección y control.

El Plan Estratégico de Desarrollo (PED) de una organización es un instrumento de dirección y a la vez de liderazgo de una organización cuya finalidad es llevar a ésta al logro de sus objetivos estratégicos, evaluando continuamente los avances, y adaptándose positivamente a los cambios en los entornos. Esto implica adoptar una actitud permanente de anticipación a oportunidades y amenazas, de manera de trabajar sobre las debilidades para superarlas, aprovechar al máximo las fortalezas vigentes y crear otras nuevas que mejoren la competitividad de la organización frente a terceros, mediante ajustes a través de optimizaciones y/o innovaciones al propio proceso de desarrollo. Los PED son utilizados hoy por entidades empresariales, gubernamentales y académicas, como una forma de pensamiento estratégico de minimizar riesgos y de supervivencia en ambientes cada vez más competitivos y abiertos al mundo.

³² Una lectura más profunda y recomendable en el tema de Evaluación Social de Proyectos y la Programación de Inversiones, el lector lo puede encontrar en el texto de Fontaine (2008, p. 371).

Los elementos componentes de un PED (Vigo y Granadillo, 2008) son los siguientes:

–*Visión*. Es una imagen objetivo de lo que se pretende lograr por la organización, por lo tanto está referida al futuro y se construye desde la visión de futuro (expectativas del futuro deseado). Contiene los cambios deseados por la organización en el largo plazo, para lo cual tiene que considerar necesariamente no sólo el análisis del entorno hoy, sino una prospectiva estratégica referida a exploración de escenarios futuros probables que le permitan un desarrollo sostenible. En su construcción pueden participar los líderes y/o los miembros de la organización.

–*Misión*. Es la razón de ser de la organización y es descrita a través del tipo de institución que es y de sus objetivos. Expresa los principios y valores que caracterizan su forma de actuar para alcanzar tales objetivos, y lo que es necesario hacer para alcanzar el éxito de tal misión. De allí que es recomendable, cuando se realice planificación estratégica, ésta se elabore con la más amplia participación de actores de la organización.

–*Diagnóstico estratégico*. Consiste en revisar la visión, la misión, los principios y valores, y las condiciones externas e internas (Análisis FODA)³³ de la organización, con el fin de diseñar la estrategia a seguir para lograr sus objetivos. Las condiciones externas –sobre las cuales no es posible influir ni evitar aunque sí estar alertas– se refieren a las oportunidades y amenazas del entorno a que se ve enfrentada la organización, siendo las oportunidades aquellos elementos que la impactan de manera positiva pudiendo ser útiles para que se desarrolle más y mejor, mientras que las amenazas impactan de manera negativa el quehacer de la organización, pudiendo ser un peligro

³³ Análisis FODA: Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, que se trabaja con una matriz de cuatro cuadrantes donde se listan cada uno de estos elementos y se procede a hacer el diagnóstico.

para su supervivencia. Las condiciones internas –que dependen de la propia autogestión como organización– tienen que ver con las fortalezas o capacidades más ventajosas que pueden permitir aprovechar las oportunidades así como mitigar el impacto negativo de las amenazas, mientras que las debilidades representan problemas que hay que reconocer y trabajar para superarlas. Con estos elementos se identifica el problema estratégico general y una solución estratégica general³⁴ compuesta de varios caminos a seguir, están las estrategias ofensivas (espacio de confluencia de las fortalezas y oportunidades), las defensivas (espacio de confluencia de las debilidades y amenazas) y las adaptativas (espacio de confluencia ya sea de fortalezas con amenazas o de debilidades con oportunidades), que deberán ser seguidas según cómo se vislumbre el futuro más probable.

–*Objetivos estratégicos*. Definen los resultados específicos a concretar durante el horizonte de evaluación, en términos cuantitativos, consistentes con la misión y la visión de la organización. Los objetivos de mayor viabilidad corresponden a los de las estrategias ofensivas; en el otro extremo están los objetivos menos factibles que corresponden a los de las estrategias defensivas o de supervivencia; y finalmente están los objetivos de las estrategias adaptativas, que son inciertas ambas, y hay que proceder con cautela, se presume que podría resultar más factible tratar con los factores internos de la organización que con los externos que no es posible modificar. Los objetivos “representan las metas que se persiguen en un ámbito de eficacia definido y sugieren la dirección a los esfuerzos organizacionales” (Vigoa y Granadillo, 2008, p. 221).

–*Estrategias*. Se refieren a un conjunto de acciones direccionadas a cumplir el objetivo de la organización. Se define en base a acciones principales concebidas en forma dinámica a fin de irse adaptando a los cambios exógenos, en base al máximo de información disponible

³⁴ A través de la delimitación de los factores más críticos tanto del entorno (amenazas) como de la organización (debilidades), y los puntos más fuertes internos (fortalezas) y los del entorno (oportunidades).

y a la creatividad para reducir niveles de incertidumbre. Las opciones de estrategias consideran diferentes escenarios, eligiendo aquellas que mejor cumplan los objetivos estratégicos. Toda estrategia debe contener criterios de medida y planes de acción.

–*Criterios de medidas.* Caracterizan el desempeño estratégico de la organización, a través de indicadores y magnitudes que permitan medir el cumplimiento de los objetivos planteados, y faciliten el control de la gestión posterior. Su importancia reside en que permitirán controlar el avance y resultados de la planificación.

–*Planes de acción.* Se refieren a las acciones concretas a seguir para cumplir los objetivos y según cada estrategia adoptada. Son especificadas las tareas, los responsables, período de cumplimiento, recursos disponibles para el cumplimiento de cada tarea.

–*Control y evaluación de objetivos.* Consiste en realizar un seguimiento a los planes de acción para cada tarea especificada según los indicadores diseñados, además de un seguimiento a la evolución del entorno y la organización. Si hay desviaciones respecto del cumplimiento de objetivos, se incluyen medidas para vencer los obstáculos.

Como conclusión de esta sección es posible afirmar que no hay proyectos sin entornos, porque –de ser rentables– se ejecutarán en ámbitos determinados que pertenecen a un sistema socioeconómico-político-cultural dado, y en un momento del tiempo específico. No hay proyectos “abstractos”, excepto las ideas de proyectos como tales, cuando se proponen las soluciones posibles a un problema que ha sido previamente identificado; sin embargo, al momento de realizar el estudio de preparación de un proyecto, éste queda necesariamente delimitado a un espacio físico real que caracteriza el análisis de factibilidad –estudios de mercado, técnico, legal/institucional/organizacional, ambiental, financiero. Además, se precisa estudiarlo para un determinado período, que circunscribe el análisis a variables de beneficios brutos y de costos existentes en ese período y no en otro,

incidiendo el período seleccionado –además– en la tasa de descuento que se utilizará en su evaluación.

1.3. Tipología de proyectos

Existen diversas tipologías de proyectos atendiendo a diversos criterios. Se presenta en esta sección tres clasificaciones: la de Sapag (2007), la de MIDEPLAN (1992) y la del Sistema Nacional de Inversión Pública - MIDEPLAN (2009).

1.3.1. Tipología de Sapag (2007, p. 17)

Los proyectos pueden ser clasificados en dependientes, independientes y mutuamente excluyentes.

–Los proyectos dependientes son aquellos que para ejecutarse necesitan que se ejecute otro proyecto y se llaman proyectos complementarios. El grado de complementariedad puede ser por razones físicas o económicas.

–Los proyectos independientes pueden ser ejecutados sin depender de otros, ni ser afectados por otros.

–Los proyectos mutuamente excluyentes son aquellos que constituyen alternativas únicas al momento de la toma de decisiones.

1.3.2. Tipología de MIDEPLAN (1991, pp. 47, 79 y 111)

Los proyectos pueden ser clasificados en industriales, de infraestructura y sociales.

–Los proyectos industriales son aquellos cuyo producto puede ser transado en un mercado formalmente establecido, no transable o transable, al precio que determine el mercado (entre demandantes y

oferentes). Entre éstos se encuentran proyectos tales como forestales, pesqueros, mineros, etc.

- Los proyectos de infraestructura son aquellos cuyo producto es un servicio que por lo regular no es objeto de transacción, por lo que la evaluación de estos proyectos requiere de metodologías particulares de evaluación que identifican, miden y valoran los beneficios y costos por ahorros de costos, costos evitados, método del presupuesto, entre otros. Ejemplos de este tipo de proyectos son los del sector vialidad, agua potable y regadío.
- Los proyectos sociales son la inversión en infraestructura requerida por los servicios de educación, salud, vivienda y de justicia. Además, en esta categoría se incluye a los programas sociales tales como nutrición, capacitación, previsión social, educación, vivienda (MI-DEPLAN, 1991, p. 111). Dadas sus características, para este tipo de proyectos la evaluación se complejiza en cuanto a la identificación, medición y valoración de los beneficios atribuibles al proyecto.

1.3.3. Tipología de proyectos según las Normas de Inversión Pública 2009

Los proyectos pueden ser clasificados en estudios básicos, programas y proyectos.

- Los estudios básicos son los gastos derivados de aquellas iniciativas de inversión destinadas a generar información sobre recursos humanos, físicos o biológicos. No genera beneficios en forma directa o inmediata. No debe confundirse con un estudio de prefactibilidad o de factibilidad, que son fases de la preinversión de una iniciativa de inversión, cuya tipología es proyecto (se presenta en la tercera parte).
- Los programas son los gastos por concepto de “iniciativas de inversión destinadas a incrementar, mantener o recuperar la capacidad de generación de beneficios de un recurso humano o físico, y que

no correspondan a aquellos inherentes a la institución que formula el programa. Se materializa mediante el desarrollo de acciones concretas y específicas que deben tener una duración acotada en el tiempo y diferenciarse claramente de aquellas actividades normales de funcionamiento. (Ejemplo: capacitación, difusión, manejo, prevención, saneamiento de títulos de dominio). El Sistema Nacional de Inversiones exige que los programas se formulen mediante la metodología del “Marco Lógico”.

–Los proyectos son los gastos por concepto de “estudios pre-inversionales de prefactibilidad, factibilidad y diseño, destinados a generar información que sirva para decidir y llevar a cabo la ejecución futura de proyectos. Asimismo, considera los gastos de inversión que realizan los organismos del sector público para inicio de ejecución de obras y/o la continuación de las obras iniciadas en años anteriores, con el fin de incrementar, mantener, o mejorar la producción de bienes o prestación de servicios” (MIDEPLAN, 2009).

1.4. Conceptos de formulación y preparación de proyectos

En esta sección se presentarán los distintos conceptos o visiones que se ha encontrado en la literatura disponible, sobre el término “formulación” y “preparación” de proyectos. Como la disciplina de estudio de proyectos es más bien una técnica, como fue explicado en la primera sección de este capítulo, se ha revisado una amplia gama de autores que se han dedicado al estudio de proyectos. Ello, porque se desea tener la visión más completa de lo que se está entendiendo por formulación y preparación, y además visualizar los avances que podrían haberse producido en la técnica.

Por otro lado, los conceptos y etapas fundamentales en el análisis de proyectos no han cambiado en cuanto a su esencia, sino más bien lo que se ha perfeccionado son las metodologías de evaluación. En efecto, por una parte se ha ampliado la visión de lo que serían las variables relevantes en términos de beneficios y costos, y, por otra, se han incor-

porado temas –tales como equidad de género, aspectos ambientales y territoriales, entre otros– que complementan la información entregada por los estudios, con el fin de mejorar la asignación de recursos, ante entornos y políticas económicas cambiantes que provocan escenarios diversos para dichos estudios.

a) Para Fontaine (2008, p. 3), formulación es lo mismo que preparación, y la define como la “acción que contempla la evaluación económica de las opciones técnicas y tecnológicas sugeridas por los distintos especialistas que colaboran en la gestión –ingenieros industriales, ingenieros de ramas especializadas (civiles, químicos, de alimentos, etc.), administradores de empresas, contadores, sociólogos, psicólogos, publicistas, técnicos y trabajadores especializados”. Para Fontaine, una adecuada formulación de los procesos (proyectos) logra la eficiencia económica, que es la maximización del excedente del productor o la diferencia entre los beneficios y los costos del proyecto.

b) Para Sapag (2007, p. 30), se desprende que ambos conceptos no son sinónimos. Mientras formulación “corresponde al proceso de definición o configuración del proyecto, la preparación es el proceso de cálculo y estructuración de los costos, inversiones y beneficios de la opción configurada”....“La preparación del proyecto busca cuantificar los comportamientos más probables de ingresos y egresos de un proyecto. Sin embargo, muchas veces el proyecto no está configurado en forma completa y debe ser formulado previamente”.

Ejemplifica la formulación con decisiones sobre la localización y tecnología del proyecto, comprar o arrendar oficinas y/o transporte. Enfatiza que el estudio de opciones como las ejemplificadas, a nivel de perfil: “es un procedimiento al que se recurre cuando se busca formular el proyecto, por cuanto se reduce los escenarios sobre los que se puede materializar la inversión”. El proceso de formulación sería equivalente a la etapa de idea, que “corresponde al proceso sistemático de búsqueda de nuevas oportunidades de negocio o de posibilidades de mejoramiento en el funcionamiento de una empresa, el cual surge de la identificación de opciones de solución de problemas e inefi-

ciencias internas que pudieran existir o de las diferentes formas de enfrentar las oportunidades de negocio que se pudieran presentar” (p. 26). Mientras que la etapa de preparación parte con el estudio a nivel de perfil.

Se deduce, entonces, que la formulación ahorra recursos, ya que su resultado es delimitar el máximo de opciones posible de manera de que el proceso de decisión logre eficacia (p. 28).

c) Para Ortegón, Pacheco y Roura (2005), los términos formulación y preparación son sinónimos (p. 215, anexo 5), y ello se refiere a un adecuado diseño de las estrategias o alternativas que corresponden a soluciones del problema. No obstante, para ellos es muy importante la etapa previa de identificación de proyectos, ya que “hacer una buena identificación del problema es determinante para un buen resultado de un proyecto, ya que a partir de esto se establece toda la estrategia que implica la preparación del proyecto. No se puede llegar a la solución satisfactoria de un problema si no se hace primero el esfuerzo por conocerlo razonablemente” (p. 10). Otra idea que manifiestan es que los proyectos “... son cursos de acción que se originan a partir de un problema y dan respuesta a ese problema en forma racional. Esto implica el uso eficiente de los recursos disponibles” (p. 11).

Por la forma en que se aborda el tema en su publicación, por el esfuerzo desplegado en precisar conceptos, entregar metodologías y análisis de tratamiento de los diversos temas que facilitan, forman parte y/o enriquecen la identificación de proyectos, se podría consignar que esta etapa es la que condiciona la preparación y la evaluación, dado que “la identificación del proyecto se fundamenta en el reconocimiento del problema, la explicación de los aspectos principales de éste y el planteamiento de las posibles alternativas de solución”.

d) Para González y Rendón (2001), si bien se refieren a proyectos sociales, establecen que, para los proyectos no sociales (y en particular mencionan los de infraestructura), la etapa de preinversión (con las iteraciones de idea, perfil, prefactibilidad y factibilidad) constituye la etapa de formulación en los proyectos sociales, que abarca (i) la

identificación y (ii) el diseño del proyecto. Es en (i) donde proponen identificar y analizar el problema (definirlo y caracterizarlo, analizar sus causas y los efectos sobre el entorno), acotar alternativas de solución, y finalmente evaluar y seleccionar la idea de solución (utilizando criterios tales como costos, eficacia, eficiencia, sostenibilidad, aspectos culturales, etc.). Luego, en (ii) se trabaja con la idea seleccionada de la etapa anterior, a la que se aplican estudios de perfil, proyectos alternativos y evaluación ex-ante. En otras palabras, los autores profundizan en la identificación del problema, antes de pasar a la etapa de preparación, que asocian a formulación incluida la evaluación ex-ante.

e) Para González, Mastrángelo, Peroni y Rendón (2001), si bien su documento se refiere a proyectos sociales, al igual que el anterior, cuando ellos presentan las etapas en el ciclo de los proyectos, afirman que el estudio a nivel de factibilidad “está asociado a la ejecución de una obra física, si el proyecto no requiere de este tipo de construcciones, se puede pasar del perfil a la ejecución” (p. 44). Por lo que –a lo menos– en el estudio de cualquier iniciativa de inversión (sea en un proyecto entendido como inversión en capital físico, sea en un programa entendido como inversión en capital humano) serían la idea del proyecto y el perfil. Profundizan en que “la idea del proyecto surge a partir de la identificación de un problema de la comunidad (presente o futuro) o de oportunidades para mejorar el bienestar de la comunidad” (p. 44). En la etapa de idea, se tratará de responder preguntas relacionadas a necesidades a satisfacer y a través de qué bienes, población objetivo, recursos disponibles, localización, alternativas para llevar a cabo el proyecto. Mientras que en la etapa de perfil, se analiza lo tradicional conocido. Como conclusión, se tiene que los autores profundizan en la identificación del problema antes de pasar a la etapa de perfil.

f) Para Ander-Egg y Aguilar (1998), el proceso de formulación abarca desde la idea hasta la preparación del proyecto. Este proceso es una parte fundamental en la elaboración de proyectos, y para ello citan a un documento de FAO que estipula: “un buen diseño de proyecto debe especificar los elementos esenciales que se requieran para

crear un sistema de seguimiento para la ejecución del proyecto y la evaluación consecutiva de los efectos e impactos del mismo”³⁵. Definición interesante la de FAO que considera la relación directa entre el diseño y la administración del proyecto, poco tratado en documentos de proyectos.

De allí que para estos autores los requisitos a cumplir para que un proyecto sea bien diseñado y formulado son los siguientes: “razones por las que se necesita realizar el proyecto (fundamentación), a qué fin contribuirá el logro de los objetivos del proyecto (finalidad), qué se espera obtener del proyecto en caso de que tenga éxito (objetivos), a quién va dirigido el proyecto (beneficiarios directos) y a quiénes afectará (beneficiarios indirectos), qué debe producir el proyecto para crear las condiciones básicas que permitan la consecución del objetivo (productos), con qué acciones se generarán los productos (actividades); cómo organizar y secuenciar las actividades, qué recursos se necesitan para obtener el producto y lograr el objetivo propuesto (insumos), quién ejecutará el proyecto (responsables y estructura administrativa), cómo se ejecutará el proyecto (modalidades de operación), en cuánto tiempo se obtendrán los productos, y se lograrán los objetivos previstos (calendario), y cuáles son los factores externos que deben existir para asegurar el éxito del proyecto (pre-requisitos)” (p. 20).

Los requisitos mencionados dejan de manifiesto que abarcan más aspectos de identificación del proyecto, que de las etapas conocidas de la preparación, aunque su presentación apunta a lo general, pero sí advierten que “las pautas propuestas deben complementarse con la capacidad de adaptarlas en cada caso específico” y que de todos modos existirá un margen de incertidumbre respecto a los resultados (p. 11).

g) Para Ortiz (1997, p. 1), “el proceso de formulación reúne información determinante para decidir qué acciones tomar respecto a los proyectos. Le otorga especial importancia a la etapa de identificación de ideas de proyectos, previa al estudio a nivel de perfil, la cual ini-

³⁵ FAO: Pautas para la evaluación de proyectos de cooperación técnica (mimeo), Roma, 1984.

cia con un diagnóstico preliminar que deriva en la existencia de un problema que necesita solución, o en una necesidad insatisfecha. El problema se analiza en cuanto a su identificación, no sólo en términos cualitativos, sino además cuantitativos, es decir, se determina su magnitud, se identifica sus beneficiarios posibles, detallando sectores y localidades, y se identifica todas las alternativas posibles. De allí se deriva como conclusión si hay que seguir analizando la idea a un nivel más avanzado, desecharla o postergar su estudio. Todo esto significa pasar al estudio a nivel de perfil.

En este sentido, es importante investigar hasta el punto donde se tenga total convicción de haber identificado aquella alternativa de proyecto que permita alcanzar la forma más eficiente de alcanzar un objetivo deseado³⁶. Más adelante (pp. 4-5) agrega: “El proceso de formulación de un proyecto implica maximizar el nivel de certidumbre, respecto a la bondad de determinada idea sujeto a un uso de los recursos proporcional a los resultados obtenidos. Como tal, debe responder sobre la conveniencia de realizar una inversión específica, entregando los elementos de juicio necesarios para respaldar y adoptar la decisión que corresponda”; esta idea la desarrolla a partir de las iteraciones que sigue la preinversión, que “debe entenderse... como una lucha contra la incertidumbre en la asignación de los recursos” (p. 6).

De lo anterior se deduce que este autor la otorga especial importancia a la etapa de análisis de la idea, al igual que Sapag, antes de pasar a la etapa de perfil.

h) Para MIDEPLAN (1991) –Ministerio de Planificación y Cooperación de Chile– se desprende que el concepto de formulación no sería sinónimo de preparación. En efecto, señala los procesos de formulación, preparación y evaluación de proyectos como necesarios para seleccionar las mejores alternativas de inversión (p. 9). Aunque más

³⁶ En particular, para el caso del sector público –al que circunscribe el autor en adelante el documento– el proceso de formulación abarca todo el estudio de proyectos, desde el objetivo del proceso de desarrollo, pasando por el marco global de la planificación, el ciclo de proyectos y sus fases.

adelante no se profundiza en esta distinción, la etapa de generación y análisis de la idea de un proyecto, que es previa al estudio en el nivel de perfil, se debe identificar el problema, la necesidad, magnitud y grupos afectados por el problema, para concluir en el tipo de producto a generar por el proyecto, y las soluciones alternativas al problema. Por lo tanto, ésta es una etapa previa a la etapa de perfil.

i) Para Sánchez (1997), la formulación de un proyecto corresponde a la preinversión, porque comprende "... desde la concepción de la idea hasta el análisis final de los elementos de juicio necesarios para decidir la ejecución del proyecto" (p. 19). A su vez, la etapa de la preinversión implica realizar análisis a diferentes niveles: preliminar (perfil), prefactibilidad y factibilidad. No aporta más desagregaciones o profundizaciones que no apunten sino a lo mencionado.

j) Para Calderón y Roitman (1973), la etapa de formulación considera desde la identificación de la idea hasta incluso el proyecto definitivo, que es el diseño final de ingeniería, cuando su ejecución está decidida (este diseño final es el que normalmente se utiliza para generar los términos de referencia, en adelante TDR y llamar a licitación). Señalan: "En materia de proyectos, hay un orden de prioridades: el proyecto nace en una etapa de formulación, a la cual sucede la etapa de ejecución y finalmente la operación" (p. 5). Por lo que la formulación comprendería las etapas: identificación de la idea "que pasa a constituir el objetivo del proyecto" (p. 8), el anteproyecto preliminar, el anteproyecto definitivo, y el diseño final de ingeniería, que representaría el proyecto definitivo.

En la práctica, la mayoría de los estudios de proyectos inician con el diagnóstico de un problema, que a su vez pasa a ser la justificación del proyecto que es preparado y evaluado a continuación. En muchos casos no se separa entre formulación y preparación, pero tampoco se profundiza demasiado en la identificación del problema. Por lo regular, el diagnóstico, justificación y objetivos del proyecto forman parte de

una introducción del informe, donde son entregados antecedentes generales sobre la situación previa relacionada al proyecto, transformándose el resultado del diagnóstico en el problema detectado, y el proyecto, en la solución (o las soluciones) a tal problema. Sólo en los últimos años se ha ido profundizando en metodologías que inician con un adecuado tratamiento de la formulación del problema e incluso con instrumentos de diseño de indicadores que permiten ir controlando la gestión del proyecto, si es aprobado y ejecutada su inversión; ejemplo de ello es el enfoque de Marco Lógico, que es una de las exigencias de MIDEPLAN a algunas iniciativas de inversión.

Como conclusión de esta sección, se sugiere que la formulación como proceso independiente sea incorporado como una fase al estudio de proyectos, para agotar el estudio de las posibles causas y canalizar así una amplia cartera de soluciones posibles, y quedarse con las “mejores posibles”. Esta visión se entrega con el ánimo de perfeccionar los estudios de evaluación ex-ante de proyectos, al incorporar el análisis de las causas que originaron el problema, para prevenir o replicar en situaciones similares, y hacer que la asignación de recursos esté mejor canalizada. El cómo se incorpore el proceso de formulación de la idea de proyecto, o soluciones al problema detectado, o bien opciones del proyecto a ser preparadas y evaluadas, va a depender principalmente de quién haya encargado los estudios, y del tipo de proyectos que se esté analizando.

Bibliografía

- Aguilera, R. (1993). “Desarrollo y medio ambiente: proposiciones para la toma de decisiones sobre uso de recursos”. *REA* 40: 73-89.
- Ander-Egg, E. y Aguilar, M. J. (1998). *Cómo elaborar un proyecto. Guía para diseñar proyectos sociales y culturales*. Editorial Lumen/Hvmanitas, Buenos Aires, Argentina.
- Behrens, W. y Hawranek, P.M. (1995). *Manual for the Preparation of Industrial Feasibility Studies*. United Nations Industrial Development Organization -UNIDO (1ª ed. 1991).

- Calderón, H. y Roitman, B. (1973). Notas sobre formulación de proyectos. Cuadernos del ILPES (Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social). Serie II – N° 12.
- Fontaine, E. R. (2008). *Evaluación social de proyectos*. México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- González, J. C. y Rendón, M. A. (2001). Formulación básica de proyectos sociales. Corporación de Promoción Universitaria, Documento de Trabajo N° 10.
- González, J. C.; Mastrángelo, J.; Peroni, A. y Rendón, M. A. (2001). Corporación de Promoción Universitaria, Documento de Trabajo N° 3.
- Guajardo, M.; Aguilera, R. y Andalaft, A. (2008). “Evaluación socioeconómica de proyectos con el método de Opciones Reales”. *Revista de Ingeniería Industrial* (Universidad del Bío-Bío) Año 7, N° 2: 47-63.
- Melnick, J. (1958). *Manual de proyectos de desarrollo económico*. Santiago: Naciones Unidas.
- MIDEPLAN (1991). *Preparación y presentación de proyectos de inversión*. Departamento de inversiones. Santiago.
- MIDEPLAN (1992). *Inversión pública, eficiencia y equidad*. Santiago.
- MIDEPLAN (2009). *Normas de Inversión Pública*. Disponible en: [www.mideplan.cl/sistema nacional de inversiones/NIP 2010](http://www.mideplan.cl/sistema_nacional_de_inversiones/NIP_2010).
- Ortegón, Edgar; Pacheco, Juan F. y Roura, Horacio (2005). *Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública*. CEPAL/ILPES. Serie Manuales N° 39.
- Ortiz, J. (1997). *Metodología de formulación, evaluación y análisis de proyectos*. Santiago: Secretaría General de Planificación (SGP) del Consejo Nacional del Desarrollo de Ecuador (CONADE) y Banco Interamericano de Desarrollo. En el marco del Proyecto 900/SF-EC: Fortalecimiento del Sistema de Inversiones Públicas.
- Sánchez, L. V. (1997). *Formulación de proyectos de inversión. Elementos de estudio*. Lima: Editorial San Marcos.
- Sapag, N. (2007). *Proyectos de inversión, formulación y evaluación*. México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- Sepúlveda, C. (Ed.) (1995). *Diccionario de términos económicos*. Séptima edición. Santiago: Editorial Universitaria S.A.
- Sunkel, O. (1980). “Introducción. La interacción entre los estilos de desarrollo y el medio ambiente en la América Latina”. En: Sunkel, O. y Gligo, N., *Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina*. México: Fondo de Cultura Económica.

- Torche, A. (1981). “Evaluación de proyectos tecnológicos”. *Trabajo Docente* N° 32. (Facea, Pontificia Universidad Católica de Chile).
- Vigoa, C. y Granadillo, M. (2008). *Herramientas básicas del planificador*. Cuba: Centro de Estudios de Economía y Planificación (CEEP), Ministerio de Economía y Planificación, Cuba.

Capítulo 2

Conceptos claves para la preparación y evaluación de proyectos



FERNANDO SEPÚLVEDA PALACIOS

2.1. Ciclo de vida de los proyectos

2.1.1. Introducción

La formulación, preparación y evaluación de proyectos ha evolucionado de tal manera que hoy día resulta imposible sustraerse a sus principios y metodologías cada vez que un agente económico se enfrenta a la posibilidad de invertir recursos por un período prolongado para el desarrollo de cualquier actividad (de producción sectorial, de infraestructura, programas sociales, etc.) y en cualquier área del sector público o privado (por ejemplo, del nivel nacional, regional, municipal), incluida la inversión extranjera en el exterior.

La racionalización y sistematización técnica del proceso de toma de decisiones de inversión (a través de la formulación, preparación y evaluación de proyectos) tiene su origen –por una parte– en la incertidumbre sobre el comportamiento futuro de ciertas variables que pueden afectar las distintas posibilidades que se le presentan al inversionista, y –por otra parte– en la necesidad de tomar decisiones con base en estudios de proyectos que entregan indicadores de evaluación que informan sobre sus resultados. En el sector privado, el interés por la maximización de los beneficios se complejiza al considerar la naturaleza de los riesgos en que se puede incurrir al realizar

una determinada inversión versus aquella inversión alternativa. El proceso de formulación, preparación y evaluación de proyectos pretende reducir la incertidumbre del proceso de toma de decisiones, no sólo en términos de la relación costo-beneficio, sino también de los riesgos específicos de la inversión y flujos asociados, los que dependen del tiempo de recuperación de la inversión, de la capacidad para predecir y de los ítemes de costos y beneficios relevantes que explican los resultados del proyecto. En el sector público, el interés por maximizar la rentabilidad social en el uso de los recursos hace que la disciplina de proyectos se haga particularmente interesante, dado que gran parte de los recursos asignados a inversión se destinan a obras de infraestructura, estudios y/o programas sociales, cuyas metodologías de evaluación social, requisitos de información para la preparación y enfoques transversales para calificación de criterios de elegibilidad¹, tienen que ser desarrolladas por tipo de proyecto y por tipo de sector a que el proyecto pertenece.

Los enfoques y las técnicas de formulación, preparación y evaluación aplicadas en el análisis de la toma de decisiones asociada a proyectos de inversión han sufrido cambios que pueden ser el resultado de la globalización, de la redefinición de las prioridades socioeconómicas, de avances y ampliaciones en las técnicas de evaluación, de avances en las metodologías de valoración, de mayor acceso a la información de parte de la población, de cambios socioculturales, entre otros. Estos cambios han impuesto a los inversionistas, y en general a los analistas y tomadores de decisiones de inversión, la necesidad de adaptar los enfoques tradicionales y de incorporar nuevos criterios de identificación de alternativas, que normalmente son transversales a la mayoría de los proyectos de inversión.

En este proceso de cambios, las variables económicas, sociales, ambientales y financieras han adquirido una importancia creciente en las técnicas de evaluación de proyectos, planteando la necesidad de mejorar los métodos de predicción de los ítemes de costos y/o

¹ Algunos enfoques transversales son equidad de género, participación ciudadana, planificación territorial, evaluación del impacto ambiental.

beneficios de las variables relevantes que pueden afectar al proyecto en el futuro y a sus resultados.

Las técnicas de evaluación de proyectos han ido evolucionando y están en proceso permanente de estudio. En el ámbito privado, desde el tradicional método del Valor Actualizado Neto (VAN) de evaluación, sin consideraciones específicas del riesgo aunque al menos se considerara un análisis de sensibilidad, hasta el análisis de riesgo en base a modelos de evaluación estocásticos, hasta el uso de mercados de opciones futuras para la evaluación de proyectos de recursos naturales. En el ámbito social, desde un sistema de asignación residual realizada por el Estado según diagnósticos de necesidades, hasta la exigencia de evaluaciones más o menos sofisticadas en términos comparativos en que se exige análisis de impacto, análisis costo-eficiencia, análisis costo-efectividad o análisis costo beneficio. Sin dejar de mencionar metodologías de creciente aplicación en el área de inversiones públicas, como son las metodologías de valoración contingente, de valoración hedónica, costo de viaje, en lo que es evaluación, o el enfoque de marco lógico, en lo que es formulación de proyectos.

Por lo tanto, es necesario difundir el conocimiento sobre el proceso de formulación, preparación y evaluación de proyectos, tanto en el ámbito público como privado. Para ello se requiere fomentar mecanismos que proporcionen una formación mínima en materias y metodologías modernas comunes en los procesos de formulación, preparación y evaluación económica y social de proyectos que permitan, a quienes lo requieran, participar efectiva y eficazmente en el análisis de sus propuestas de inversión.

2.1.2. El concepto de proyecto de inversión

El concepto de proyectos es muy utilizado con diversas acepciones en materias y ámbitos tan diferentes como pueden ser la administración, la ingeniería, la economía, la arquitectura, la legislación pública, las ciencias sociales, o en el ámbito de la investigación. En cada área se le atribuye un significado diferente que dificulta la comprensión del término en forma homogénea por todos aquellos que en algún momento

lo emplean. En este sentido se usan expresiones tales como: proyecto de agricultura, proyecto de ingeniería, proyecto de inversión, proyecto de transporte urbano, proyecto de vida, proyecto de ley, proyecto de arquitectura, proyecto de investigación, etc.

Además, cuando se evalúa inversiones ex-ante se le usa tanto para referirse a inversión en capital físico tales como obras civiles (puentes, carreteras, puertos, embalses, etc.), o plantas industriales (fábricas de celulosa o de harina de pescado, por ejemplo), o cultivos silvo-agropecuarios (plantaciones exóticas, cultivos de hortalizas o de flores, planteles cunícolas, empastadas artificiales, etc.), como para denotar programas sociales, de salud pública, de educación, etc.

La definición de proyectos relevante en este libro corresponde a la de proyecto como unidad de inversión, que será estudiada en la fase de preinversión, con fines de decisión. En este sentido, se aplicará la concepción de proyectos a cualquier iniciativa que se caracterice por el sacrificio de recursos en un momento del tiempo para obtener determinados beneficios netos a lo largo del tiempo. En la ciencia económica se establece que inversión es sacrificio de consumo presente por consumo futuro, y ésta es exactamente la idea que se desea establecer, tal como fue mencionado en el capítulo 1. El motivo de la inversión puede estar asociado a la obtención de objetivos privados o públicos.

En las Figuras 2.1. y 2.2. son presentados dos gráficos de proyectos de inversión: el de proyectos convencionales y el de proyectos no convencionales. La diferencia entre ambos reside en los perfiles de beneficios y costos observados a lo largo de la vida útil del proyecto. Mientras en el primero existen flujos netos negativos en su inicio y después flujos netos positivos, en el segundo, los flujos netos negativos y positivos se alternan en más de alguna oportunidad en el tiempo².

² Un proyecto no convencional, por ejemplo, es una plantación forestal, donde se incurre, al inicio de la plantación, en costos de establecimiento de la plantación, luego por unos cuantos períodos en que la plantación crece, se incurre en costos de vigilancia y control, más adelante –por raleos y podas comerciales– es posible obtener flujos netos positivos, siguen más costos de vigilancia y control, para obtener finalmente un flujo neto positivo al final, cuando la plantación se explota.

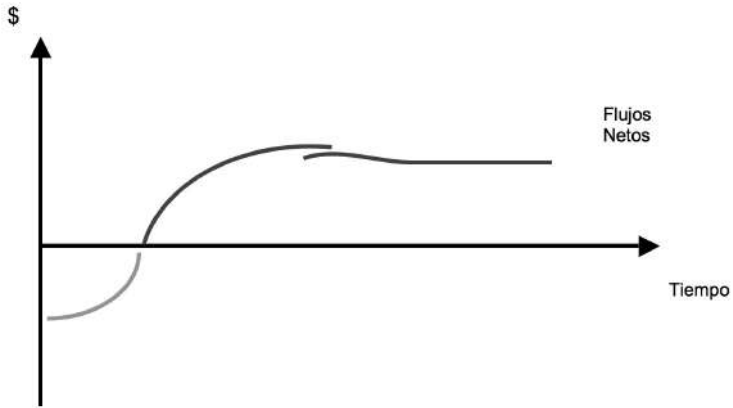


Figura 2.1. Gráfico de proyecto de inversión convencional. Caracterizado por flujos netos negativos al inicio del proyecto y flujos netos positivos a lo largo de la vida del proyecto.

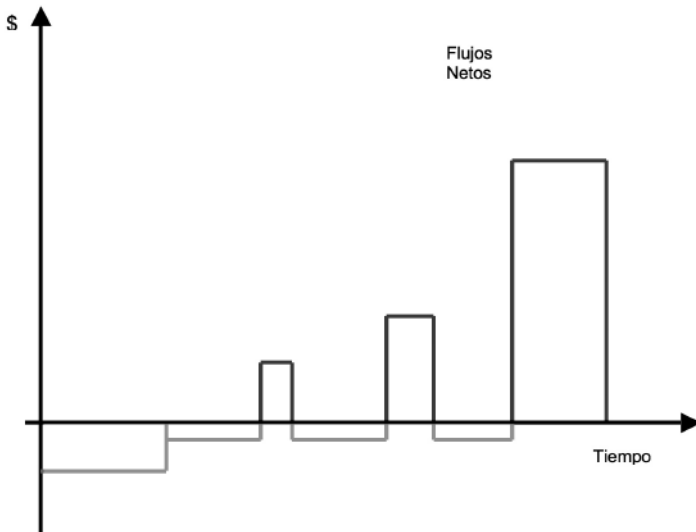


Figura 2.2. Gráfico de proyecto de inversión no convencional. Caracterizado por flujos netos negativos alternados con flujos netos positivos a lo largo de la vida del proyecto.

Cada proyecto constituye una unidad de análisis independiente, y bajo este criterio es posible utilizar la definición de proyecto de Naciones Unidas, formulada hace ya algunos años, pero que continúa estando vigente: "... conjunto de antecedentes que permite estimar las ventajas y desventajas económicas que se derivan de asignar ciertos recursos de un país para la producción de determinados bienes y servicios" (Melnick, 1958. p. 3). Por lo tanto, se identifica al proyecto como un documento que aporta antecedentes para tomar una decisión³. Sin embargo, después de tomada la decisión de ejecutar un proyecto es necesario implementarlo y durante ese período se continúa utilizando la expresión "proyecto" para referirse a su ejecución, aunque en estricto rigor ahora sería un proyecto de ingeniería en construcción y puesta en marcha.

En este contexto, la definición de proyectos ha evolucionado hasta ser concebido como una "técnica". Una técnica que pretende generar información sistemática para reunir el conjunto de antecedentes económicos necesarios para evaluar cuantitativa y/o cualitativamente las ventajas o desventajas de una determinada asignación de recursos. Esto es, una técnica que pretende preparar información que permita ayudar al inversionista, público o privado, en su decisión de inversión. En definitiva, una técnica de formulación, preparación y evaluación de proyectos de inversión.

2.1.3. El ciclo de vida de un proyecto de inversión

En una perspectiva académica y sistémica, para conocer el proceso de formulación y preparación de proyectos tendiente a su evaluación económica es más aclaratorio utilizar la definición de proyecto como proceso, de manera de relacionarlo con el uso de recursos escasos. Una de las definiciones en esta visión, la entrega Torche: "... todo proyecto constituye un proceso de asignación de recursos para satisfacer ciertos objetivos, en el que es posible distinguir las cuatro fases siguientes:

³ Esta definición es compatible con la que utiliza MIDEPLAN en Chile, que fue presentada en el capítulo 1.

generación y análisis de la idea, ejecución, operación y abandono” (Torche, 1981, p. 1).

La generación y análisis de la idea corresponde a la etapa en que “se enuncia el proyecto, se plantean sus características fundamentales y se lo evalúa esto es, comienza con la idea, se formula, se prepara y se evalúa concluyendo en la decisión de ejecutarlo, postergarlo o abandonarlo”.

En la etapa de ejecución se realizan las actividades asociadas a la inversión propiamente tal: contratos, permisos de instalación, patentes, compras de maquinarias y equipos, construcciones, etc.; en resumen, todas las actividades necesarias para que el proyecto pueda cumplir el objetivo para el que fue formulado; es decir comienza con ejecución de la inversión, puesta en marcha, y termina cuando el proyecto esté en condiciones de operar normalmente.

La etapa de operación corresponde al período durante el cual el proceso de producción funciona normalmente y se genera el bien o servicio que constituye el objetivo del proyecto; esto es, comienza con la puesta en marcha y termina cuando el proyecto llega al fin de su vida útil económica.

Finalmente, está la etapa de abandono, que muchas veces se ignora en el proceso de evaluación, que obliga a considerar explícitamente las actividades necesarias para poner fin al proyecto, y a todos los compromisos que originó su ejecución y operación, y determinar el valor de recuperación económica del proyecto (considera valor de recuperación económica de los bienes de capital o activos fijos, más los derechos de patente o marca que el proyecto ha generado durante su desarrollo y que tenga valor de mercado, más el valor de los terrenos en que se desarrolla el proyecto, entre otros).

Como se puede apreciar, estas etapas van desde que el promotor del proyecto identifica la idea o detecta la existencia de una necesidad insatisfecha (o un déficit) que puede ser cubierta con un conjunto de actividades que se pueden desarrollar de manera conjunta e independiente de otras iniciativas hasta que se extrae el último beneficio (pérdida) posible de la acción.

Una forma alternativa de visualizar las etapas del ciclo de vida de

un proyecto corresponde a la visión dada desde el punto de vista de la administración de proyectos. Esta consiste en una visión vertical en la que se distinguen cuatro grandes etapas que concuerdan con las analizadas en la definición de proyecto como proceso: etapas de diseño, de implementación, de operación normal y de abandono.

En este esquema, la etapa de diseño corresponde a la de estudios del proyecto, esto es, la de generación y análisis de la idea en la sección precedente, que comienza con la idea y termina con la documentación que permitirá hacer realidad la inversión del proyecto. Esta etapa constituye la preinversión del proyecto y se la divide a su vez en las siguientes subetapas: idea, perfil, prefactibilidad y factibilidad, subdivisión que en el ámbito de los proyectos industriales correspondería a las etapas de identificación de la idea, anteproyecto preliminar, anteproyecto definitivo y proyecto definitivo (Arriagada, 1988).

La etapa de implementación corresponde a la ejecución de la inversión, y puede dividirse a su vez en las subetapas de construcción, instalación de maquinarias y equipos, puesta en marcha y optimización para la operación.

En la etapa de operación normal no es posible distinguir etapas, pero sí actividades que deberían ser contempladas en la formulación, preparación y evaluación del proyecto, éstas son: producción o uso de las instalaciones para cumplir su objetivo, mantenimiento, reparaciones y renovaciones parciales de activos fijos o bienes de capital desgastados u obsoletos

Por último, en la fase de abandono es posible mencionar actividades específicas como la demolición de obras, la liquidación de activos fijos y cierre total (fin de todo tipo de compromisos). Indudablemente aquí se determinan los valores de recuperación económica. Lo mismo pasa con las inversiones comprometidas como, por ejemplo, recuperación de suelos u otros recursos derivados de exigencias ambientales.

2.2. El proceso de Evaluación Económica de Proyectos: un camino iterativo

2.2.1. Evaluación económica de proyectos

El objetivo de esta sección es presentar y analizar el proceso de estudio de un proyecto de inversión con fines de evaluación económica, por lo que se utilizará la denominación “Evaluación Económica de Proyectos de Inversión” para introducir los principales conceptos utilizados y definir el ámbito de referencia del estudio.

Desde una perspectiva amplia o general evaluar implica emitir un juicio acerca de la bondad de un objeto o sujeto en estudio. Se requiere emitir una opinión fundamentada, para lo cual es necesario establecer parámetros de comparación, que pueden provenir de diversas fuentes, tales como, por ejemplo, fuentes religiosas, morales, artísticas, estéticas, legales, culturales, socioeconómicas, políticas, etc.

En este libro nos centraremos en una evaluación económica, lo que significa que se limita el objetivo de la evaluación al contexto de los principios económicos o que se utiliza la lógica económica para evaluar.

En consecuencia, los parámetros de comparación se obtienen considerando un enfoque de economía positiva que considera la realidad tal como es, al contrario del enfoque de economía normativa, que considera cómo debería ser dicha realidad.

Utilizar la lógica económica implica utilizar el esquema de análisis Costo-Beneficio, por lo tanto, para evaluar económicamente un proyecto se le concibe como un ente generador de beneficios y utilizador de recursos a través del tiempo. De esta manera el objetivo principal de la evaluación económica es identificar costos y beneficios⁴, medirlos y valorarlos, para luego compararlos y emitir un juicio.

El proceso de formulación, preparación y evaluación de un proyecto normalmente es una tarea multidisciplinaria y en él intervienen tres

⁴ En este punto es importante aclarar que se utiliza el concepto de costo de oportunidad o de costo alternativo para identificar apropiadamente todos los costos imputables al proyecto.

tipos de agentes: los promotores, los inversionistas y los grupos de ingeniería. Los primeros son los que han identificado la idea básica, realizan o motivan la realización de estudios tendientes a verificar dicha idea y deben convencer a los inversionistas de la factibilidad de llevar a cabo el proyecto; luego están los inversionistas, que son las personas o instituciones que asumirán el riesgo de comprometer recursos financieros para la realización del proyecto en cualquiera de sus etapas, y por último los grupos de ingeniería supervisarán o realizarán las actividades de ejecución del proyecto (Torche, 1981, p. 3).

Dado el objetivo de esta sección, concentraremos la atención en la primera etapa del ciclo de vida de un proyecto, ésta es el diseño o generación y análisis de la idea, también denominada Preinversión. En definitiva, esta etapa tiene como objetivo final determinar la factibilidad de llevar a cabo un proyecto y su rentabilidad, y el proyecto será factible cuando la evaluación de cada una de sus variables dé un resultado, en conjunto, positivo para los inversionistas.

El proceso de toma de decisiones involucrado en la evaluación del proyecto constituye un conjunto de iteraciones que en forma independiente conducen a una decisión. Estas iteraciones corresponden al nivel de profundidad y detalle del estudio de preinversión que se está realizando. Estos pueden ser: nivel de idea, nivel de perfil, nivel de prefactibilidad y nivel de factibilidad. En cada iteración debe existir una instancia de evaluación que permita decidir si conviene ejecutar el proyecto, o pasar a un nuevo estudio con un mayor nivel de profundidad, o abandonar la idea, o postergar el estudio para una futura evaluación.

En otras palabras, si el proyecto es conveniente al final de una etapa determinada se deberá decidir con la información disponible si se debe ejecutar el proyecto de inmediato o continuar incurriendo en costos para una evaluación más completa. Si el proyecto es inconveniente habrá que decidir si se abandona definitivamente la idea, o se posterga para una oportunidad mejor. Si el resultado de la evaluación no permite decidir, se enfrenta una situación dudosa y habrá que disponer de estudios y análisis adicionales en la búsqueda de algún

criterio básico de decisión, como por ejemplo un análisis estadístico de significación, que permitirían estimar la probabilidad de cometer el error de abandonar un proyecto conveniente o continuar con un proyecto inconveniente.

La identificación de los beneficios y costos asociados a un proyecto es un proceso largo y costoso, por lo tanto es útil implementar un proceso iterativo que logre minimizar el costo del proceso de estudio del proyecto: Así, al avanzar por aproximaciones sucesivas, se está definiendo cuidadosamente si conviene un nivel de profundización adicional respecto de algunas variables incluidas en el análisis o ya es posible tomar una decisión definitiva.

Por ejemplo, en el caso de un proyecto hidroeléctrico a través de una represa, a nivel preliminar es posible identificar el beneficio de generación de energía, e identificar los costos asociados a los recursos utilizados tales como materiales, mano de obra, terrenos, etc. Sin embargo, el estudio del proyecto es más complejo que lo mencionado. En efecto, en cuanto a los beneficios no basta solamente con su identificación (en qué consisten) sino además su medición real (cuánto se generará, cuándo se concretará, cómo llegarán a los beneficiarios, a quién beneficiará la energía distribuida, etc.). En cuanto a los costos, además de los recursos directos utilizados, como la cantidad de bolsas de cemento por metro cuadrado, se requiere conocer además el uso de otros recursos como las tierras que inundará la represa, por ejemplo, o el impacto socioeconómico del cambio de hábitat para un determinado grupo social, o si existen cambios desfavorables para la flora y fauna afectada al represar el agua, etc.

Cada uno de los elementos que intervienen como ítemes de beneficios o costos, directos o indirectos, pueden conocerse en distintos momentos del estudio y requerirán de distintos grados de esfuerzo para su obtención. Se requerirán algunos supuestos, su verificación, estudios específicos en distintas áreas, estudios de mercado, estudios de planes y programas con diferente grado de avance, etc. Gran parte de estos estudios en una primera etapa concluyen en la necesidad de una mayor profundización, o en la justificación del estudio siguiente.

De aquí surge la importancia de un método iterativo. Es decir de un método que, por aproximaciones sucesivas, sistemáticamente permita, en distintas etapas del proyecto tomar una decisión.

2.2.2. Las etapas de la preinversión

Como se ha precisado en la segunda sección, un proyecto tiene un ciclo de vida cuya primera etapa es la de Preinversión. Esta etapa se desarrolla en cuatro iteraciones: Idea, Perfil, Prefactibilidad y Factibilidad. A continuación se presenta cada una de ellas.

La etapa de Idea surge como consecuencia del diagnóstico preliminar del problema detectado (referido a una necesidad insatisfecha o déficit), se apoya en la información normalmente cualitativa, juicio o experiencia inicial que posee él o los promotores de un proyecto, y del grado de aceptación o convencimiento de sus resultados depende que se pase a la etapa siguiente de la preinversión, que es el Perfil.

La etapa de perfil constituye la primera aproximación objetiva al proyecto –su primer análisis cuantitativo– su característica fundamental es que entrega una idea de magnitud. A partir de un estudio a nivel de perfil es posible conocer una primera aproximación de los montos de inversión y de beneficios netos que permitirán calcular los indicadores de rentabilidad del proyecto.

Se realiza normalmente con la primera información disponible (con frecuencia de tipo secundaria) sin profundizar en los detalles. A pesar de que corresponde a un análisis preliminar es ideal que la realicen personas con algún conocimiento sobre las materias técnicas que involucra el proyecto (en particular, su proceso productivo) y sobre los contenidos de una evaluación económica. La etapa de perfil es muy importante, pues de ésta depende la realización de esfuerzos posteriores para generar mayor y mejor información, al mismo tiempo, del estudio a nivel de perfil depende la justificación de destinar un volumen de recursos, que podría ser significativo, a un nivel de preparación y evaluación superior.

Se supone que la etapa de estudios al nivel de perfil es de una duración relativamente corta y no son muy caros; terminará con la decisión

de abandonar el proyecto o pasar a una etapa siguiente de estudios. A veces podría incluso decidirse la realización del proyecto. Este sería el caso en que la información disponible para su ejecución sea suficiente para los inversionistas y la magnitud de los recursos involucrados no sea significativa. También es posible que se apruebe un estudio a nivel de perfil, cuando se sabe de antemano que sólo se tomará la decisión con información técnica del proceso y los costos del proyecto, porque no es posible medir y valorar beneficios que se consideran ventajosos para una población, tal es el caso, por ejemplo, de un relleno sanitario; no obstante, en este caso, a partir del costo se puede obtener el precio mínimo de entrada al negocio para un inversionista privado.

La etapa de prefactibilidad, corresponde al desarrollo y profundización del conocimiento sobre las variables relevantes que influyen en el proyecto. Su primer componente es el estudio de mercado. Se requiere la participación de un equipo multidisciplinario de expertos, que determinan y verifican que el proyecto sea factible o viable desde todas las perspectivas posibles, sin olvidar que se trata de un escenario de simulación del futuro. Debe abordarse tomando en cuenta el entorno del proyecto y el horizonte de evaluación completo. Entre los aspectos más importantes que se debe abordar destaca, en primer lugar, el estudio y determinación del mercado, considerando productos, insumos y canales de comercialización; luego los análisis técnico, legal, institucional, organizacional, financiero y de viabilidad ambiental. Si algún análisis de factibilidad no es convincente, existe la posibilidad de emprender un proyecto inviable en el futuro y tener que asumir los costos de adaptación o abandono antes de lo planificado.

Esta etapa tiene una duración que depende del tipo y complejidad del proyecto, normalmente superior a tres meses, y las fuentes de información suelen ser una combinación entre fuentes primarias y secundarias, donde priman las segundas en función de su disponibilidad.

La etapa de prefactibilidad termina con una recomendación que puede ser ejecutar el proyecto, abandonarlo o pasar a una etapa siguiente de estudios de mayor profundización que tendrían el carácter de definitivos. En algunos casos existe la posibilidad de recomendar su postergación.

La etapa de factibilidad constituye la etapa final del proceso de

preinversión, y por lo tanto definitiva, sus fuentes de información son preferentemente primarias, y se requiere estudiar todos los detalles involucrados en la ejecución del proyecto, es la fase de mayor costo y de mayor aproximación, e incluye los aspectos de ingeniería de detalle, y en algunos casos, los términos de referencia para llamar a licitación.

Su punto de partida es el estudio de prefactibilidad y su esquema de desarrollo es similar. Se trata, al igual que en la etapa precedente, de determinar y verificar si el proyecto es factible o viable desde todas las perspectivas posibles, aunque en este caso algunas variables ya estarán definidas y la información es de primera fuente. La factibilidad deberá abordarse tomando en cuenta el entorno del proyecto y el horizonte de planificación completo con detalle de todas las actividades involucradas durante la vida del mismo. La información se perfecciona utilizando fuentes primarias considerando que en la etapa de estudios anterior se utiliza principalmente información de fuentes secundarias.

En este estudio se profundizan los análisis de factibilidades desde todos los puntos de vista: de mercado, técnico, administrativo, legal / institucional / organizacional, financiero y ambiental, y son tomadas las decisiones definitivas de localización, tamaño, momento de inicio, etc. Además existen cotizaciones proforma, plazos comprometidos, apoyos de autoridades, cartas compromiso e incluso algunas autorizaciones. Indudablemente que las decisiones definitivas de la factibilidad económica son la resultante del proceso completo de evaluación y es la que demostrará la rentabilidad económica del proyecto. Se afirma que cuando se aprueba un proyecto a nivel de factibilidad es muy difícil que no se realice pues el nivel de compromiso de los agentes económicos y sociales involucrados es alto y los intereses de los distintos agentes presionarán para su ejecución.

En la Tabla 2.1. es presentado un resumen esquemático de los contenidos de las etapas de la preinversión.

Tabla 2.1. Resumen esquemático de los contenidos de la preinversión.

<p>Idea: planteamiento de soluciones generales al problema detectado:</p> <ul style="list-style-type: none">–Información existente–Juicio común–Experiencia <p>Perfil: análisis preliminar, cuya importancia se debe al alto costo del estudio de prefactibilidad:</p> <ul style="list-style-type: none">–Generalmente lo realiza un equipo de pocas personas.–Disminuye el riesgo de análisis de proyectos no rentables.–Es un estudio rápido, de carácter general.–Estimación gruesa de costos y beneficios. <p>Prefactibilidad: primera profundización del proyecto para determinar su conveniencia:</p> <ul style="list-style-type: none">–Se determina la demanda con un mayor grado de precisión (+-10%).–Se analiza las tecnologías existentes, los costos, la legislación y su impacto en el proyecto.–Se basa 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.–Generalmente es realizada por un equipo multidisciplinario.–Estimación con menor margen de error de costos y beneficios. <p>Factibilidad: estudio definitivo, que corresponde al estudio de detalle del proyecto para su ejecución:</p> <ul style="list-style-type: none">–Se minimiza el error de datos y cifras económicas–El costo de este estudio es bastante elevado por lo que se debe determinar con anterioridad si el proyecto se realizará o no–Se elabora sobre la base de antecedentes más precisos obtenidos principalmente de fuentes primarias de información.–Se diseñan planos, se realizan estudios topográficos, se confecciona el lay-out, se determina perfiles de personal, etc.–Constituye el paso final del estudio de evaluación definitivo

Fuente: Elaboración propia en base a contenidos de este capítulo.

2.3. Metodología de identificación de problemas y de soluciones

2.3.1. Introducción

La evaluación de proyectos corresponde a un proceso de ordenamiento y sistematización de la información asociada a una decisión de inversión que tiene como objetivo final establecer la bondad de realizar o no determinado proyecto, y para ello se pasa por un proceso de Identificación, medición y valoración de los ítemes claves para la decisión.

Para llegar al desarrollo de estas tres actividades claves se requiere preparar la información, y eso lleva directo a la instancia denominada preparación de proyectos. Sin embargo, con mucha frecuencia se habla de formulación (“expresión de algo de forma clara y precisa” [*Diccionario de la Lengua Española*, 2005]) y preparación (“disposición para un fin determinado” [Ibíd.]), entendiéndose que son dos conceptos diferentes, en algunas referencias se las entiende como sinónimos y en otras es posible encontrar referencias ordenando primero la preparación y luego la formulación. Ambos conceptos fueron abordados en el capítulo 1.

Por lo tanto es necesario establecer un orden, y esto es aparentemente simple, imaginemos que se tiene interés en participar o realizar una determinada inversión: por ejemplo, comprar un camión, instalar un ciber café, un centro de formación técnica, construir un estacionamiento, realizar un programa de capacitación, ampliar algunas instalaciones, etc. Todas estas ideas de inversión se pueden asociar a un proyecto, y todas requieren evaluación y en todas ellas está implícita la idea de lo que desea hacer, por lo tanto lo que se requiere es preparar la información necesaria para emitir una opinión técnica respecto a la conveniencia o no de esos proyectos.

Si se analizan las ideas anteriores, se observa que todas ellas apuntan a resolver algún problema donde la solución está predeterminada y se desea saber si es conveniente o no llevar a cabo esa solución o proyecto. Sin embargo, detrás de cada proyecto hay un problema que

encuentra solución, a lo mejor hay un problema de transporte, hay un problema de capacidad del estacionamiento, faltan algunas habilidades, incapacidad de satisfacer ciertas demandas, etc.

El punto siguiente es si se requiere evaluar una decisión que ya está tomada, es necesario preparar la información para hacerlo, si se requiere solucionar un problema, es necesario identificar correctamente el problema y luego la mejor solución, y para ello se requiere formular un proyecto y luego preparar la información para su evaluación y mejor decisión.

Es aquí donde adquiere importancia el planteamiento que pretende verificar si el proyecto de inversión que se presenta es la mejor solución y para ello se propone comenzar desde el principio, estableciendo de la mejor forma posible cuál es el problema principal que se pretende abordar y luego cuál de todas las posibles soluciones es la óptima de acuerdo al contexto real.

La experiencia demuestra que las probabilidades de que un proyecto en evaluación sea un buen proyecto en ejecución están condicionadas de manera importante por las actividades que generan la información con la cual se toma la decisión, y éstas hacen necesario adquirir habilidades profesionales que permitan desarrollar apropiadamente esas actividades, y en esta área se hace necesario conocer de metodologías para la identificación de problemas y soluciones, aquí surge el enfoque de marco lógico aplicado al ámbito de proyectos.

El enfoque de marco lógico en la preparación, formulación, evaluación seguimiento y monitoreo de proyectos, es una técnica que está en creciente desarrollo en nuestra realidad en los últimos años, tanto es así que en el sistema nacional de inversiones de Chile fue incorporado como obligatorio su uso en la presentación de cierto tipo de proyectos (los denominados programas) para el año presupuestario 2008.

En esta sección se pretende desarrollar en parte esta técnica de planificación, específicamente lo que dice relación con la identificación de problemas y soluciones. Se presentarán los primeros pasos de la metodología propuesta por el enfoque de marco lógico, que consisten en su primera etapa y que contiene la identificación del problema y

alternativas de solución, en ella se analiza la situación existente para crear una visión de la situación deseada y seleccionar la estrategia más conveniente. Incluye cuatro tipos de análisis y una decisión: análisis de involucrados, análisis de problemas, análisis de objetivos y análisis de alternativas, y selección de la alternativa que se propone desarrollar.

2.3.2. Análisis de involucrados

Una de las formas más adecuadas para llegar a conocer, identificar y definir con claridad un problema es comenzar por identificar quiénes pueden estar relacionados con algún aspecto de éste, no importando que ésta sea una relación pasiva o activa, ni tampoco si son beneficiados o perjudicados o si están relacionados con las causas o con los efectos del problema que se está investigando y que se quiere definir. Pero no sólo identificar a quienes estarán relacionados con el problema y su posible solución, sino que también conocerlos en el sentido de obtener una caracterización que permita valorar la importancia de la participación de algunos de ellos en las distintas instancias y poder integrarlos o considerarlos toda vez que sea necesario para la consecución del éxito del proyecto.

Al respecto, en el Vol. N° 42 de la Serie Manuales de CEPAL (Ortegon *et al.*, 2005), en la sección metodológica se hace un planteamiento muy práctico sobre cómo abordar este análisis planteando cuatro pasos, que allí se denominan actividades y que consisten en, primero, identificar a los involucrados, segundo: clasificarlos, tercero: posicionarlos y caracterizarlos y, por último, cuarto: analizarlos y seleccionarlos.

Como no se pretende reproducir en detalle los antecedentes ya referenciados se procederá en esta sección a realizar una breve descripción de las –a juicio del autor– dos actividades básicas mínimas que debería contemplar el análisis de involucrados, que también se conoce como análisis de la participación y que corresponden a la identificación de los participantes y su caracterización.

La idea es que para formular correctamente un proyecto es conveniente conocer a quienes participan o participarán, se relacionan o se relacionarán con alguna fase del ciclo de vida del proyecto.

En primer lugar, conocer a los involucrados o a quienes tienen algún tipo de relación con el proyecto permite identificar a los agentes socioeconómicos relevantes ya sea estén a favor o en contra del proyecto y si tienen o no capacidad para influir en las decisiones asociadas y, en segundo lugar, su caracterización implica saber, y poder considerar, cuál es la influencia que puede tener el participante, ya sea como beneficiario, como autoridad, como financista, como oponente o como interesado en alguna de las etapas del proyecto. Conocer quiénes son los involucrados y su potencial influencia en las distintas fases de la vida del proyecto constituye un factor clave a la hora de proyectar el éxito en el cumplimiento de sus objetivos.

2.3.3. Análisis de problemas

Cuando se está identificando a los agentes socioeconómicos o actores sociales relacionados con el posible proyecto y se va conociendo al mismo tiempo la relación de éste con el potencial problema principal cuya solución se persigue, comienzan a aparecer una serie de problemas interrelacionados donde algunos son causas de otros y por supuesto algunos son efectos y no se sabe cuál es el problema principal que se debe abordar como objetivo. Aquí surge una herramienta muy utilizada en la identificación de problemas que se conoce como árbol de problemas y que tiene su origen en una estructura de razonamiento que puede adoptar la forma de un árbol, en cuya base (raíces) estarían aquellos problemas que se pueden identificar como causas, en el nivel superior (ramas) estarían aquellos problemas que se pueden identificar como efectos dejando el centro (tronco) como el lugar privilegiado que corresponderá al problema principal, en una estructura que establece que los problemas ubicados por debajo (raíces) son las causas de este problema principal y los problemas ubicados por arriba (ramas) son los efectos derivados de este problema principal.

De manera tal que las posibles soluciones habrá que buscarlas entre las raíces y si se logra eliminar el problema principal se contribuirá a eliminar los problemas derivados como efectos de éste.

La idea propuesta al usar esta herramienta es que partir de una

primera “lluvia de ideas” se comiencen a sistematizar las posibles definiciones de problemas ordenándolos según sean precedentes o antecedentes, discriminándolos según su importancia relativa y según si son causas o efectos, hasta determinar cuál es el problema principal al que se debería buscar una solución. Una vez que se haya hecho este ejercicio se está frente a un árbol que tiene la estructura descrita anteriormente y que representa un problema, sus causas y sus efectos.

Alternativamente, algunos expertos en este tema, como Sanin (2008), plantean como metodología para construir, comenzar por la definición del problema central, como punto de partida, luego explorar los efectos y por último identificar las causas para pasar a construir un árbol que integra un árbol de efectos y un árbol de causas por medio del problema principal.

Gráficamente el esquema propuesto se podría ver en la Figura 2.3., en el caso del análisis del problema de desempleo en una comuna desconocida.

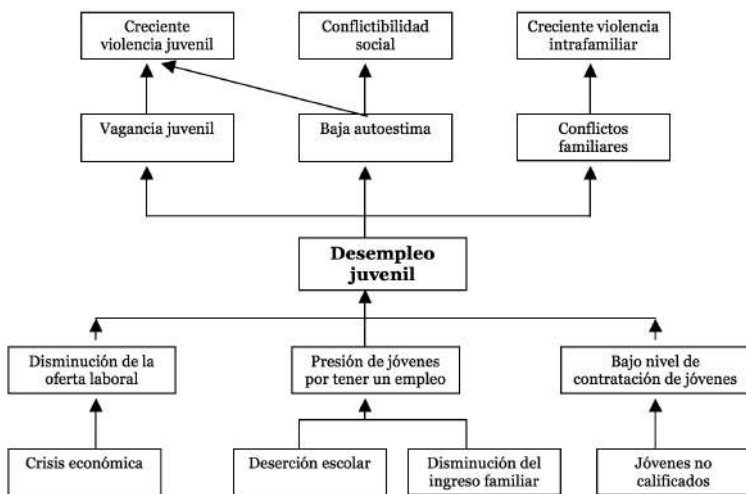


Figura 2.3. Árbol de problemas. Caso de desempleo juvenil.

En la Figura 2.2 el problema principal identificado es el desempleo juvenil, las potenciales causas están en la base y sus principales consecuencias en la parte superior.

2.3.4. Árbol de objetivos

La idea que viene a continuación es que si se han identificado correctamente las causas del problema, es posible encontrar las soluciones. Para ello, en el esquema del enfoque de marco lógico se plantea construir, a partir del árbol de problemas un árbol de objetivos que constituirá la base a partir de la cual se construirán las alternativas de solución, entre las que habrá que escoger la opción que corresponderá al proyecto a desarrollar.

Para obtener el árbol de objetivos el procedimiento es muy simple. Se trata de transformar cada problema del árbol de problemas, que es un reflejo de la realidad diagnosticada, en una expresión positiva de lo que se logrará, esto es una expresión positiva de futuro, de una situación mejor; por ejemplo, si el problema es aumento en el desempleo, el objetivo es disminución del desempleo; si el problema es jóvenes no calificados, el objetivo es jóvenes calificados, y así sucesivamente.

De esta manera se obtendrá un esquema en forma de árbol constituido sólo por estados positivos que representan, en un diagrama de objetivos, una visión global de la situación que se desearía obtener y en la cual se podrá observar la jerarquía de los medios y de los fines.

Si se utiliza el ejemplo anterior, el esquema del árbol de problemas permitiría generar un árbol de objetivos como el presentado en la Figura 2.4.

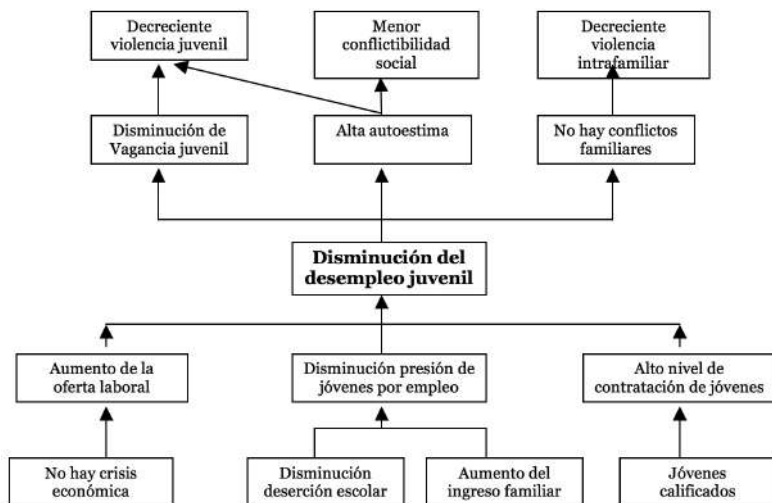


Figura 2.4. Arbol de objetivos. Caso de desempleo juvenil.

2.3.5. Análisis de alternativas e identificación de soluciones

El siguiente paso en la formulación del proyecto de acuerdo a esta metodología sería el análisis y selección de alternativas como requisito previo a elegir la estrategia óptima. Este análisis consiste en identificar estrategias alternativas a partir del árbol de objetivos, alternativas que si son ejecutadas permitirían alcanzar la situación deseada.

Efectivamente, al analizar la base del árbol de objetivos surgirán naturalmente alternativas de situaciones que podrían ocurrir o materializarse y que lograrían contribuir para aproximarse al objetivo deseado, en el caso del desempleo juvenil analizado anteriormente y su árbol de objetivos, se puede apreciar, por ejemplo, que si aumenta el ingreso familiar podría disminuir la deserción escolar lo que influiría en disminuir la presión de los jóvenes por empleos y a su vez disminuirá el desempleo juvenil, aportando una alternativa de solución.

Siguiendo con un análisis similar se podría observar que la eliminación de la crisis económica, o la calificación de los jóvenes, o la

disminución de la deserción, constituyen alternativas que por sí solas o en conjunto contribuirían a alcanzar el objetivo de disminuir el desempleo juvenil y por lo tanto aminorar las consecuencias de éste.

Al enfrentar la conformación de alternativas a desarrollar, será necesario optar por alguna de ellas o una combinación. Y aquí se requieren criterios de decisión entre los cuales también se incluyen los utilizados por la evaluación económica de proyectos.

Efectivamente, para decidir y seleccionar entre las distintas alternativas que surgen en este análisis, es necesario considerar una serie de posibles criterios entre los que se cuentan los siguientes.

La pertinencia para el ejecutor o mandante de llevar a cabo una determinada alternativa, por ejemplo puede que una alternativa de proyecto de un municipio o empresa privada sea la construcción de un camino intercomunal, sin embargo, no está en las atribuciones de ninguna de estas instituciones la autoridad necesaria para hacerlo.

También se podría considerar como un criterio muy relevante la disponibilidad de recursos económicos o financieros así como también se debe considerar los intereses de los beneficiarios directos.

En general se podrán considerar como criterios de selección de alternativas distintos criterios resultantes de los respectivos estudios de viabilidad o factibilidad que provengan de análisis económicos, sociales, ambientales, legales, entre otros, e indudablemente los llamados multicriterios, que seleccionan alternativas en función del cumplimiento simultáneo de una combinación de criterios.

2.4. La matriz de marco lógico

2.4.1. Introducción

La matriz de marco lógico es el instrumento metodológico fundamental del método de planificación denominado enfoque de marco lógico y consiste en una matriz de cuatro filas por cuatro columnas que permite reflejar de manera gráfica y sistemática los principales componentes de un proyecto o programa.

En lo esencial, obliga a definir claramente los niveles de objetivos del proyecto desde lo general a lo particular, obliga a definir claramente los indicadores que se utilizará en las distintas fases del ciclo de vida del proyecto, obliga a definir los medios que se utilizarán para controlar los indicadores y por último a definir claramente los riesgos que pueden afectar al proyecto estableciéndolos como supuestos necesarios para su éxito.

Es un instrumento útil para apoyar el desarrollo de la mayor parte de las actividades importantes en las distintas fases del ciclo de vida del proyecto. Se puede utilizar en la fase de planificación y formulación, identificación y preparación, en la presentación, así como en las distintas etapas de control durante la ejecución, operación, monitoreo y evaluación posterior a la finalización del proyecto.

El esquema básico de la matriz es presentado en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Esquema de “Matriz de Marco Lógico”.

	Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin				
Propósito				
Componentes				
Actividades				

La forma de operar con esta matriz es la siguiente: Se supone que existe una alternativa de proyecto o programa que se ha seleccionado de acuerdo a algún criterio o criterios de decisión; si el proceso de planificación utilizado fuera del Enfoque de Marco Lógico, esta alternativa correspondería a la que se selecciona después de analizar las distintas alternativas disponibles.

La construcción de la matriz de marco lógico consiste en hacer una

síntesis esquemática del proyecto que, como ya se dijo, lo reduce a sus aspectos más importantes presentados en una matriz de cuatro por cuatro. En esta matriz, en las columnas se identificará información asociada a los objetivos, los indicadores, los medios de verificación y los supuestos, y en las filas se identificarán niveles de objetivos ordenados en forma descendente considerando el fin, el propósito, los componentes y las actividades.

2.4.2. Descripción del contenido de la matriz de marco lógico

La primera fila de la matriz corresponde al nivel de Fin, es de carácter general y corresponde a la fila en la que se hace referencia al objetivo general del proyecto, dando una idea clara del contexto y del objetivo de largo plazo al que contribuirá el proyecto o programa; para alcanzar este objetivo general se requieren más de una iniciativa de inversión, proyecto o programa.

En la segunda fila se establece el segundo nivel de objetivos, es el propósito, que corresponde al objetivo específico del proyecto, precisando específicamente la solución que se alcanzará con la implementación de los componentes del proyecto. El propósito representa el aporte concreto que se hará a la solución del problema y el resultado directo que se obtendrá al generar los productos o servicios asociados al proyecto o programa.

Luego, en la tercera fila de la matriz de marco lógico, se ubica el nivel denominado componentes, en este nivel corresponde definir los productos concretos involucrados en el proyecto, esto es, los bienes o servicios que serán generados por el proyecto o programa y que en conjunto permitirán alcanzar el propósito. Son en realidad, a su vez, iniciativas que pueden corresponder a resultados específicos de proyectos tales como asesorías, construcciones de distinto tipo, estudios, servicios de capacitación, etc.

Y, la última fila, se denomina fila de actividades y corresponde a la presentación de las principales actividades requeridas por cada componente, que deberían estar asociadas a cada componente y ordenadas en forma cronológica.

Ahora que se tiene definidas las filas, que como se puede observar corresponden a niveles de objetivos, desde lo más general hasta las actividades o tareas específicas, se pasará a realizar una breve descripción de las columnas.

La primera columna corresponde a la explicitación de los niveles de objetivo y contiene la descripción en cada nivel del objetivo correspondiente a nivel de fin, de propósito, de componentes y actividades.

La segunda columna, en opinión del autor la más importante como aporte a los contenidos de proyectos, es la columna de indicadores. En esta columna se deben precisar los indicadores que permitirán controlar, monitorear y hacer seguimiento del cumplimiento de los distintos niveles de objetivos. Existe aquí toda una serie de desarrollos tendientes a definir claramente las características de los indicadores en el sentido de que deben tener ciertos atributos que efectivamente permitan su utilización sin ambigüedades, como por ejemplo, ser expresados en forma cuantitativa y asociados a un momento del tiempo.

Asociado a indicadores, en la tercera columna se identifican los medios de verificación, esto es, los medios en los cuales se encontrará la información requerida para conocer los indicadores asociados a los niveles de objetivos de la matriz. Son las fuentes de información que constituirán la base para supervisar y evaluar cada uno de los niveles de objetivo.

Por último, en la última columna, denominada columna de supuestos, se incluyen –para cada nivel– los supuestos o factores externos que deberían existir para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, éstos se definen tomando en cuenta los riesgos y expresándolos como condiciones necesarias para la ejecución del programa en cada nivel de objetivo. Condiciones que de no cumplirse afectarían negativamente el desarrollo del proyecto en alguna de sus etapas.

Una buena ilustración de las características y contenidos de esta matriz la constituye la Figura 2.6.

Tabla 2.3. La estructura del marco lógico.

Resumen narrativo de objetivos	Indicadores verificables objetivamente	Medios de verificación	Supuestos
<p>Fin</p> <p>El <i>Fin</i> es una definición de cómo el proyecto o programa contribuirá a la solución del problema (o problemas) del sector.</p>	<p>Los indicadores miden los resultados de mejora que el proyecto logrará <i>luego de que haya estado en funcionamiento</i> durante una cantidad significativa de tiempo. Los indicadores son específicos en términos de cantidad, calidad y tiempo.</p>	<p>Los medios de verificación son las fuentes de información que un evaluador puede utilizar para verificar que los objetivos se <i>lograron</i>. Pueden incluir material publicado, inspección visual, encuestas por muestreo, etc.</p>	<p>Los supuestos indican los eventos, las condiciones o las decisiones importantes necesarias para la “<i>sostenibilidad</i>” (continuidad en el tiempo) de los objetivos del Fin.</p>
<p>Propósito</p> <p>El propósito es la definición de la contribución que el proyecto realizará para el logro del Fin. Declara lo que se logrará, al terminar la ejecución.</p>	<p>Los indicadores miden los resultados <i>que se alcanzarán al final de la ejecución del proyecto</i> si el proyecto se ejecuta en forma exitosa. Cada indicador especifica cantidad, calidad y tiempo de los resultados por alcanzar.</p>	<p>Los medios de verificación son las fuentes que el ejecutor y el evaluador pueden consultar para ver si los objetivos se <i>están logrando</i>. Pueden indicar que existe un problema y sugieren la necesidad de cambios en los componentes del proyecto. Pueden incluir material publicado, inspección visual, encuestas por muestreo, etc.</p>	<p>Los supuestos indican los acontecimientos, las condiciones o las decisiones que están fuera del control del gerente de proyecto (riesgos) que tienen que ocurrir para que el proyecto logre el fin.</p>
<p>Componentes</p> <p>Los <i>Componentes</i> son las obras, servicios, asistencia técnica y capacitación que se requiere que complete el ejecutor del proyecto de acuerdo al contrato. Estos deben expresarse en trabajo terminado (sistemas instalados, gente capacitada, etc.)</p>	<p>Los indicadores son descripciones breves, pero claras de <i>cada uno de los Componentes que tiene que terminarse durante la ejecución</i>. Cada uno debe especificar cantidad, calidad y oportunidad de las obras, servicios, etc., que deberán entregarse.</p>	<p>Este casillero indica dónde el evaluador puede encontrar las fuentes de información para verificar que las cosas que han sido contratadas han sido entregadas. Las fuentes pueden incluir inspección del sitio, los informes del auditor, etc.</p>	<p>Los supuestos son los acontecimientos, las condiciones o las decisiones (fuera del control del gerente de proyecto) que tienen que ocurrir para que los componentes del proyecto alcancen el Propósito para el cual se llevaron a cabo.</p>
<p>Actividades (Tareas)</p> <p>Estas <i>Actividades</i> son las tareas que el ejecutor tiene que cumplir <i>para completar cada uno de los Componentes del proyecto</i>. Se hace una lista de actividades en orden cronológico para cada Componente. Las actividades son aquellas que realizará la unidad ejecutora.</p>	<p>Este casillero contiene el presupuesto para cada Componente a ser entregado en el proyecto.</p>	<p>Este casillero indica dónde un evaluador puede obtener información para verificar si el presupuesto se gastó como estaba planeado. Normalmente constituye el registro contable de la unidad ejecutora.</p>	<p>Los supuestos son los acontecimientos, condiciones o decisiones (fuera del control del gerente de proyecto) que tienen que suceder para completar los Componentes del proyecto.</p>

Fuente: “Sinopsis de los Métodos Utilizados en la Evaluación de Proyectos”. BID, Oficina de Evaluación. 2000, p. 3.

Bibliografía

- Arriagada, Gustavo (1988). *Administración integral de proyectos*. Santiago: Ediciones del Colegio de Ingenieros de Chile.
- BID. Departamento Análisis de Proyectos (2000). *Sinopsis de los métodos utilizados en la evaluación de proyectos. El marco lógico*. Rosario, Argentina: UIM.
- Diccionario de la lengua española* (2005). Madrid: Espasa Calpe, S.A.
- Melnick, Julio (1958). *Manual de proyectos de desarrollo económico*. Nueva York: Naciones Unidas.
- Ortegon, E.; Pacheco, J. y Pinto, A. (2005). *Metodología del Marco Lógico para la Planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Serie Manuales N° 42 ILPES/CEPAL.
- Sanin Angel, Héctor (2008). *Marco Lógico para la Formulación de Proyectos de Desarrollo*. Guía temática curso virtual del ILPES. Santiago: Naciones Unidas CEPAL.
- Torche, Arístides (1981). "Evaluación de proyectos tecnológicos: aspectos metodológicos". *Trabajo docente* N° 32 (Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile).

Capítulo 3

Preparación y presentación de proyectos



ROSA AGUILERA VIDAL

FERNANDO SEPÚLVEDA PALACIOS

3.1. Introducción

Como fue mencionado en la sección anterior, el proceso de preparación y evaluación de proyectos es un camino iterativo, que comienza con la idea y termina cuando se ha decidido ya sea continuar con el estudio, ejecutar, postergar o abandonar el proyecto.

La preparación de un proyecto es el proceso mediante el cual éste es estudiado desde distintos ámbitos temáticos, relacionados con su construcción y operación en el medio en el cual se va a insertar. Se trata de simular, con menor o mayor grado de profundidad –dependiendo si se trata de un estudio de perfil, prefactibilidad o factibilidad– la realidad que enfrentaría el proyecto si éste fuese implementado. Se trata de simular los escenarios vinculados con aspectos de mercado, técnicos, legales, económicos, ambientales y financieros para determinar cuán viable sería el proyecto considerando las variables pertinentes a cada uno de los aspectos señalados. El estudio de preparación termina con la construcción de los flujos netos de caja y la evaluación del proyecto con su correspondiente análisis de sensibilidad. Cada paso que se da en el proceso de preparación servirá como insumo de información para construir un ítem determinado de beneficios y costos del proyecto, obteniéndose finalmente la distribución temporal de dichos flujos en el horizonte de análisis, lo cual

se denomina “perfil del proyecto”, que puede ser convencional o no convencional, como se señalara en la sección 2.1.

La preparación de cada tipo de proyecto –productivos de bienes o servicios, de infraestructura o social– consistirá de una serie de análisis conducentes a determinar la factibilidad de la inversión.

3.2. Preparación y presentación de un proyecto

Cada una de las iteraciones de la preinversión –niveles de perfil, prefactibilidad y factibilidad– termina con un informe de proyecto, que tiene una estructura determinada y que se aborda en forma independiente de la iteración anterior. La diferencia entre cada uno de estos informes está en el proceso mismo de preparación en cada nivel, el cual es realizado con más profundidad metodológica y mayores cantidades de recursos financieros y de tiempo a medida que se avanza en el nivel.

Para elaborar el informe de proyecto, en cada una de las etapas de la preinversión, se sigue una serie de pasos cuyo objetivo final es llegar a identificar, medir y valorar los ítemes de beneficios y de costos conducentes a la evaluación del proyecto.

Los elementos o actividades que de alguna manera tienen que estar presentes en las etapas de preparación y evaluación (preinversión) con distinto nivel de profundización, según la iteración en la que se encuentre (perfil, prefactibilidad y factibilidad), son los siguientes:

- Diagnóstico.
- Tipo de evaluación.
- Definición de la situación sin proyecto (situación base optimizada).
- Definición de alternativas.
- Determinación de factores de beneficio y costo atribuibles al proyecto.
- Definición de criterios de valoración y valorización.
- Métodos de medición de costos y beneficios.

- Análisis de factibilidad.
- Evaluación y análisis del riesgo de las mediciones.
- Conclusión y recomendaciones.

3.2.1. *Diagnóstico*

El diagnóstico corresponde a la definición y presentación de la situación que origina la necesidad del proyecto¹. Sus objetivos son: i) expresar el problema o necesidad detectada en algún sector en términos cifrados; y ii) determinar las características básicas en las que el proyecto puede operar (marco ambiental o entorno territorial, económico y humano).

Presenta el problema económico, social o financiero que justificará la existencia del proyecto y su necesidad de evaluación. Algunos ejemplos serían la necesidad de ampliar una posta de atención primaria dado que hay un déficit de atención de x personas por día; o bien ampliar un puerto en x sitios adicionales de atraque, dado que existe una cola de 20 barcos en espera de ser atendidos; o bien expandir el departamento de producción de alimentos naturales, dado que ha aumentado en un 12% el porcentaje de población que los consume; o bien instalar una empresa de análisis de muestras de residuos líquidos, dado que hay un reglamento ambiental que les exige a todas las empresas de la zona cumplir con 2 muestras diarias.

En el caso de un proyecto de ampliación de un puerto, en particular, el diagnóstico debería permitir observar o demostrar que el incremento en el tráfico marítimo en los puertos de la zona, debido al aumento de los volúmenes de exportaciones, sobrepasa o sobrepasará la capacidad instalada de éstos.

El requisito del diagnóstico para la evaluación del proyecto es que proporcione una visión descriptiva y cifrada del problema y una des-

¹ En la sección 2.2.1. fueron presentados algunos enfoques sobre cómo se generan los proyectos a partir de la identificación de un problema, o bien derivados de estudios de mercado –en el caso del sector privado, o bien derivados de políticas sectoriales o regionales –en el caso del sector público–. El lector puede profundizar sobre esto, revisando las referencias que allí son mencionadas.

cripción del medio, considerando todas aquellas variables o factores pertinentes para justificar la operación del proyecto. La idea es que el diagnóstico cualitativo sea respaldado por un diagnóstico cuantitativo basado en cifras o datos duros en la medida de lo posible.

En términos operativos, el diagnóstico corresponde a una recopilación, análisis y procesamiento de toda la información necesaria que permita reconocer la existencia de un problema, o de una necesidad insatisfecha, que actualmente es lo que justifica la preparación y presentación de un proyecto para su solución.

Es posible subdividir las actividades involucradas en este diagnóstico en torno a tres objetivos específicos: recopilación de antecedentes generales, determinación de la demanda y oferta relevantes, y la definición de la situación actual (Lynch, Manso, Sepúlveda y Márquez, 1999: 159).

–El primer objetivo, recopilación de antecedentes generales, comprende todas las actividades destinadas a reunir la información que constituya el punto de partida para la formulación y preparación del proyecto; se trata de reunir un conjunto de antecedentes relacionados con el entorno del proyecto, tales como aspectos sociales, económicos, políticos, geográficos, demográficos, ambientales, culturales, etc. A modo de ejemplo, se trataría de analizar aspectos tales como identificación de la población afectada, área o sector de influencia del proyecto, aspectos legales o institucionales relacionados, etc.

–El segundo objetivo, definición de la demanda y oferta relevantes en la situación actual, requiere un análisis de mercado, a nivel preliminar o definitivo según se trate del estudio a nivel de perfil o factibilidad. A partir de los antecedentes generales se debe realizar un análisis de información para identificar cuantitativamente la demanda y oferta actual y futura asociada al bien o servicio que el proyecto proveerá. El punto de partida debe ser la definición clara y precisa del bien o servicio que el proyecto producirá. Algunos ejemplos pueden ser los siguientes: evolución y proyección de población en edad esco-

lar en el área de influencia; determinación del número de empresas, distribuidores, o establecimientos de la zona objetivo; capacidad de producción por empresa, distribuidor o establecimiento; determinación de volúmenes de venta por establecimiento y total, etc.

–Por último, el diagnóstico debe culminar con la presentación de información sistematizada que permita definir la situación actual, que será la situación base del proyecto todavía no optimizada. Debe elaborarse con información que permita visualizar qué ocurrirá en el caso de no realizarse el proyecto, identificando de esta manera en forma definitiva el problema que se pretende solucionar o la necesidad que se pretende satisfacer. Por ejemplo, déficit de cobertura, infraestructura insuficiente, déficit de ventas, insuficientes volúmenes de producción, etc.

3.2.2. Tipos de evaluación

Uno de los elementos que es necesario presentar en el informe es precisar el tipo de evaluación que se realizará, de manera de orientar al lector desde el inicio del informe. Puede ser una evaluación económica, privada y/o social. El tipo de evaluación a desarrollar, además contribuye a direccionar los esfuerzos para realizar el diagnóstico por el camino requerido, sin dilapidar recursos en investigar información que no será utilizada en la evaluación. Un ejemplo de esto es, si se trata de la evaluación social de un proyecto de mejorar cobertura educacional a través de la construcción de un nuevo establecimiento, el diagnóstico debe incorporar información sobre la deserción y repitencia en el área de estudio, porque la metodología de valoración social de beneficios deriva ahorro de recursos por menor deserción y repitencia; mientras que si se trata de una evaluación privada del mismo proyecto, el diagnóstico debe incorporar información sobre aranceles de matrícula o subvenciones recibidas por alumno, principalmente, porque la metodología de valoración privada de beneficios considera los ingresos recibidos por el sostenedor particular del proyecto.

3.2.3. *Definición de la situación sin proyecto*

Esta definición es necesaria para comparar los beneficios netos con proyecto versus los beneficios netos sin proyecto, y tiene que ver con el principio de separabilidad de alternativas.

La situación base optimizada o situación sin proyecto es lo que ocurriría durante el horizonte de evaluación, si no se lleva a cabo el proyecto. Se trata, entonces, de una situación dinámica, y no estática² pues también está sujeta a cambios a través del tiempo³.

La situación sin proyecto es clave para identificar los costos y beneficios del proyecto que son pertinentes a cada una de las alternativas; y además, su medición y valoración es crucial para la obtención de los flujos relevantes o incrementales (o perfil del proyecto) durante el horizonte de evaluación. Note que se ha mencionado dos conceptos fundamentales –pertinentes– al momento de identificar costos y beneficios de cada alternativa, y relevantes al momento de medirlos y valorarlos. Estos serán analizados en la próxima sección de este capítulo.

En términos operativos, la situación sin proyecto parte del diagnóstico que refleja la situación actual, y se le incorpora los cambios que se generen a futuro, durante el horizonte de evaluación del proyecto, tales como:

- a) Cambios exógenos al proyecto que van a ser realizados y que, sin solucionar el problema al que apunta el proyecto, están relacionados con éste. Por ejemplo, en un proyecto de recolección de residuos domiciliarios, el cambio a incorporar a la situación actual sería el mejoramiento de la vialidad urbana por parte de la municipalidad, el que iba a ocurrir de todas maneras, se ejecutase o no el proyecto. También implica incluir todos los cambios que sean producto de decisiones ya tomadas y que sin proyecto igual

²Ello ocurre cuando se la confunde con la situación actual.

³ Algunos autores la denominan “prognosis sin intervención” (Cohen y Franco, 1988).

se realizarían, dentro de una empresa o del sector público. Ejemplo de esto último puede ser haber decidido cambiar la fuente del suministro de electricidad, por ser más conveniente sustituirlas por otras más baratas.

- b) Optimizaciones a la situación actual, es decir, reasignar recursos que se están asignando en la actualidad a otros destinos y hacerlo ahora al problema; puede tratarse de mejoras en la gestión que aporta a la solución del problema; o bien aumentos en la eficiencia en el uso de dichos recursos (como por ejemplo, una inversión menor que ahorra esfuerzos y tiempo), etc. Un ejemplo de esto es construir un cuarto piso en un establecimiento educacional con el fin de ampliar su capacidad o bien cambiar las metodologías de enseñanza-aprendizaje liberando espacios físicos, y esa situación optimizada ahora se la compara con el proyecto de construcción de un nuevo edificio. Entonces, una vez que se ha identificado la situación actual será necesario preguntarse si es posible efectuar algunas modificaciones mejorando u optimizando el uso de los recursos disponibles, que aporten una solución parcial al problema pero que, sin embargo, “solucionan”.

Lo importante es delimitar correctamente la situación sin proyecto, puesto que ello permitirá evitar la sobrestimación del beneficio imputable a las posibles alternativas de solución propuestas por el proyecto. Si la situación sin proyecto está correctamente planteada, las diferencias detectadas al contrastarla con la situación con proyecto corresponderán a costos o beneficios incrementales que serán considerados para justificar la conveniencia de la inversión. Por ejemplo, en el caso de estar evaluando una posible ampliación de una empresa, la situación base optimizada debería considerar la modificación de horarios, la reasignación de turnos de personal, la racionalización operacional, entre otros.

Deberá respetarse la independencia de alternativas, esto se denomina principio de separabilidad de proyectos. Para hacerlo, se re-

comienda listar todas las actividades con las que se podría alcanzar el objetivo del proyecto y examinar si alguna de ellas, o un conjunto de éstas puede ser concebido como un proyecto independiente. El objetivo es plantear el proyecto en forma clara y precisa independizándolo de otros que engañosamente podrían estar considerándose como un todo. La idea básica es que en el caso de que se pueda dividir el proyecto en más de una iniciativa independiente, es conveniente evaluar cada una por separado.

Por ejemplo, supongamos en el caso de la ampliación de una empresa, cuyo beneficio neto total actualizado fue calculado en \$700, comparando los resultados del proyecto con la situación actual sin optimizar, durante el horizonte de evaluación; sin embargo, al descomponer la información y observar los beneficios de la racionalización de la gestión administrativa antes de la ampliación, se observó que el beneficio de la racionalización era de \$1.000 y que el beneficio de ampliar una vez racionalizado era negativo por un valor de \$-300. La suma de estos dos últimos valores generaba los \$700 como beneficio neto total resultante. Se concluye que es preferible no ampliar sino que sólo racionalizar, hasta que las condiciones del futuro justifiquen una ampliación. El ejemplo 3.1. servirá como guía para comprender la importancia de la definición de la situación base optimizada o situación sin proyecto.

Ejemplo 3.1. Suponga que, en el período 2011 a 2020 serán obtenidos beneficios netos anuales presentados en la Tabla 3.1. En la primera línea se identifica el año calendario, en la segunda los años de vida del proyecto, que se inicia en el año 2015 y que dura cinco años, y en la tercera el flujo de beneficios netos totales de cada año, que podrían ser millones de pesos, número de consultas, o cualquier unidad de cuenta de beneficios.

Se observa que a partir del año 2016 el comportamiento de éstos sufre un cambio en su tendencia histórica que era + 10 por período, que podría ser producto de la realización del proyecto de cinco años de duración, que comienza en el año 2015.

Tabla 3.1. Flujos de beneficios netos para un período de 10 años (en unidades monetarias). Ejemplo 3.1.

Años	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Proyecto					Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujos	60	70	80	90	100	120	130	140	150	160

Sin tener más información que la hasta aquí entregada y aceptando que los valores de los distintos años se pueden sumar en términos absolutos⁴ ¿Cuál será el beneficio imputable al proyecto?

Entre las potenciales respuestas podríamos elegir de entre las siguientes:

- a) \$ 10
- b) \$ 50
- c) \$ (20+30+40+50+60),
- d) \$ (120+130+140+150+160)
- e) Ninguna de las anteriores

¿Con cuál está de acuerdo Ud.?

La respuesta a) se justifica en que éste es el único cambio aparente que se observa entre el año 2015 y 2016 (de + 20, en lugar de la tendencia histórica de +10), y el 2015 coincide con el año de inicio del proyecto. La respuesta b) se puede justificar en que los beneficios son 10 unidades mayores, en cada año de vida del proyecto, de lo que serían si se mantiene la tendencia histórica (suma 10 en cada uno de los 5 años). La respuesta c) enfatiza que hasta antes del proyecto se recibían 100 y por lo tanto cualquier diferencia por sobre esta cifra constituye un beneficio (esto supone que se mantendría en 100 el beneficio del 2016 en adelante). La respuesta d) es extrema pues asigna el beneficio total a la ejecución del proyecto (sin considerar que venía una tendencia). Y la respuesta e) aduce información insuficiente para optar por una respuesta particular.

⁴ No existe, para este ejemplo, el concepto de valor de dinero en el tiempo.

La variedad de respuestas que se puede observar se apoya en que, para determinar los beneficios con la información entregada, se está comparando la situación que existía antes del proyecto con la situación después del proyecto, de esta manera se está comparando lo que existía antes de que se ejecute el proyecto, 2015, con lo que ocurriría después de ese año. Esta es una comparación improcedente pues los antecedentes históricos anteriores al proyecto sólo podrían ser útiles en la medida que constituyan información relevante para proyectar los comportamientos futuros. No corresponde comparar el antes y el después de la ejecución de un proyecto para determinar sus beneficios o costos, pues se estaría comparando dos dimensiones temporales distintas, una estática y una dinámica. La comparación válida es la situación sin proyecto versus la situación con proyecto, ambas situaciones proyectadas en un horizonte de tiempo futuro, y esto implica definir la situación base optimizada.

Para el ejemplo analizado, las posibilidades son varias:

Primero, si se acepta que en el caso de no llevar a cabo el proyecto la actividad histórica se termina en el 2015, entonces la respuesta correcta es d), todos los beneficios posteriores al año de término se deberían a la ejecución del proyecto.

Segundo, si en cambio se supone que la tasa de crecimiento histórica de los beneficios se mantiene en términos absolutos, entonces la respuesta es b), dado que en cada año se tiene \$ 10 de beneficios adicionales de lo que se habría recibido si no se hubiera realizado el proyecto.

Tercero, si se sabe que la capacidad máxima de producción es la del año 2015, y por lo tanto los beneficios de los años siguientes fueran iguales a \$100 anuales, entonces la respuesta correcta es la c) pues sin proyecto se obtendría cero ingresos adicionales a la capacidad máxima de \$100.

Como se observa, todo depende de la situación base optimizada o situación sin proyecto que se defina o que existiría durante el período de análisis, si no se lleva a cabo el proyecto. La definición de la situa-

ción sin proyecto hay que hacerla en forma cuidadosa, y es necesario dedicarle tiempo y análisis, ello está relacionado invariablemente a la identificación del problema y a sus posibles causas y soluciones. En la práctica hay ocasiones en que la situación sin proyecto puede definirse de varias maneras, en cuyo caso hay que saberla elegir y tenerla muy clara y, lo más importante, ser consecuente con ella en la evaluación del proyecto.

Para la determinación de la situación sin proyecto es necesario tener en cuenta que el horizonte de tiempo utilizado debe coincidir a lo menos con el período de vida útil del proyecto, si el proyecto tiene una vida útil estimada de “n” períodos habrá que proyectar la situación sin proyecto para un período equivalente; en el caso del ejemplo 3.1., éste es de 5 años.

3.2.4. Definición y análisis de alternativas

En el capítulo 2 fueron entregados elementos para identificación de problemas y análisis de soluciones. Estas soluciones pueden ser diversos proyectos o alternativas de proyectos. Por lo tanto, es necesario destinar algún tiempo a identificar y analizar estas alternativas para luego poder seleccionar entre ellas la mejor, o bien identificar un listado de alternativas técnicas que más adelante serán seleccionadas a través de la evaluación. Por ejemplo, la construcción de un proyecto podría realizarse de una sola vez aceptando capacidad ociosa durante los primeros períodos o realizarse por etapas, en la medida que va creciendo la demanda. Siempre existe al menos una alternativa que es la de no hacer nada, y que también tendrá consecuencias sobre las personas afectadas por el problema identificado.

El planteamiento de distintas posibilidades o alternativas de solución debe considerar la factibilidad de su implementación, por lo que es probable que –en alguna de las etapas de la preinversión– se desechen algunas opciones relativas a tamaño, localización, tipo de construcción, disponibilidad de recursos, facilidades de accesos, etc. Una vez que se ha llegado a determinar que existe más de una alternativa para la ejecución del proyecto, considerando diversos aspec-

tos relativos a procesos productivos, intensidades de uso de capital y trabajo, abastecimiento de insumos, equipamiento, entre otros, se tratará de determinar la alternativa óptima desde el punto de vista económico, privado o social, demostrando explícitamente con el uso de indicadores adecuados. Incluso, después de haber determinado la rentabilidad de estas alternativas, y desechado las menos favorables, todavía es posible realizar análisis optimizante de la rentabilidad, determinando en este caso cuál es el momento óptimo para dar inicio a la inversión, cuál es la localización óptima para este proyecto, cuál es el tamaño más conveniente, y en algunos casos cuál es el momento óptimo para poner fin al ciclo de vida del proyecto.

3.2.5. Identificación de factores de beneficios y costos

Para llevar a cabo la evaluación del proyecto se requiere identificar, medir y valorar los correspondientes factores de beneficios y costos imputables a éste, es decir, todos los posibles ítemes de beneficios y costos que sea posible asociar a cada una de las alternativas del proyecto, independientemente de la posibilidad de medirlos o valorarlos, lo cual se analiza en la sección siguiente.

Por ejemplo, frente a la necesidad de mayor espacio para el estacionamiento de clientes, es posible considerar la ampliación del estacionamiento actual, contratar un servicio de estacionamientos en un local cercano o construcción de un nuevo establecimiento en un sector más accesible. Cada una de estas opciones representa un escenario diferente, en el que se deberán identificar las variables de costo y/o beneficio pertinentes a cada uno.

Sabemos que los recursos que se asignan a un proyecto tienen un costo, al mismo tiempo que determinan un beneficio al generar bienes atribuibles al proyecto. Sin embargo, hay que aclarar que no todos los recursos que utiliza un proyecto o un bien que produce el proyecto generan necesariamente un costo o un beneficio, respectivamente. Para que el uso de un recurso represente un costo, éste tiene que ser evitable, lo cual representa el uso alternativo asociado al agente sobre el cual se efectúan decisiones. Lo mismo para los be-

neficios; para que la generación de un bien represente un beneficio, éste tiene que estar asociado a la alternativa que se estudie, es decir, también debe ser evitable. En el capítulo 4 se presenta aspectos de costos para la toma de decisiones, donde se profundiza este concepto. Por ahora es válida sólo la aclaración.

3.2.6. Medición de beneficios y costos

Luego de haber identificado los posibles ítemes de beneficios y costos imputables al proyecto, se hace necesario realizar un análisis tendiente a discernir entre aquellos mensurables de los no mensurables y eliminando duplicaciones. El grado de precisión para realizar esta discriminación dependerá de la etapa de iteración de la preinversión en la que se desarrolle el estudio del proyecto, es decir si se está en el nivel de perfil, prefactibilidad o factibilidad. La medición tiene que ver con obtener cambios positivos o negativos físicos, en algunas variables de beneficios y costos. Por ejemplo, si un proyecto de producción de flores hace bajar el precio en el mercado, debido a una mayor oferta, es necesario medir cambios en consumo y producción atribuibles al proyecto como efectos reales⁵. Si, en otro caso, un proyecto de mejoramiento de camino provoca efectos en mercados relacionados –como el transporte por ferrocarril– habrá que medir, como efecto indirecto, la desviación positiva o negativa en el flujo de transporte de pasajeros o de carga. Si, por último, un proyecto de producción de acero, evacúa a la atmósfera emisiones contaminantes, habrá que identificar el tipo de componentes evacuados, clasificarlos según su nivel de peligrosidad para la población, medir las emanaciones en unidades físicas que determinen los expertos, por ejemplo en ppm (partes por millón).

Si durante el proceso de medición existen ítemes de beneficios y costos de difícil o imposible cuantificación y/o valoración, se describirá a lo menos cualitativamente cuál es el efecto provocado por

⁵ Los cambios reales dependerán de varios factores, entre ellos de las elasticidades precio de demanda y oferta. Aquí sólo baste mencionar el hecho.

el proyecto, dado que esta información será importante a la hora de analizar los resultados de la evaluación. Por ejemplo, externalidades negativas no medibles que acompañan a la rentabilidad positiva de un proyecto, o efectos indirectos positivos junto a rentabilidades negativas. Será deseable, entonces, analizarlos con el máximo rigor que permita la información y la disponibilidad de métodos de medición (dependiendo –como se dijo anteriormente– de la iteración en que se encuentre el estudio del proyecto), para explicitarlos posteriormente en la etapa de conclusiones, dado que son antecedentes que pueden influir en la decisión⁶.

3.2.7. Definición de criterios de valoración de beneficios y costos

Una vez que han sido identificados y medidos los factores de beneficios y costos asociados al proyecto, es necesario establecer el o los criterios de valoración que serán utilizados para expresarlos en unidades monetarias. Es importante considerar el concepto de costo real usando el costo de oportunidad como criterio básico relevante para asignar valor a un recurso utilizado (valor de uso alternativo), mientras que para valorar los beneficios, el concepto de disposición a pagar por quienes demandan los productos que genera el proyecto. Por ejemplo, el valor de la remuneración correspondiente a la jornada en que se liberó tiempo.

Existen diversos criterios de valoración de ítemes de costos y beneficios tales como:

- precios de mercado, precios sociales o costo de factores, para los bienes o insumos,
- costos evitados, para valorar ahorros como beneficios,
- costos inducidos, para valorar incrementos de costos o disminución de beneficios,
- valoración contingente, valoración hedónica o costo de viaje, en

⁶ Existen criterios de elegibilidad de proyectos que son multicriterios, y este tipo de información puede ser útil para ayudar en la toma de decisión.

- casos de valorar disposiciones a pagar no observables a través de precios de mercado,
- sistematización de la opinión de expertos,
- entre otros.

En todos los casos, la información base para la valoración surgirá de los estudios de mercado, tanto del producto (bien o servicio) a ser generado como el de los insumos a ser utilizados.

Ejemplo 3.2. Un pequeño ejemplo permite apreciar la secuencia e importancia de las fases mencionadas de identificación, medición y valoración para determinar la rentabilidad de un proyecto. Suponga la evaluación para enfrentar la decisión de construir un invernadero en un patio. Primero, hay que identificar qué producto(s) se generará (n) dentro de éste: por ejemplo, tomates. Una vez definido el producto, se requiere precisar qué recursos se utilizarán, en este caso serían el terreno, madera, plástico y otros; y además conocer la magnitud y volumen del invernadero. Segundo, se necesita medir cuántas cajas de tomates se producirán, cuantos m² de terreno se necesitarán para esa cantidad de cajas a producir, cuántas horas-hombre es necesario contratar, cuántos metros de plástico serán utilizados, cuántos m³ de madera y de qué calidad, entre otros. Tercero, valorar cada uno de los productos y recursos a precios de mercado (precios de venta de los tomates y precios de compra de cada uno de los recursos) para calcular beneficios (en este caso ingresos por venta) y costos. Finalmente, compararlos y analizar si es conveniente iniciar la construcción del invernadero.

3.2.8. Análisis de factibilidad

Su objetivo es construir el perfil del proyecto (que no debe confundirse con la etapa de perfil de la preinversión), que se refiere a la disposición temporal de los flujos de beneficios netos del proyecto durante el horizonte de evaluación.

Para ello se analiza la viabilidad del proyecto en todas las dimen-

siones necesarias para llegar al perfil del proyecto (de mercado, técnica, legal, ambiental, etc.), a diferencia de la factibilidad como etapa de la preinversión. En lo que sigue de la sección se describen los componentes de un análisis de factibilidad correspondiente a proyectos productivos de bienes o servicios, donde los beneficios derivados de la venta de los productos generados por el proyecto y los costos derivados de la compra de insumos para la producción son posibles de identificar a través de la existencia de mercados formalmente establecidos para transar esos bienes e insumos⁷.

3.2.8.1. Estudio de mercado

El primer paso en el análisis de factibilidad –en cualquier estudio de evaluación– es el análisis de mercado –como también se le llama– el cual va a exigir definir el producto (bien o servicio) que genera el proyecto, sus características, e ingresos a obtener de la venta del bien.

Su finalidad es analizar si el proyecto tiene efectivamente un segmento de mercado objetivo posible o una necesidad insatisfecha que cubrir con su producto. Para ello, se determina la demanda excedente por el producto del proyecto (demanda total menos oferta de otros productores del bien o servicio) a determinados precios. Ello servirá de base para obtener los beneficios brutos del proyecto que, en el caso de un producto que es vendido en un mercado, equivalen a los ingresos por venta durante el horizonte de evaluación. Cabe aclarar que el mercado puede ser doméstico o internacional, competitivo o de competencia imperfecta; en cualquier caso es necesario estimar y proyectar ofertas y demandas del bien o servicio –sin proyecto– para dimensionar cuál es la participación de mercado a que el proyecto puede optar.

⁷ En el caso de proyectos de infraestructura (carreteras, puertos, aeropuertos, riego, agua potable, electrificación, etc.) y en el caso de proyectos sociales (educación, salud, vivienda, justicia, etc.), es necesario establecer metodologías particulares de identificación, medición y valoración de beneficios y costos, puesto que no es posible identificar precios de mercados formales para los servicios que se transan, o los precios de mercados identificados no representan necesariamente a beneficios y costos asociados a los proyectos.

La factibilidad de mercado se concentra en conocer, primero, la demanda por el bien o servicio que producirá el proyecto, esto es determinar las cantidades que los consumidores potenciales están dispuestos a comprar a los distintos precios. En segundo lugar la oferta, que se refiere a calcular las cantidades que los oferentes actuales y potenciales estarán dispuestos a ofrecer a los distintos precios. Tercero, determinar el mercado potencial, es decir, determinar el excedente que según las características del producto generado (calidad, precio, atributos diferenciadores, estrategia de venta) constituirá demanda insatisfecha y por lo tanto será la demanda potencial para el proyecto. Y cuarto, el análisis de cómo el producto se dispone al demandante o usuario final. Esta demanda apropiable constituirá la cota superior de los objetivos de venta que serán optimizados en conjunto con otras variables de optimización tales como el tamaño y la localización.

Los aspectos particulares que considera el estudio de mercado son: a) análisis de la demanda actual y futura, b) análisis de la oferta actual y futura, c) cálculo de la demanda excedente por el producto del proyecto, y d) análisis del sistema de comercialización.

a) Análisis de la demanda actual y futura. Para analizar la demanda, es necesario, primero, definir claramente cuál va a ser el producto que el proyecto generará (naturaleza, características), unidad de medida (kilogramos, hectáreas, toneladas, número de tarros, m³, etc.); si se trata de un bien intermedio (falta aún procesamiento dentro del aparato productor del sistema económico) o un bien final (de consumo o de capital); también debe especificarse el tipo de usuario del bien (consumidor final, otra empresa, etc.) con fines de identificar adecuadamente el sistema de comercialización a utilizar; bienes sustitutos y complementos principales del bien; si la demanda por el bien es estacional o no, entre los aspectos principales.

Luego, como segundo paso, es necesario analizar el mercado a que el proyecto puede optar como destino de la producción: si es nacional (bien no transable), internacional (bien transable) o una combinación de ambos; además, debe agregarse alguna otra información

relevante relacionada con los potenciales usuarios del producto tales como población, sexo, edad, niveles de ingreso, educación, etc., dependiendo del producto de que se trate.

En tercer lugar, se analizará la demanda actual y la demanda histórica, deteniéndose a estudiar y determinar los factores que afectan a la demanda, que variarán según se trate de un bien de consumo o de capital o de un bien intermedio. Para el caso de un bien de consumo, las variables estándares consideradas son precio del bien, precio de los sustitutos, ingresos del consumidor, preferencias de los consumidores, además de otras adicionales tales como nivel de educación, edad, género. Para el caso de bienes intermedios, como se trata de una demanda derivada, se requiere conocer –entre los aspectos principales– el comportamiento de la demanda de cuyo proceso productivo forman parte, y los coeficientes técnicos de producción (relación insumo-producto) que entregará la importancia que tienen en dicho proceso productivo. En el caso de bienes de capital, se procederá de forma similar al caso de bienes intermedios, guardando consideraciones sobre la relación capital/trabajo actual y futura, cambios tecnológicos, posibilidades de sustitución por otros bienes de capital que aporten una mayor eficiencia en los procesos productivos.

Finalmente, se proyectará la demanda futura en base a diversos métodos. Uno de ellos es la extrapolación de la tendencia histórica, ya que el estudio de la demanda histórica entrega pautas sobre las variables que más han influido en ella. Otro método es el análisis de escenarios, definidos en base a análisis de estrategias y prácticas empresariales en los mercados, crisis globales –si el producto es transable–, regulaciones, entre otros. Un tercer método es la proyección a través del método de elasticidades, que tienen que haber sido calculadas previamente mediante modelos econométricos. Los métodos de proyección pueden ser simples o complejos y se aplicará aquél que sea más adecuado en función del grado de precisión y utilidad deseada, así como del costo de información a incurrir. El estudio de demanda futura no es trivial, especialmente en un mundo cambiante y sujeto a riesgos, globalizado y con mercados orientados al comercio exterior, por lo que es recomendable contratar a asesores especiali-

zados en el tema, si el proyecto se está preparando en etapa de factibilidad.

b) *Análisis de la oferta actual y futura.* Esta sección se destina a estudiar las condiciones de la oferta actual y futura del producto principal generado por el proyecto, así como de los subproductos, de haberlos, y de los posibles sustitutos. Los aspectos que incluye son, primero, la caracterización del mercado del producto pero ahora desde el punto de vista de la estructura de la oferta; así, es posible encontrar mercados competitivos, monopólicos, oligopólicos, de competencia monopolística, entre otros. Además, se requiere analizar si la oferta es sólo nacional, sólo externa o posee un componente nacional y otro importado, en este último caso aclarar la procedencia y si está sujeta a tratados comerciales, por ejemplo. Es importante recalcar que el análisis del tipo de mercado en relación al tamaño y existencia de empresas competidoras, proporcionará una pauta preliminar acerca de la factibilidad del proyecto para participar en dicho mercado. Así, si éste es monopólico hay que profundizar en la real viabilidad para el proyecto –si existe nula, escasa o eventualmente alguna potencial posibilidad–, se sugiere analizar cuidadosamente el grado de sustituibilidad con el bien generado por el monopolista y los atributos que posee el producto del proyecto y la necesidad que satisface⁸ (si es homogéneo o se diferencia del competidor), para ver posibilidades concretas o no de venta del producto. Lo mismo es válido con respecto a los costos de producción, punto difícil de estudiar, por cuanto la información sobre costos de los competidores en general no se encuentra disponible.

En segundo lugar, es necesario analizar las variables principales de las cuales depende la oferta del bien, de manera de explicar su comportamiento en el pasado. Entre las variables principales que la afectan están el precio del bien, el costo de los factores productivos e insumos, la tecnología y el precio de los productos relacionados con

⁸ Este aspecto fue analizado en el estudio de demanda, que aquí debe complementar al estudio de la oferta.

el bien por el lado del proceso productivo (es el caso de industrias con una fase de producción común al inicio, y luego fases por líneas diferenciadas de productos).

En tercer lugar, conocidas las variables independientes se proyectan sus valores por medio de algún método –de manera análoga a la de la demanda, el que más se ajuste al tipo de producto– cuidando de estudiar, además, otros posibles proyectos de expansión de capacidades productivas de la competencia existente o de entrada de nuevos competidores al mercado (inversiones nacional y extranjera).

c) Cálculo de la demanda excedente por el producto del proyecto.

Conocidas las cifras para demandas y ofertas estimadas hoy y proyectadas, es posible obtener la demanda excedente (igual a la diferencia entre la demanda total por el bien y la oferta de otros productores) para el proyecto y la posible participación de éste en el mercado. Esta información es clave para analizar el tamaño de la planta que instalará el proyecto, complementado con aquella sobre localización geográfica de los consumidores del bien.

La situación de caracterización del mercado obtenida del análisis anterior de demanda y oferta es vital para definir la situación sin proyecto o situación base para la evaluación del proyecto, porque es a partir de ella que habrá que analizar los efectos reales del proyecto en el mercado.

d) Análisis del sistema de comercialización.

Consiste en determinar la forma en que los bienes generados por el proyecto pasan de las unidades productoras a los consumidores o usuarios, pudiendo existir uno o varios intermediarios entre ambos agentes económicos que por definición encarecerán el producto, al incorporar –a los precios de venta al consumidor– costos de transporte, almacenamiento y margen de comercialización. El proyecto adoptará la forma de comercialización más adecuada a los fines o necesidades que el producto generado pretende satisfacer, considerando el tipo de bien y el tipo de consumidor o usuario. Los aspectos principales que incluye este análisis son canales de distribución y su estructura, medios de transporte, sistemas de almacenamiento y de conservación, cadenas de

frío, asistencia técnica al usuario, sistemas de financiamiento ofrecidos, propaganda y publicidad.

Una última precisión para este estudio de mercado se refiere a los métodos utilizados para llevar a cabo los análisis mencionados, existe una variedad de técnicas que pueden clasificarse en: métodos de opinión (como es la consulta a expertos), métodos estadísticos (regresión y correlación) o métodos econométricos.

El uso de un método con mayor o menor grado de complejidad dependerá de la etapa de iteración en la que se encuentre el estudio del proyecto, de la disponibilidad de información, de la disponibilidad de tiempo, de la precisión deseada, del costo del procedimiento, del período a estimar, de la magnitud de los recursos cuya asignación se evalúa, entre otros.

El resultado de este análisis de factibilidad generará información básica sobre precios y volúmenes posibles de venta para efectos del cálculo de ingresos por ventas del proyecto, y su proyección en distintos escenarios.

3.2.8.2. Estudio técnico

La factibilidad técnica o análisis tecnológico –como también es denominado– se ocupa de determinar la capacidad de manejo, diseño y operación de la tecnología del proyecto, en el país en cuestión, región geográfica o zona en que éste funcionará durante su vida útil.

Su objetivo último es generar información que permita cuantificar los costos de inversión (costo de los equipos y capital de trabajo) y de operación asociados a distintas alternativas de proceso productivo, tamaño y localización⁹. El análisis de las variables asociadas a la función de producción del proyecto es realizado por especialistas en áreas técnicas productivas específicas, para llegar a determinar su

⁹ En la práctica, lo más probable es que los procesos productivos ya estén asociados a determinados tamaños y/o localizaciones, por lo que la relación proceso productivo-tamaño-localización tiene que ser analizada en conjunto.

factibilidad, y cada una de ellas se traducirá en requerimientos específicos de obras físicas, personal e insumos en general.

Los aspectos particulares que considera el estudio técnico son: tamaño; proceso productivo; localización; obras físicas; análisis de insumos; programa de producción y calendario de inversiones, y análisis de costos.

a) *Proceso de producción*. Para el análisis de proyectos, la definición de proceso productivo tiene que ver con la función de transformación de insumos en productos (bienes o servicios) dada una cierta relación tecnológica. Cabe aclarar que el término insumo –en esta definición y en esta sección– está siendo utilizado *en términos genéricos*, es decir, es cualquier factor productivo que colabora en la producción de un determinado producto.

La función de producción es de carácter técnica o física, e implica combinar los distintos insumos en distintas proporciones para obtener determinadas cantidades o flujos físicos de productos (bienes o servicios). Estas proporciones han sido definidas por especialistas en el proceso productivo que se esté estudiando. Así, por ejemplo, los especialistas en un proceso de producción de celulosa serán profesionales de la ingeniería química y mecánica, en un proyecto de educación básica serán profesionales de la educación, para la construcción de un hospital o un consultorio de atención primaria serán profesionales de la salud.

Luego, habrá que compatibilizar este conocimiento adquirido con la realidad en que el proyecto se va a instalar y va a operar durante toda su vida útil. Para seleccionar el proceso productivo del proyecto que sea factible en esa realidad, se requiere (i) primero, identificar en el medio local, nacional e internacional los procesos productivos vigentes y estudiar –para cada uno– sus características específicas tales como los insumos que utiliza, en qué cantidad, probables combinaciones con otros, rendimientos a obtener con cada combinación (aportes al volumen de producción), relación capital/trabajo (algunos serán más intensivos en capital, otros en mano de obra), efectos ambientales provocados por cada alternativa de proceso; (ii) segundo, ver si es posible cumplir con los requisitos exigidos.

Entre los factores principales que inciden en que un proceso productivo sea o no factible están los siguientes:

- Tipo de bien o servicio a producir. Hay sistemas económicos cuyo aparato productor nacional está orientado solamente a generar productos primarios, ligados a la base de recursos naturales, y no a bienes con un gran grado de elaboración como, por ejemplo, podrían ser los vehículos motorizados o las turbinas requeridas para las represas hidroeléctricas.
- Disponibilidad, calidad y precio de insumos principales. Hay medios donde no es posible conseguir algún insumo fundamental en la producción del bien o servicio, es el caso de la necesidad de agua para el proceso productivo de minerales, o la calidad del suelo no es apta para cultivar árboles frutales, ni hay disponibilidad de riego.
- Existencia de economías externas. Existencia de redes de infraestructura que facilitan la implementación de cualquier proceso productivo: por ejemplo accesos a electricidad y agua.
- Medio donde se localizará el proyecto. Dependiendo de sus características económico-políticas e incluso culturales, puede o no ser ventajoso para algún tipo de proceso productivo, por ejemplo, subsidios a la contratación de mano de obra, no existencia de parques industriales, planos reguladores que pueden o no facilitar el desarrollo del proyecto.
- Legislación ambiental. Puede afectar a determinado tipo de proceso productivo, ya que le impide que evacúe sus residuos a determinados cuerpos receptores, o regula la cantidad a emitir según la capacidad de carga del cuerpo receptor en ese ambiente local.

Una vez adoptada la alternativa de proceso productivo, éste será descrito a través de un diagrama de flujo que muestre la secuencia de etapas y las relaciones entre ellas, hasta lograr obtener el(los) producto(s) y/o subproductos derivados, y de un informe detallado

de cada etapa. En este informe será necesario distinguir entre las etapas principales y las secundarias, entre las comunes y las específicas a cada línea de producción, entregando información sobre los requerimientos cuantitativos y cualitativos de cada uno de los insumos necesarios para cada etapa (cantidad y calidad, procedencia nacional o importada, costos por unidad de insumo utilizado, entre otras informaciones específicas y diferenciadas por tipo de insumo). Se informará sobre los flujos de residuos y desechos, cómo van a ser manejados y los lugares de disposición final. En fin, se entregará toda aquella información pertinente al proceso de producción, que servirá de base para calcular más adelante los costos de inversión y de operación del proyecto

Si ahora el concepto de insumo se trata en *términos específicos*, se entiende como tales a aquellos elementos que quedan incorporados totalmente al bien generado, por lo que es posible diferenciarlo ahora de los factores productivos como son capital y trabajo. No obstante, esta decisión es totalmente convencional, para fines de contabilidad de costos, dado que aún no existe un criterio que permita determinar cuán incorporado queda un elemento al bien de cuya producción forma parte.

En este nuevo concepto, entonces, siempre con fines de análisis de proceso productivo, será necesario especificar toda la información detallada anteriormente por ítemes de bienes de capital, de recursos humanos, de suministros diversos (agua, combustible, energía, telecomunicaciones), de materias primas, y todos los ítemes de clasificación que se exija para el sistema de información contable adoptado. Así, para el caso de los bienes de capital ahora en particular, habrá que especificar marca, fabricante, años de vida útil, etc. Para los recursos humanos habrá que distinguir entre los calificados, semicalificados y no calificados.

b) *Tamaño*. Para el análisis de proyectos, la definición estándar tiene que ver con la capacidad de producción normal de bienes y servicios que se espera mantener –dadas condiciones de operación normales– durante el mayor tiempo posible dentro del horizonte de evaluación, a un costo medio mínimo. No hay que confundirla con la capacidad

máxima de producción, que sería lo máximo a producir utilizando al máximo los bienes de capital disponibles, bajo condiciones tecnológicas dadas y sin considerar los costos de producción. Y tampoco se la debe confundir con la capacidad de diseño –concepto teórico o de catálogo– que se refiere al volumen de producción óptimo a alcanzar, dadas ciertas condiciones de operación óptimas, pues se logra a un costo medio mínimo. Es un concepto de flujo de producción, referido a un período de tiempo¹⁰.

La capacidad de producción normal no es un concepto absoluto, pues incorpora un cierto margen de adaptación que está relacionado con la respuesta a cambios en el comportamiento del mercado (volúmenes demandados), a cambios en los procesos productivos, o a cambios en la disponibilidad de materias primas o suministros (agua, energía, combustibles, etc.). De allí que sea conveniente saber cuál es el margen de capacidad instalada no utilizada o capacidad de reserva disponible para adaptarse a tales hechos. Además, es importante tener en cuenta el tamaño del terreno en que se instalará el proyecto, de manera de ir haciendo los ajustes adaptativos de la capacidad de manera compatible con la existencia de espacios disponibles.

En el caso de la definición puntual de tamaño para un proyecto específico, ello tiene que ver con el tipo de proyecto que se esté estudiando. Por ejemplo, para un proyecto de producción de celulosa, se acotará la capacidad de producción normal a “x” toneladas por período de tiempo; para un proyecto de generación de electricidad, la capacidad de producción normal estará referida a la potencia a instalarse y energía a producirse; para un proyecto de construcción de una clínica de residencia hospitalaria, la capacidad de producción normal serán número de cama por día o número de pacientes por día.

¹⁰ También es posible referirse a tamaño como el valor monetario de los recursos invertidos, a lo que se le denomina Inversión Inicial (II), la que está compuesta por bienes de capital y capital de trabajo. Esta, evidentemente, es un reflejo de los procesos productivos en estudio, y está vista como una inversión real que durará varios períodos y que se irá desgastando (depreciando) durante su vida útil. De hecho, al comparar proyectos, uno de los criterios de comparación es el monto de la inversión involucrada (stock), y otro es la capacidad de producción, expresada en volúmenes producidos por período de tiempo (flujo).

Los factores principales que tienen incidencia en la selección del tamaño son los siguientes:

- Procesos productivos alternativos. Los procesos incorporan una determinada tecnología para producir el bien o servicio, que algunas veces condicionan un tamaño mínimo por la existencia de economías de escala.
- Posibilidades de localización del proyecto. Esto está relacionado con la distribución geográfica del mercado, entonces ésta puede ser atendida con dos plantas en distintos lugares en lugar de una sola planta en una única ubicación.
- Mercado usuario del producto. Este entrega una idea de la cantidad máxima a ser demandada y, por lo tanto, una idea de la magnitud del tamaño requerido.
- Disponibilidad de insumos. Este factor impone o limita el uso de ciertas tecnologías y afectan al tamaño; como ejemplos están la existencia de ciertos procesos productivos mineros, forestales que necesitan agua no necesariamente disponible en las cantidades requeridas por el proceso y el tamaño.
- Otros factores. Entre ellos están los aspectos de política económica, legales/institucionales, relacionados, por ejemplo, a zonas francas, planos reguladores, regulaciones ambientales, etc.

c) *Localización*. Esta parte del estudio técnico se compone de dos etapas, la primera es determinar la macrolocalización o la elección de la zona en que se instalará el proyecto (por ejemplo, para el caso de Chile, Norte Grande, Norte Chico, Centro, Centro-Sur, Sur, Sur-Austral), y la segunda es determinar la microlocalización o elección de la ubicación específica dentro de la zona (también para el caso de Chile: costa, valle central, precordillera o cordillera, y dentro de estas microzonas, las urbanas o rurales, la existencia de parques industriales, etc.).

En algunos tipos de proyectos, la localización se encuentra predefinida, puesto que éstos consisten en la explotación misma de recursos naturales (por ejemplo, explotaciones mineras o de recursos

pesqueros), en otros depende de la existencia de recursos naturales para alimentar el proceso productivo (por ejemplo, disponibilidad del recurso agua para los procesos de producción de celulosa, o para la producción minera). En casos distintos, es posible optar a varias alternativas de localización, sujeto a un análisis multicriterio de factores influyentes.

Entre los factores principales que inciden en que una localización específica sea o no factible, están los siguientes:

- Disponibilidad de materias primas e insumos principales. Se requiere verificar el abastecimiento permanente de materias primas, sus proveedores, así como algunos insumos de tipo estratégico (agua, energía, combustibles) y, además, sus regulaciones de uso.
- Distribución geográfica de los demandantes del producto. Pueden habitar en terrenos planos o con pendientes, pueden ser nacionales o extranjeros, pueden estar en el continente o en una isla.
- Existencia y calidad de medios de transporte para cada localización. Este análisis se realiza en términos de pares origen/destino, lo cual significa –a lo menos– un análisis de vinculación entre la naturaleza del producto (lo principal es su grado de perecibilidad), las distancias a recorrer (en km), las posibilidades de almacenamiento temporal (como puertos secos o estaciones de transferencias) y las regulaciones estatales (tales como impedimentos para utilizar ciertos caminos, horarios de acceso a la ciudad), entre otras.
- Impacto ambiental. Si el proyecto afecta de manera negativa a algún cuerpo receptor externo con la evacuación de desechos del proceso al medio físico o natural y/o al medio social, esto debe ser evaluado en términos específicos e incorporar –en el estudio de factibilidad– las adecuaciones para mitigar o reducir al máximo los impactos negativos. La legislación ambiental en Chile exige a los proyectos de inversión que ingresen al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y verifiquen si el tipo de pro-

yecto está contemplado con estudios a lo menos de declaratoria de impacto ambiental o de evaluación de impactos ambientales.

- Otros factores. Existencia de parques industriales, facilidades de infraestructura en general (como por ejemplo, carreteras, ferrocarriles, electricidad), subsidios a la contratación de mano de obra en determinadas zonas, instrumentos normativos de uso de suelo (plan regulador comunal, planificación territorial, etc.).

En la práctica, determinar la localización pasa por la aplicación de modelos de transporte entre diversos pares origen/destino a partir de un punto de localización específico (por el origen, a las fuentes de materia prima o insumos estratégicos; y por el destino, al mercado consumidor local, nacional o internacional) que consideren, entre otros factores, la naturaleza del producto, distancias a recorrer, características de servicios de la infraestructura de transporte (por ejemplo, calidad de carpetas de rodado, trazado y señaléticas de caminos, estados de conservación de líneas y vagones de ferrocarril, velocidad de transferencia de carga desde el muelle hacia escotillas de barcos y existencia de grúas y bodegas de almacenamiento en los puertos), existencia y calidad de cadenas de fríos, costos de transporte.

d) *Obras físicas*. Se refiere a la construcción de todo tipo de instalaciones, industriales, administrativas, de almacenamiento de productos, de acopio de desechos, de bienestar para el personal (casinos, gimnasios), de estacionamientos, así como de infraestructuras de acceso, redes eléctricas, agua, combustible y telecomunicaciones, y otras diversas.

Entre los factores principales que inciden en la determinación de la cantidad y calidad de obras físicas están los siguientes:

- Tamaño del proyecto. Determina el tipo y magnitud de las obras principales y complementarias a construir. Es conveniente calendarizar la construcción de las obras –de ser posible– en función de la demanda del mercado, dado que en la mayoría de los proyectos se utiliza, en el inicio de la operación del proyecto, solamente un porcentaje de la capacidad instalada. Esto tiene

que ver con el grado de interrelación que exista entre el proceso productivo y la tecnología y si las obras pueden o no ser separables para su construcción. En el mismo sentido, es importante que el terreno donde se construyan las obras sea de una superficie suficiente para construir futuras ampliaciones.

- Proceso productivo. La secuencia de etapas del proceso productivo principal y de los secundarios requiere de ciertas instalaciones estructuradas en determinado orden y disposición, que haga eficiente dicho proceso. Así, las diferentes instalaciones y equipos tendrán una distribución particular dentro del área que ocupa el proyecto (*lay-out*).
- Localización. Establece ciertos parámetros exógenos a las obras físicas dependiendo de las características del terreno, clima, planos reguladores comunales (en uso de suelo y el análisis de riesgo a cumplir para las construcciones) y otras.

Cuando se ha elegido el tipo de obras físicas a construir, se hará una descripción de cada una de las obras, aunque no todavía con suficiente detalle, puesto que ello se hará cuando se licite la construcción si es que se decide la ejecución del proyecto. Se complementará la descripción con un(os) plano(s) de las obras civiles necesarias de construir, incluyendo un detalle de los principales materiales que serán utilizados en su ejecución, así como los equipos que se utilizarán en la construcción (con su correspondiente origen nacional o importado; además, por cada equipo, su costo y especificaciones técnicas), y la mano de obra que se empleará en las obras de construcción. Toda esta información es fundamental para determinar los valores de costos de inversión del proyecto relacionados con ejecución de las obras físicas (MIDEPLAN, 1992).

e) *Análisis de insumos*. Serán especificados los insumos principales y secundarios a utilizar en la producción, cantidades y costos de cada uno, calidad, procedencia (nacional o importado), producción nacional y/o importación actual y futura (para seguridad de abastecimiento continuo) y usos alternativos. Además, su transporte y condiciones

de comercialización, existencia de sustitutos cercanos (con sus respectivos análisis de producción, costos y calidad).

Además, será necesario analizar rendimientos en la utilización de cada insumo por cada unidad de producto y subproducto (coeficientes técnicos ya mencionados en la sección del proceso productivo), el efecto sobre la calidad de los mismos, y el efecto en la cantidad y calidad de residuos y/o desechos del proceso productivo.

f) *Programa de producción y calendario de inversiones*. El primero se refiere a establecer, para cada período del horizonte del proyecto, las cantidades a generar de cada producto principal (y los secundarios, de haberlos) base de información para programas de ventas y para estimar luego los costos de operación.

En el calendario de inversiones se especifican las obras físicas a realizar en cada período de la fase de construcción y las inversiones necesarias (complementarias) cuando el proyecto ya haya sido puesto en operación, cada uno de estos ítemes con su especificación en componente nacional e importado.

g) *Análisis de costos*. Una vez terminados los pasos anteriores, ya se cuenta con la mayor parte de la información necesaria para calcular los costos del proyecto¹¹. La clasificación estándar de costos utilizada para el flujo de caja es el ítem de costos de la inversión inicial y el ítem de costos de operación. Cuando los costos de mantención son magnitudes de importancia, es recomendable agregar un ítem pertinente separado de los costos de operación¹².

Los costos de inversión a su vez, se clasifican en:

– Inversión en capital real (llamada también inversión en activos fijos): corresponde a los costos de adquisición de equipos y tecnología, más los costos de construcción de las obras físicas.

¹¹ Aún falta agregar los costos derivados del análisis legal-institucional-organizacional, que serán tratados en la siguiente sección de este capítulo.

¹² Esto es especialmente importante en obras de infraestructura vial, por ejemplo, donde los costos de conservación son una fuente importante de desembolsos y periodicidad.

- Inversión en capital de trabajo: corresponde al costo incurrido en todos aquellos ítemes que no son recursos de capital real o físico, pero que son requeridos para ejecutar la inversión inicial¹³. Ejemplos son los costos en remuneraciones y suministros diversos (cemento, electricidad, agua, etc.).
- Inversión en terrenos, se agrega para distinguirla de los activos fijos, que están sujetos a depreciación con fines tributarios, mientras que los terrenos mantienen su valor¹⁴.
- Inversión en otros recursos, tales como derechos nominales de marcas y patentes (llamada también inversión en activos nominales).

Por su parte, los *costos de operación* se clasifican en:

- Costos fijos (de operación): los que permanecen constantes, independientes del volumen de producción.
- Costos variables (de operación): los que varían según el volumen de producción.

El concepto de costos utilizado en Evaluación Económica de proyectos es el de costo económico o costo de oportunidad de los recursos utilizados en el proyecto. Ello significa considerar que cada vez que se utiliza un recurso escaso, hay que considerar si el valor imputado refleja su costo alternativo para asignarlo como costo al proyecto, esto es independiente de la forma de financiamiento del recurso, que incluso podría ser una donación.

3.2.8.3. *Estudio legal, institucional y organizacional*

Este análisis de factibilidad tiene por objetivo investigar si existen o no trabas legales e institucionales para realizar el proyecto relativo a la zona o lugar donde se localizará, y determinar qué tipo de organización es la mejor para llevarlo a cabo.

¹³ El concepto de capital de trabajo aquí utilizado es económico y no contable (donde se usa como sinónimo de capital circulante).

¹⁴ Estos conceptos serán tratados en el capítulo 4.

Primero se analiza la factibilidad legal de su ejecución, es decir, si las especificaciones del proyecto se adecúan a la legislación ambiental, laboral, industrial, tributaria, sanitaria y otros códigos normativos relacionados a su ejecución, operación y abandono, tanto nacionales como internacionales, en particular si el país ha suscrito tratados internacionales e integrando la visión de responsabilidad social empresarial. En la actualidad, para que un proyecto pueda insertarse internacionalmente en un mundo globalizado, tiene que fijarse, a lo menos, en las normativas ambientales (producto y proceso), laborales y/o certificaciones especiales que son exigidas por los mercados.

En segundo lugar, está la factibilidad institucional del proyecto, lo cual está relacionado a si la entidad que lo realice tiene la capacidad de insertarse dentro de los cánones institucionales vigentes, sea del nivel local, municipal, regional, sectorial, internacional. Un proyecto, al momento de iniciar su construcción y luego durante toda su vida útil, pertenece a un sector de actividad económica y a un territorio determinado, por lo que la institucionalidad vigente en esos planos, a lo menos, afectan la funcionalidad del proyecto.

En tercer lugar se realiza un análisis de los requisitos de organización del proyecto desde que se empieza a gestar su ejecución, lo que comprende las fases de construcción y de operación, de manera que el proyecto sea implementado y luego administrado de manera eficiente. Cualquier falla en algunos de estos aspectos puede tener consecuencias negativas en factores de costo y tiempo. En ambos casos se debe contar con un detalle de la distribución de las actividades, tiempo asignado y responsabilidades para cumplir con cada etapa del proyecto. Para ello se utilizan *software* y herramientas vigentes de control y gestión de las actividades.

Además, es necesario describir las funciones y relaciones entre las diversas partes de la organización, que se complementa con un esquema (gráfico) organizacional que permita visualizar las partes involucradas y los flujos de administración tanto jerárquicos como de *staff* entre ellas. En la actualidad, cuando se determine la forma de organización que se dará al proyecto, es recomendable fijarse en

nuevos enfoques recomendados por organismos internacionales, relativos a competencias laborales técnicas y transversales con que se está gestionando a los recursos humanos, de manera que el organigrama y manual de funciones sea compatible con lo exigido por estas normas.

De esta parte del análisis de factibilidad se obtendrá información cuantitativa para conocer parte importante de los costos fijos de operación. Entre éstos están los sueldos del personal de administración y dirección del proyecto, así como los gastos generales asociados a su ejecución y operación.

3.2.8.4. Estudio financiero

En términos muy simples, con esta factibilidad se verifica la capacidad para captar fondos (financiar el proyecto), y para servir esos fondos o solventar gastos (pagar amortización e intereses). En términos muy simples, se pretende demostrar que el proyecto es viable desde el punto de vista financiero.

Lo primero es realizar un análisis de mecanismos de financiamiento, públicos o privados, que puedan cubrir los costos de inversión, distinguiendo entre capital propio y capital prestado. Las alternativas de financiamiento consideran fuentes de fondos internas (tales como utilidades no distribuidas en una empresa en marcha) y fuentes externas (mercado de capitales).

Segundo, analizar la capacidad del proyecto de participar en su financiamiento durante el período de operación, logrando que las entradas totales de cada período sean mayores o a lo sumo iguales a las salidas. Los instrumentos de análisis financiero a confeccionar para el proyecto durante el período de operación serán el Cuadro de Fuentes y Usos de fondos y el Gráfico del punto de nivelación.

En síntesis, la factibilidad financiera del proyecto debería demostrar, por una parte, que existe financiamiento para el proyecto y, por otra, que el proyecto se financia.

3.2.8.5. Estudio ambiental

Consiste en la identificación, análisis y medición de los efectos ambientales principales del proyecto, durante el horizonte de evaluación, de manera de adoptar las medidas de modificación al diseño de los procesos, y/o medidas de mitigación pertinentes tendientes a minimizar el daño.

Es deseable que este estudio sea incorporado desde el diseño inicial del proyecto en la preinversión, y no sólo sea uno complementario e independiente del estudio de factibilidad tradicional. Su consideración como un análisis de factibilidad adicional en la preinversión obedece a la importancia que el tema de protección ambiental ha adquirido en la planificación del desarrollo sustentable. La factibilidad ambiental del proyecto, por lo tanto, se debe preocupar de verificar que el proyecto, además de cumplir con la normativa ambiental vigente, sea compatible con los objetivos de mediano y largo plazo en lo a que a preservación del medio ambiente se refiere tanto en el ámbito local como nacional e internacional, dependiendo de la naturaleza del proyecto. Actualmente, en Chile, es necesario considerar explícitamente el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), según la Ley de Bases del Medio Ambiente y el reglamento de la ley.

Finalmente, es importante destacar que en el estudio de impacto ambiental cobra importancia la etapa de abandono del proyecto, porque es exigible analizar si el ambiente en el cual el proyecto ha estado operando puede recuperar su condición inicial o, cuando menos, qué tan reversible son los efectos del proyecto y en qué plazo, para determinar medidas de mitigación o de recuperación, y una estimación de costos y beneficios asociados. En términos del perfil del proyecto, en cualquiera de las etapas de la preinversión, la etapa de abandono se ve reflejada en un valor de recuperación económica de los activos fijos y del capital de trabajo, dado que en ese momento se deja de intervenir el medio natural y socioeconómico, y es necesario a este término.

En la Tabla 3.2. son presentados en una hoja de trabajo¹⁵ –como

¹⁵ Esta hoja de trabajo es utilizada frecuentemente con el *software* Excel o alguna otra planilla de cálculo o simuladores para algún tipo de proyectos específicos.

resumen de sus características económicas– los ítemes de beneficios y costos que componen el perfil del proyecto y sus fuentes de obtención, con fines de evaluación económica, a base de los estudios mencionados en el análisis de factibilidad de esta sección. Los ítemes de beneficios y costos están adecuadamente valorizados en términos reales y ubicados en el período al cual correspondan, y al sumarlos se construye el perfil del proyecto, resultado presentado en la última fila de dicha tabla.

Con la construcción del perfil del proyecto o distribución intertemporal de los flujos de beneficios netos o flujos netos de caja, se pone fin al análisis de factibilidad y se pasa ahora a la siguiente etapa del estudio, que es la evaluación del proyecto, con el cálculo de su rentabilidad esperada. De esta manera el perfil constituirá el resumen de los beneficios netos expresados en términos monetarios en cada período.

Tabla 3.2. Construcción del perfil de un proyecto. Ítemes de beneficios y costos y fuentes de obtención.

Período	0	1	2	...	n	Fuente de obtención
Costos de inversión inicial (II)	- II_0					Estudio Técnico
-Bienes de capital (Activos Fijos)	- AF_0				$\pm VRE_{AF}$	
-Capital de trabajo (KT)	- KT_0				+ KT	
Beneficios (ingresos por venta)		+ B_1	+ B_2	...	+ B_n	Estudio de Mercado
Costos de operación (COP)		- COP_1	- COP_2	...	- COP_n	Estudio Técnico
-Costos variables de operación (CV)		- CV_1	- CV_2	...	- CV_n	Estudio Técnico
-Costos fijos de operación (CF)		- CF_1	- CF_2	...	- CF_n	Estudio Técnico, Estudio Legal-Institucional-Organizacional, Estudio Financiero-Contable
Costos ambientales (IA y CA)	- IA_0	- CA_1	- CA_2	...	- CA_n	Estudio Ambiental
PERFIL DEL PROYECTO	BN_0	BN_1	BN_2		BN_n	Todos los estudios

Fuente: Elaboración propia en base a Análisis de Factibilidad. Supuesto: el proyecto genera costos ambientales. Símbolos: II = inversión inicial, B = Beneficios Brutos (= ingresos por ventas), AF = Activos Fijos (bienes de capital real), KT = capital de trabajo, VRE = valor de recuperación económica; CV = costos variables, CF = costos fijos, IA = inversiones adicionales para protección ambiental, CA = costos ambientales, BN = Beneficios netos = flujos netos de caja. Los subíndices representan el período de cada flujo.

3.2.9. *Evaluación y análisis del riesgo*

Esta actividad corresponde a la evaluación propiamente tal, es decir, a la determinación de la rentabilidad del proyecto, del riesgo asociado, y a la base para entregar algunas conclusiones que permitan a los directivos pertinentes tomar las decisiones que correspondan.

Como tal, la evaluación económica tiene que estar presente en cada iteración del proceso de preinversión (etapas de perfil, de prefactibilidad o de factibilidad), y en cada una de ellas se requiere que haya sido posible identificar los ítemes de beneficios y costos asociados al proyecto, que sus componentes más importantes puedan ser expresados en términos cuantitativos valorizables en unidades de valor comparables. Si los beneficios y/o los costos no pueden ser medidos en términos monetarios no será posible emplear el esquema tradicional de la evaluación económica de proyectos.

En este proceso de evaluación se procede a seleccionar y calcular indicadores o criterios de decisión, entre los cuales están el valor actualizado de los beneficios netos (VAN), la tasa interna de retorno del proyecto (TIR), el valor anual equivalente o uniforme (VAE), el costo anual equivalente (CAE), el indicador de costo-eficiencia (C/E), el indicador costo-efectividad (ICE), entre otros.

Una vez obtenida alguna medida de rentabilidad del proyecto, bajo determinadas condiciones o escenarios futuros, se hace necesario observar y calcular qué ocurrirá con ésta cuando cambian algunos ítemes relevantes de beneficios y/o costos, dado que es imposible predecir el futuro con exactitud. Para ello, el proyecto es sometido a un análisis de sensibilidad o a un análisis de riesgo, de manera que las mediciones de rentabilidad entregadas por el análisis determinístico, sean ampliadas a rasgos de variación que entreguen más información a quienes toman decisiones.

Uno de los criterios es aplicar, a lo menos, análisis de sensibilidad simple o cruzada a los ítemes determinísticos de costos y beneficios, lo cual consiste en calcular cambios en la rentabilidad ante cambios

en algún ítem o conjunto de ellos, todo en términos porcentuales¹⁶. No obstante, se requiere analizar cuidadosamente las variables o ítemes a considerar para observar los cambios en el comportamiento de la rentabilidad, puesto que solamente tiene sentido el considerar aquellos que tengan impacto significativo en los resultados; o como puede darse en el extremo, que haga cambiar el sentido de la decisión, esto es, de rentabilidad positiva a negativa, o viceversa.

Otra opción es utilizar métodos de análisis de riesgo que ofrecen una variedad de modelos que permiten incluso trabajar con funciones de probabilidad de ocurrencia de ciertos ítemes de beneficios y/o costos (por ejemplo, precio del producto cobre, o costo del insumo petróleo), obteniéndose un conjunto de rentabilidades esperadas para el mismo proyecto. Hay variados métodos para introducir y analizar el riesgo de las mediciones de flujos de cada proyecto, desde definir rangos de variación de algunos ítemes de beneficios o de costos; utilizar el coeficiente de variación, castigar (aumentar) la tasa de descuento para la actualización de los flujos de caja, o asignar a las variables más importantes funciones estocásticas de comportamiento con lo cual se obtiene una distribución de probabilidades de la rentabilidad.

Entre las variables que determinan ítemes de beneficios y costos, hay algunas de naturaleza aleatoria más que otras, ya sea por el sector de actividad económica específico (actividad pesquera o agrícola, donde hay factores climáticos que tienen que ser tomados como datos para el análisis de proyectos; o la actividad de exploración de recursos petroleros, donde los resultados están sujetos a probabilidades de ocurrencia estudiadas)¹⁷, en cuyo caso se podrá tratar de estudiar el comportamiento de flujos futuros, en base a metodologías específicas.

Otra opción es trabajar con métodos específicos sobre análisis de incertidumbre, cuando no existe información sobre probabilidades

¹⁶ Estos se denominan coeficientes de elasticidad de la rentabilidad ante cambios en cada variable de beneficio o de costo.

¹⁷ Esto sin considerar la actitud al riesgo de los tomadores de decisión individuales.

históricas de ocurrencia de ítemes de beneficios y costos, o no es posible generarla. El tema del riesgo será tratado en el Capítulo 6.

3.2.10. Conclusiones y recomendaciones

Con esta actividad son rescatados los resultados más importantes y las delimitaciones de contexto y supuestos en base a los cuales fueron calculadas las diversas variables de beneficios y costos y, en consecuencia, las medidas de rentabilidad.

Se trata de emitir un juicio sobre la bondad del proyecto que se ha sometido a evaluación, fundamentado en los análisis anteriores, y sugerir una decisión que puede ser abandonarlo, postergarlo para un momento más propicio, o exigir un estudio más detallado, de mayor profundidad, o aceptarlo.

Además, es necesario dejar establecidas las restricciones más importantes que condicionan los resultados, y señalar todos aquellos ítemes de beneficios o costos que no fueron considerados en el cálculo de los indicadores de rentabilidad, ya sea por su ambigüedad o porque no fue posible cuantificarlos y/o valorizarlos.

3.3. Presentación del informe de proyecto

Para efectos de la presentación del documento que demuestra las ventajas o desventajas de llevar a cabo el proyecto de inversión que se ha evaluado –a nivel de perfil, prefactibilidad o factibilidad– su estructura considera algunos de los puntos tratados en la sección anterior a ésta, como partes del informe final. Adicionalmente, se sugiere anteponer al texto principal del informe un capítulo llamado Resumen y Conclusiones que resuma los resultados más relevantes en todas las actividades desarrolladas para llegar a la recomendación establecida en las conclusiones del proyecto.

La elaboración del informe del estudio de preparación debe reflejar de manera clara, precisa y directa cada uno de los pasos que se han considerado para la evaluación del proyecto. Una forma de ordenar y presentar el estudio es la indicada en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Estructura de presentación de un informe de proyecto industrial.

Estructura	Contenido
1. Resumen y conclusiones	Se presenta el objetivo y la justificación del proyecto, así como las conclusiones y recomendaciones. Se entrega de manera resumida el déficit de demanda que ha dado origen al proyecto, los aspectos principales del estudio técnico, los costos y beneficios del proyecto, las características principales de la entidad que estará a cargo del proyecto, la evaluación y el estudio financiero. Se finaliza con las principales conclusiones.
2. Identificación del problema	Se formula el problema de la manera más clara posible, identificando árbol de problemas, árbol de objetivos, y estableciendo un criterio de selección de solución(es) que será(n) elegida(s) como alternativa(s) del proyecto. Se recomienda incorporar mapa del área de estudio y de la zona de influencia.
3. Justificación, objetivos y alternativas del proyecto	Se describe cuidadosamente la situación actual, a partir del paso anterior, que presenta y caracteriza el problema que será resuelto por el proyecto. Se presenta esta realidad en forma cifrada, de manera de justificar las carencias con información concreta, y no entregar solamente el problema en forma cualitativa. Luego, son planteados claramente los objetivos del proyecto, identificando la situación sin proyecto (alternativa base optimizada), y las alternativas de proyecto, enfatizando cómo contribuirá cada una a dar respuesta (de manera total o parcial) a la situación problema mencionada. Se recomienda identificar en el mapa cada una de las alternativas de proyecto, identificando sus respectivas áreas de influencia.
4. Metodología de evaluación	Se especifica qué tipo de evaluación (económica, privada o social) se hará en el estudio y el porqué, la metodología particular a utilizar y los indicadores de rentabilidad que se calcularán. Es conveniente, además, incluir las delimitaciones de la evaluación, su alcance y resultados esperados, de manera de orientar al lector desde ya respecto del contenido del estudio, y no dejarlo para las conclusiones. Se recomienda incorporar gráficos a mano alzada, de curvas de demanda (o disposición a pagar) y oferta (o costo marginal) cuando sea posible, a fin de identificar a través de ellas las áreas correspondientes a la valoración de beneficios y costos, en particular las primeras.
5. Análisis de factibilidad	Se presenta detalladamente cada uno de los estudios mencionados en la preparación del proyecto: de mercado, técnico, legal -institucional - organizacional, financiero, ambiental, terminándose esta sección con el perfil del proyecto (disposición intertemporal de los beneficios brutos y costos para la evaluación).
6. Evaluación	Se presenta los antecedentes necesarios para el tipo de evaluación requerida (económica, privada y/o social), tales como horizonte de evaluación, tasa de descuento, justificación de ítems relevantes de beneficios y costos. Enseguida son presentados los indicadores de rentabilidad (VAN, TIR, otros). Se agrega análisis de sensibilidad y/o riesgo. Cuando corresponda, se hace análisis optimizante de la rentabilidad.
7. Conclusiones y recomendaciones	Son presentadas las conclusiones y recomendaciones del estudio, y se proporciona la información mínima necesaria para que quien deba decidir obtenga una visión objetiva del proyecto que se está sometiendo a juicio.
8. Referencias bibliográficas	Se incorpora las publicaciones consultadas, impresas o direcciones electrónicas.
9. Anexos	Son presentadas las informaciones estadísticas pertinentes a cada capítulo, o especificaciones técnicas

Bibliografía

- Cohen, E.; Franco, R. (1988). *Evaluación de proyectos sociales*. Buenos Aires: ILPES-ONU, Cides-OEA.
- Fontaine, E. R. (2008). *Evaluación social de proyectos*. México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- Lynch, P.; Manso, J.; Sepúlveda, F. y Márquez, J. (1999). *Liderazgo, inversión y toma de decisiones en educación*. Concepción: Ediciones Facultad de Educación, Universidad de Concepción.
- MIDEPLAN (1991). Preparación y presentación de proyectos de inversión. Departamento de inversiones. Santiago: Mideplan.
- MIDEPLAN (1992). Inversión pública, eficiencia y equidad. Departamento de Inversiones. Santiago: Mideplan.
- Sapag, N. (2007). *Proyectos de inversión, formulación y evaluación*. México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- Sapag, N.; Sapag, R. (2000). *Preparación y evaluación de proyectos*. Santiago: Mc Graw-Hill Interamericana de Chile.
- Sepúlveda P., F. (1995). "El proceso de evaluación de proyectos". *Informe Económico Regional (IER)* N° 21, Agosto. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Concepción.
- Torche, A. (1981). "Evaluación de proyectos tecnológicos: aspectos metodológicos". Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile. *Trabajo Docente* N° 32.
- Melnick, J. (1958). *Manual de proyectos de desarrollo económico*. Santiago: Naciones Unidas.

Capítulo 4

Criterios para la construcción del flujo de caja y sus componentes. Proyecto puro y proyecto financiado



ROSA AGUILERA VIDAL
FERNANDO SEPÚLVEDA PALACIOS

4.1. Introducción

La evaluación económica de proyectos permite determinar si conviene o no realizar un proyecto, es decir, si es o no rentable desde una óptica de racionalidad económica que determina el tipo de evaluación.

Los análisis de factibilidad de mercado, técnica, legal-institucional-organizacional, financiera y ambiental –realizados en la etapa de preparación del proyecto y vistos en el capítulo 3– generan la información necesaria para estimar los flujos esperados de beneficios y costos que se producirán durante la vida útil del proyecto, en cada una de las alternativas posibles, incluida la situación sin proyecto. Esto es, proporcionarán uno o más perfiles¹ de flujos de beneficios netos que estarán expresados en términos reales o moneda de igual poder adquisitivo.

La construcción de este perfil constituye la base para aplicar indicadores de decisión de inversión tales como el VAN (Valor Actual Neto), la TIR (Tasa Interna de Retorno) o el FAE (Flujo Anual Equi-

¹ El perfil del proyecto se refiere a la distribución intertemporal de los flujos netos generados por el proyecto.

valente), entre otros, y decidir según el criterio de decisión apropiado para cada uno de ellos.

Al momento de abordar la construcción del perfil será necesario determinar si se pretende construir el perfil para realizar la evaluación económica (evaluación del proyecto puro), y/o la evaluación financiera (evaluación del proyecto con su financiamiento incluido), cuestión que será presentada en la cuarta sección de este capítulo.

En consecuencia, el objetivo de la construcción del flujo de caja del proyecto para su evaluación es obtener las diversas distribuciones intertemporales de los flujos de beneficios netos asociadas a las alternativas generadas por el proyecto a lo largo de su vida útil.

4.2. Costos pertinentes y elementos de decisión para la construcción del perfil de un proyecto

El proceso de evaluación de un proyecto involucra comprender y manejar ciertos conceptos que son relevantes para la toma de decisiones y que inciden en la construcción de los flujos de beneficios y costos. Estos conceptos se refieren a elementos de costos para la toma de decisiones y a elementos de decisión para la construcción del perfil del proyecto.

4.2.1. Elementos de costos para la toma de decisiones

Los elementos que serán analizados en esta sección son genéricos, esto es, son aplicados a ítemes de costos y beneficios, aunque en el texto se mencione literal y mayormente a ítemes de costos.

Cuando se está evaluando un proyecto, lo que se pretende es tomar una decisión hoy sobre lo que puede acontecer en el futuro (en términos de beneficios y costos), si se lleva a cabo la iniciativa, versus si no; esto es, se está simulando un futuro a través de la estimación y proyección de los diversos ítemes en el período de vida útil del proyecto. En consecuencia, para ser relevante en una decisión, un costo o un beneficio tiene que estar afectando el futuro y no referirse al pasado. A estos conceptos se les conoce con el nombre de costos re-

levantados, que son definidos como aquellos costos futuros que serán diferentes según las diferentes alternativas.

Por lo tanto, un mismo flujo de ingresos por ventas, por ejemplo, para dos alternativas de proyecto deja de ser relevante porque no aporta un diferencial que haga a una alternativa obtener un mayor o menor ingreso que la otra; lo mismo para flujos de costos iguales. De lo anterior se deduce que los costos irrelevantes son aquellos que están ubicados en el pasado y/o que son iguales en las diversas alternativas, razón por la cual no son considerados como parte de los ítemes de beneficios y costos del perfil de proyecto.

Por otra parte, para que un costo sea pertinente tiene que estar asociado a una determinada decisión de inversión, esto es, los ítemes de beneficios y costos se identifican con cada decisión de inversión en particular y no tienen por qué ser los mismos identificados para otros tipos de decisiones. Cada vez que se evalúa un proyecto, es imprescindible saber claramente cuál es su objetivo y su alcance, de manera de facilitar el análisis de pertinencia de determinados ítemes de beneficios y costos. Así, en el caso de un productor cualquiera, no es lo mismo decidir entrar o no a un negocio (ejecutar o no un proyecto, con determinados beneficios y costos), que decidir si cierra o no (con otros distintos beneficios y costos, una vez que la inversión se ha ejecutado), o decidir si hacer crecer su negocio (con otros distintos beneficios y costos asociados ahora a la decisión de ampliar el negocio). Cada decisión involucra partidas diversas, lo que es pertinente para una, no tiene por qué ser pertinente también para la otra.

El criterio para determinar si un costo es o no pertinente es la evitabilidad de cada ítem de costos. De esta manera, habría que preguntarse si al tomar la decisión ese ítem se logra (beneficio) o se incurre (costo) o bien, si al no tomar la decisión ese ítem se evita. Por ejemplo, para la decisión de entrar o no al negocio, un costo que ya no se puede evitar y, por lo tanto es no pertinente para esa decisión, es el costo del estudio de factibilidad pues –se ejecute o no el proyecto– hay que pagar por dicho estudio². Otro ejemplo, para la decisión

² Note que además el costo del estudio es irrelevante pues está incurrido en el pasado.

de continuar o no en operación (cerrar o seguir con el negocio) no es costo pertinente el valor del permiso de instalación que sí se incluyó al momento de construirse la planta, pero que ahora ya pasó a ser inevitable para la decisión de seguir adelante con el negocio. Así, los costos evitables son aquellos flujos que sí se pueden evitar al no tomar una decisión (o sí tienen que ser imputados al tomar la decisión), mientras que los costos inevitables son los no recuperables asociados con esa misma decisión.

Por último, cada vez que se esté trabajando con conceptos de costos en análisis económico de inversiones, se estará trabajando con el concepto de costo de oportunidad o costo alternativo, que se define como la mejor alternativa desechada, esto es, como el sacrificio de recursos en que se incurre hoy (ahora) al tomar una decisión determinada (que afectará el futuro), en lugar de destinar dichos recursos a la mejor de las alternativas que se dejan de lado. Por lo tanto, el monto del costo de oportunidad a imputar al proyecto depende de si se toma o no la decisión y de las alternativas de acción que tenga el inversionista, incluida la opción de no hacer el proyecto (situación sin proyecto).

Trabajar con flujos de costos valorados a su costo de oportunidad significa que cada vez que se utiliza un recurso escaso, se requiere valorar su uso en lo que se deja de ganar por utilizar dicho recurso en el proyecto y no en su mejor uso alternativo, independiente de que se hubiese hecho un desembolso de dinero por utilizarlo y aunque el recurso sea o no propiedad del inversionista. Necesariamente, se le debe imputar un costo puesto que se trata de un bien económico (y no de un bien libre) que se debe valorar el costo del sacrificio real que implica destinar los recursos al proyecto.

4.2.2. Algunas precisiones conceptuales para la construcción del flujo de caja de un proyecto de inversión

Una vez clarificados los conceptos de costos (y beneficios) que se manejarán en el estudio de un proyecto como aquellos ítemes relevantes, pertinentes y económicos, serán presentados en esta sección

aquellos elementos que es necesario considerar en la construcción del flujo de caja o perfil del proyecto.

a) El primero de ellos se refiere a las características o requisitos que tienen que cumplir los flujos de beneficios y costos (denominados comúnmente como ingresos y egresos de operación en proyectos privados) dispuestos en cada uno de los períodos considerados en el horizonte de evaluación que tienen que ser líquidos, esperados y diferenciales.

Se entiende por flujos líquidos a todos los que son expresados en dinero o flujos de efectivo, y no se toma en cuenta aquéllos incurridos o devengados por concepto de ventas o compras a crédito o similares. Una convención sobre el tratamiento de los costos y beneficios como flujos líquidos se refiere a que el perfil se construye “como si” todos los flujos fueran líquidos en el momento del tiempo en que se asigna su realización, al comienzo o final de un periodo, esto suponiendo un contexto de evaluación privada, bien se trate de proyecto puro o financiado³. Esto porque detrás de cada flujo líquido está el concepto de costo de oportunidad de los flujos expresados en efectivo (valor de dinero en el tiempo). Por otra parte, los flujos de efectivo o de caja (beneficio o costo) se registran en el momento en que ocurren efectivamente, y no de una “promesa” de pago o de compra.

En segundo lugar, como los flujos corresponden a momentos en el tiempo que están ubicados en el futuro, tendrán la categoría de flujos esperados y en ningún momento se hablará de flujos ciertos, es decir, se está trabajando con estimaciones y proyecciones de beneficios y costos, que pueden o no cumplirse cuando se ejecute el proyecto; por lo que estarán sujetos a márgenes de variabilidad. Una conclusión que se desprende de ello es que los flujos “incurridos” ya no tienen importancia cuando se estudia una decisión que por definición está referida al futuro.

³ Sin embargo, si se hace referencia a todo tipo de evaluación, entonces en la construcción del perfil no se puede ignorar la diferencia entre la fecha de realización del costo o beneficio y su fecha de pago.

Por último, los flujos a considerar en la evaluación son de carácter diferencial, esto es, refieren al incremento positivo o negativo (diferencia) entre los flujos de la situación con proyecto versus la situación sin proyecto, incluidas todas las alternativas de proyecto.

b) El segundo elemento relevante es el Monto de la Inversión, referido a flujo(s) de costos que irá(n) situado(s) al inicio del horizonte de tiempo durante la fase de ejecución o inversión del proyecto. Se compone del valor de los bienes de capital (activos fijos, obras físicas, equipamiento, etc.), terrenos, el valor del capital de trabajo y el valor de cualquier otro recurso que represente inversión necesaria para la operación posterior del proyecto (por ejemplo gastos de organización).

El monto total de inversión se estima generalmente en base a la proyección de los desembolsos que ocurrirán durante la fase de ejecución y que se resumen en el valor de la Inversión Inicial en el momento “cero”, momento que correspondería al inicio del primer periodo de vida del proyecto, con un horizonte futuro caracterizado por flujos de beneficios netos. Por lo tanto, el valor de la inversión inicial en el momento cero es una simplificación y de ninguna manera explica que el monto corresponde sólo a ese momento o que el período de maduración de la inversión es instantáneo⁴.

En otras palabras, el período de inversión se asocia a todos aquellos períodos de tiempo que van desde que se inicia el primer desembolso a que da origen la ejecución del proyecto hasta el momento de operación o funcionamiento del proyecto, en que el proyecto genera beneficios y costos de operación.

Cabe mencionar que al final de la vida útil del proyecto es probable que se recupere una parte del valor de los bienes de capital invertidos al inicio (que se asimilará a activos fijos), lo que se denotará en el último período como Valor de Recuperación Económico (VRE) de

⁴ Esto es interesante destacarlo, porque si bien este supuesto no afecta al cálculo del VAN, sí afecta al cálculo de la TIR, donde es necesario considerar todos los períodos desde el momento en que el proyecto se empieza a construir.

los activos fijos, que tiene que ser estimado por el valor de mercado que en ese momento éstos tengan. El valor de mercado no tiene que confundirse con el “valor libro” de los activos fijos de los libros de contabilidad. También, al final de la vida del proyecto, se recupera el valor del capital de trabajo, puesto que se llega a la fase de abandono del proyecto. Por último, es necesario considerar el valor económico de los terrenos incluidos en la inversión inicial.

c) Un tercer elemento es la Dimensión Temporal presente en la evaluación. Esta se refiere a los momentos en que se generarán los ítems de beneficios y costos desde el inicio del período de inversión o ejecución hasta el término del horizonte de evaluación, cuestión que facilita ser analizada en función de un calendario de inversiones y un programa de producción. Por convención los flujos se medirán en un momento específico dentro del horizonte de planificación, al final o a inicios de cada período, aun cuando se está consciente de que no necesariamente esto se cumple en la realidad. Su justificación radica en que se gana operatividad de cálculo, aunque se pierda exactitud. Adicionalmente, ello se hace con un criterio conservador que supone registrar los costos a inicios de cada período (inversión y reinversiones de haberlas) y los beneficios al final de cada período.

Este elemento es fundamental cuando se prepara un proyecto, primero por el costo de oportunidad de los fondos (valor del dinero en el tiempo y segundo porque la especificación del período de vida útil de la inversión incide en la rentabilidad del proyecto, a través del cálculo de indicadores de decisión.

Lo anterior implica estudiar el horizonte de evaluación con prudencia y criterios técnicos relativos a: i) vida de diseño de los equipos principales (vida de catálogo); ii) vida tecnológica del proyecto (obsolescencia de productos y/o procesos); iii) vida funcional del proyecto (existencia real de repuestos y servicios de asistencia técnica que aseguren que los bienes de capital funcionen); iv) vida económica del proyecto; v) factores de beneficios y costos que dependen del tiempo calendario; vi) valor de recuperación económica del proyecto (que sirve para compararlo con el valor presente de los flujos futuros con

finés de identificar el año en que ya no será conveniente permanecer en el negocio, y por lo tanto establecer allí la fecha de fin), entre otros.

d) El cuarto elemento es el Riesgo: desde el momento en que el proyecto de inversión se sitúa en el futuro –que está caracterizado por la incertidumbre– lleva asociado un riesgo que dependerá de cuán impredecibles sean las variables que inciden en la rentabilidad del proyecto. Aquí cabe mencionar dos puntos: el primero dice relación con la actitud al riesgo de la persona que decide llevar a cabo una inversión y que es uno de los atributos del perfil del inversionista, quien no tan sólo combina los factores productivos e insumos, que está permanentemente mirando hacia el futuro y hacia el entorno (visión estratégica), y que está preocupado de la innovación tecnológica en productos y procesos, sino que además debe asumir el riesgo del negocio, por lo cual obtendrá una determinada rentabilidad.

El segundo punto es que no resulta fácil incorporar el elemento riesgo en el estudio de preparación de un proyecto, puesto que éste depende de factores subjetivos, y de otros exógenos al proyecto. Por una parte están los factores subjetivos asociados al inversionista, a la mesa del directorio de una empresa (tomadores de decisión) que exigen una determinada prima por riesgo a la rentabilidad esperada del proyecto, según su propia visión del negocio y de su grado mayor o menor de preferencia al riesgo. Por otra parte, están los factores exógenos al proyecto de la más variada naturaleza, tales como turbulencias de los mercados del producto y de los insumos, volatilidad de precios de productos estratégicos para el proyecto, estrategias de juego relacionadas a la competencia del proyecto, factores geopolíticos internacionales que inciden en estabilidad del sistema económico mundial, cambios de hábitos de los consumidores, inversiones programadas en mercados de productos sustitutos, entre otros.

Una de las formas que se ha propuesto para considerar el riesgo asociado a la carencia del conocimiento de la información futura, es utilizando una metodología de evaluación de proyectos de tipo estocástica, donde el resultado de la evaluación no consiste en un valor determinístico del VAN (al cual posteriormente hay que aplicarle aná-

lisis de sensibilidad), sino en un VAN esperado ($E([VAN])$), resultante de haber integrado al análisis de cálculo de los flujos y, por lo tanto, del indicador de rentabilidad, los rangos de variación de las variables relevantes a través de distribuciones de probabilidad específicas.

e) El quinto elemento se refiere a las Alternativas de proyecto: cada vez que se evalúa un proyecto, a lo menos se tiene una situación sin proyecto (alternativa cero o situación base optimizada), que indica lo que hubiera pasado en el horizonte de evaluación si no se lleva a cabo el proyecto, y que es distinto a no hacer nada, como a veces se piensa.

Si se trata de una empresa en marcha, la situación sin proyecto tendrá que ser optimizada incorporándole todos los cambios requeridos para que funcione eficiente y eficazmente, esto incluye los que están aprobados así como algunos cambios adicionales que haya que hacer y que signifiquen modificaciones que afectarán a variables relevantes para el proyecto, sin que ello sea una inversión que involucre un proyecto distinto y separable.

Si se trata de un negocio nuevo, sin que exista previamente una empresa, la situación sin proyecto queda representada por el mejor uso sacrificado de los fondos si se decide no hacer el proyecto, en función de la cartera de posibles negocios para el inversionista. Este mejor uso puede ser una tasa de interés de depósitos en alguna institución financiera, la TIR de otro proyecto, la rentabilidad de instrumentos financieros disponible y accesible, etc. Lo importante es que se considere la mejor alternativa desechada (sacrificada) para hacer la comparación.

Además de la situación sin proyecto, están las alternativas de proyecto que principalmente son de tipo técnicas, tales como alternativas de tamaño, de localización, de procesos productivos, y con las cuales se comparará la situación sin proyecto.

En consecuencia y a manera de resumen de lo que son las alternativas y cómo hay que analizarlas, la decisión de hacer un proyecto debe significar que esos fondos son rentables en este proyecto (comparar el con proyecto versus el sin proyecto) y, además, que son más rentables que en cualquier otro (comparar el proyecto con otras ini-

ciativas de inversión ya aceptadas). Esta idea ratifica el análisis diferencial que es necesario realizar al momento de tratar con las alternativas, ya mencionado en la parte a) de esta sección.

4.3. Componentes relevantes para la construcción del perfil de un proyecto y su significado

En esta sección son presentados los términos utilizados en la construcción del flujo de caja de un proyecto, en un lenguaje simple y directo para estos fines. No se trata de profundizar en cada término con todas las acepciones posibles, sino de acotarlos al objetivo de interés en este libro, aunque sí se incluirá explicaciones analíticas cuando el término lo amerite.

Aunque hasta ahora se ha considerado conceptos económicos; de todos modos, inevitablemente se debe utilizar en la construcción del flujo de caja acepciones contables y financieras, dado que, por una parte, en la práctica de la evaluación de proyectos son utilizadas clasificaciones contables para los ítemes de ingresos (beneficios) y costos, que ya están internalizadas en la formación y visión tradicional de los que preparan proyectos y de los analistas de mesas de dinero de las instituciones financieras. Por otra parte, la última sección de este capítulo incorpora el análisis metodológico para la construcción del perfil pertinente para evaluar un proyecto según el tipo de evaluación que se esté desarrollando.

4.3.1. Inversión

En términos generales se reconoce como tal cualquier sacrificio económico de recursos que se realiza en un momento determinado con el objeto de obtener beneficios a lo largo del tiempo. De esta manera constituye inversión cualquier inmovilización de recursos en un momento determinado con el fin de generar beneficios durante el horizonte de evaluación del proyecto.

En el ámbito de la evaluación económica de proyectos, es posible identificar inversiones asociadas al inicio de la vida de un proyecto

así como inversiones que se realizan durante el período de operación de éste.

Respecto de las primeras inversiones durante la fase de ejecución del proyecto, normalmente se las reconoce en conjunto como Inversión Inicial, y corresponde al valor de todos los recursos con los cuales haya que contar antes de iniciar la etapa de operación normal del proyecto.

Entre los tipos de inversión inicial destacan:

- Inversión en infraestructura física, con vida útil definida o limitada, lo que normalmente se identifica como bienes de capital, y su característica principal es que por tener vida útil limitada obliga a considerar futuras reposiciones o reemplazos, además de consideraciones tributarias en el caso de que el proyecto sea ejecutado por inversionistas que constituyen sujeto tributario. Se trata de las reinversiones necesarias para que el proyecto funcione, como por ejemplo, los equipos computacionales, los vehículos y otros que tienen menor vida útil que el proyecto.
- Inversión en capital de trabajo, debido a que en el desarrollo de las actividades de operación normalmente se produce un desfase entre ingresos y gastos operacionales, lo que hace necesario mantener un monto permanente de recursos inmovilizados durante la vida del proyecto para garantizar la viabilidad financiera de éste.
- Inversión en activos intangibles, tales como gastos de organización o patentes, entre otros, que, sin tener un respaldo físico, obligan a la inmovilización de recursos como gastos y/o costos de inversión necesarios para la operación futura del proyecto.
- Inversión en activos de muy larga vida útil o de vida útil indefinida como son, por ejemplo, los terrenos.

Por otra parte, cuando se analiza la inversión en proyectos, no sólo existe la inversión inicial, pues adicionalmente, dependiendo de la naturaleza de las inversiones iniciales, de la naturaleza del proyecto y del horizonte de planificación, es probable que se requiera

inversiones durante la operación del proyecto, que corresponden a renovaciones y reemplazos de activos y ampliaciones destinadas a cubrir la capacidad instalada ociosa que en algunos casos podrían requerir incluso capital de trabajo adicional.

4.3.2. Beneficios netos

Esta componente está constituido por el valor de los beneficios netos o flujos netos asociados a cada período de operación del proyecto y corresponde a la diferencia entre beneficios menos los costos, ambos, tanto los costos como los beneficios, se pueden descomponer en flujos operacionales y no operacionales.

Las primeras corresponden a la componente principal de los flujos generados periódicamente por la actividad que constituye el objetivo del proyecto y los no operacionales, a aquéllos generados por actividades complementarias o necesarias tales como las ventas de subproductos o desechos, o los beneficios y costos generados por la liquidación de activos, o cualquier otro flujo no relacionado con la producción del bien o servicio generado por el proyecto.

4.3.3. Depreciación

Asociado a la inversión, y en particular a las inversiones en bienes de capital, existe un ítem que, aunque no está directamente presente en el flujo de beneficios netos, podría generar flujos que deben ser considerados en la evaluación, dependiendo del inversionista y su situación tributaria, éste es la depreciación.

La depreciación es una regularización contable que refleja convencionalmente la pérdida de valor de un bien de capital o de un activo fijo o, más precisamente, la distribución del valor de ese activo como gasto en un número de períodos autorizado por la legislación tributaria vigente y, por lo mismo, no constituye movimiento de efectivo. No obstante, al ser reconocido como gasto tributario para efectos del cálculo de impuestos, afecta el cálculo de la rentabilidad, porque el pago de impuestos se modifica en relación a una situación sin

depreciación, afectando al flujo de caja de cada período. De manera tal que en todos los casos donde el proyecto sea ejecutado por un inversionista que debe pagar impuestos a las utilidades, el monto del gasto por depreciación imputable a cada período genera un menor pago de impuestos para ese período, situación que beneficia directamente al inversionista y que, obviamente, no está disponible para quienes no generen utilidades afectas a impuestos (salvo que dichas pérdidas pueden rebajarse de utilidades posteriores).

4.3.4. Valor de recuperación económica de los activos

La mayor parte de los activos tienen un valor de mercado en cualquier momento del tiempo, al que se le denomina valor de recuperación económica. Se trata del valor estimado de venta de los activos cuando éstos se dejan de utilizar en el proyecto, y deben imputarse al período en el que se estima se venderán. Al respecto, en los diferentes textos o referencias a este valor se suele encontrar una gran cantidad de conceptos que se utilizan como sinónimos, tales como valor residual, valor de desecho, valor de liquidación, valor de Recuperación. Más allá de los diferentes nombres, hay que ser cuidadoso con la determinación de este valor, dejando establecido muy claramente que independiente del concepto que se utilice, se trata de la estimación del valor que se podrá obtener por la venta del bien usado en el momento en que se deje de utilizar en el proyecto y quede disponible para otro uso.

4.3.5. Horizonte de evaluación

Para evaluar un proyecto es necesario definir un horizonte de tiempo, que en algunas referencias se denomina horizonte de planificación del proyecto, que corresponde al periodo que se utilizará para efectos de la evaluación y dentro del cual se definirá la periodicidad de los flujos para construir el perfil del proyecto, y a cuyo término habrá que imputar costos o beneficios generados por las actividades asociadas al abandono o término del proyecto.

4.3.6. Amortización e intereses

La inversión e incluso algunas partidas de operación pueden tener acceso a distintas alternativas de financiamiento con sus respectivos costos, que pueden ser exclusivamente financieros, como la tasa de interés cuando se pide un préstamo, o bien de otra naturaleza, como cuando es necesario modificar la localización para hacerse acreedor a un determinado tipo de beneficio (por ejemplo, subsidio de Gobierno a la inversión en una determinada región).

El tema de alternativas de financiamiento es muy relevante cuando se trata de evaluar la rentabilidad del proyecto para un inversionista determinado. Usualmente se acostumbra a separar el financiamiento en dos tipos de fuentes, dando lugar a una estructura con una combinación entre capital propio y capital prestado. Es relevante cuando se analice la evaluación del proyecto financiado, en la sección siguiente, pues una tarea de la evaluación económica es seleccionar la mejor alternativa de financiamiento del proyecto.

Indudablemente si existe financiamiento externo para el proyecto asociado a préstamos, existirán intereses y amortizaciones que constituirán flujos negativos por concepto de pago del capital prestado y costos del servicio de la deuda, respectivamente, en los períodos asociados a su vencimiento, ítemes relevantes en el caso del proyecto financiado, como se apreciará en la cuarta sección de este capítulo.

4.3.7. Costo de capital

Corresponde a la tasa que refleja el costo de oportunidad de los fondos empleados en el proyecto, y aunque puede no constituir un flujo explícito como ítem para calcular el perfil del proyecto, constituye un costo imputado por representar el valor, expresado como tasa, de lo que obtendrían dichos fondos en su mejor uso alternativo. Será la tasa que normalmente se utilizará para establecer las equivalencias financieras que requiera la aplicación de los distintos criterios de decisión; normalmente puede ser identificada como la tasa de descuento o la tasa de capitalización, según el criterio que se esté utilizando.

4.3.8. Impuestos a las utilidades

Corresponde al flujo de efectivo que el proyecto pagará por concepto de impuesto a la renta proveniente de las utilidades positivas del proyecto. Su cálculo se determina de acuerdo a la ley tributaria vigente.

En síntesis, los conceptos considerados en el análisis anterior permitirán estructurar y calcular el perfil del proyecto: egresos de fondos iniciales generados por la inversión (costos), los ingresos y egresos (beneficios y costos) generados a lo largo de la vida del proyecto (operacionales y no operacionales). Cada uno de estos ítemes se registrará en el momento en que ocurren. Por convención se establece que deben ser flujos de efectivos en cada período e imputables al proyecto. No obstante, para comprender los ítemes de beneficios y costos que deberán ser incluidos en cada perfil, es necesario previamente comprender el tipo de evaluación (económica o privada) del proyecto que se desea realizar, lo que será presentado en la siguiente sección.

4.4. Construcción del flujo de caja: ¿proyecto puro o proyecto financiado?

4.4.1. Tipos de evaluación

Las referencias comunes a evaluación de proyectos consideran los conceptos de Evaluación Privada, Evaluación Financiera, Evaluación Económica y Evaluación Social, siendo común la contrastación entre Evaluación Privada y Evaluación Social en torno a proyectos específicos como objeto de evaluación.

Al analizar la metodología empleada en estos distintos tipos de evaluación se concluye que para todas ellas se aplican criterios de decisión semejantes. Cuando existe posibilidad de valorar los beneficios, se aplica un análisis costo-beneficio, aunque con distintos objetivos: por una parte, la evaluación para un inversionista específico se asocia con el concepto de evaluación privada, por otra la evaluación del proyecto independiente de quien lo realice es asociada al concep-

to de evaluación económica y, por último, la evaluación del proyecto desde el punto de vista del país es conocida como evaluación social⁵.

Lo que caracteriza a cada evaluación es su objetivo, determinado por el agente para el cual se evalúa el proyecto y que condiciona las variables que se utilizan para tomar una decisión de inversión. Así, por ejemplo, si se trata de evaluación privada interesa el valor de los beneficios y costos relevantes para la(s) persona(s) natural(es) o jurídica(s) involucrada(s) como inversionista(s) en el proyecto, porque el objetivo es incrementar su riqueza, que depende de los precios de mercado de productos e insumos; mientras que si se trata de un agente público el objetivo es maximizar el bienestar nacional que depende de la valoración para el país de las variables de beneficios y costos.

Lo que cambia en cada caso, de acuerdo con los objetivos de la evaluación, son los criterios o normas básicas (tales como la normati-

⁵ La Evaluación Social concibe al proyecto como una inversión real que requiere ser estudiada desde el punto de vista de la conveniencia del país. Se trata de evaluar el flujo de recursos reales invertidos en el proyecto, desestimando las transferencias (créditos y préstamos, así como los pagos de impuestos que sí interesan al inversionista privado), con una visión económica (lo de "social" no significa que se evalúe el proyecto desde la visión de alguna disciplina de las ciencias sociales, como por ejemplo, la sociología o la antropología) y desde el punto de vista del ingreso nacional. Así, se compara la situación sin y con proyecto pero ahora analizando el efecto del proyecto sobre el bienestar del país. La diferencia entre la evaluación privada y social radica en el contexto en el cual se realiza la evaluación, es decir, de la forma como se definen los costos y beneficios. Mientras la primera incorpora los beneficios y costos que afectan sólo al privado, la segunda corrige los precios privados por precios sociales para reflejar los efectos positivos o negativos provocados por el proyecto para los restantes miembros de la sociedad. Es así que ambas difieren ya sea por la existencia de distorsiones en la economía, tales como intervención estatal discriminatoria en mercados eficientes (impuesto o subsidios o aranceles específicos, entre otros), o estructuras de mercados de competencia imperfecta (monopolio, oligopolio, competencia monopolística), ya sea porque no siempre todos los costos y beneficios generados por el proyecto son captados por el ente que ejecuta el proyecto (externalidades y bienes públicos). De allí que los precios de mercado no necesariamente reflejan los costos y beneficios sociales y deben ser corregidos para determinar la conveniencia social de un proyecto.

va, procedimientos o definiciones que algunas instituciones privadas o públicas pueden establecer para determinar lo que es beneficio o costo) utilizadas para la identificación, medición y valoración de los efectos del proyecto en términos de costos y beneficios, en particular los criterios de valoración. Lo que cambia es la forma en que se definen costos y beneficios.

La evaluación económica consiste en construir un perfil de flujos del proyecto desde una perspectiva que se podría identificar como neutra, esto es, considerar los flujos del proyecto *per se*; para llegar a esta concepción habría que considerar al proyecto como una fuente de beneficios y costos (de allí su nombre, evaluación económica) independientemente de cómo se financie, que la hace conocida como evaluación del proyecto puro. Mientras que en la evaluación privada, estos flujos son asociados al concepto de utilidades financieras o flujo de caja que representarán los ingresos o egresos netos de cada período.

La evaluación de un proyecto de inversión requiere comparar la situación sin proyecto (lo que hubiera ocurrido a futuro, de no llevarse a cabo el proyecto) con la situación con proyecto (lo que ocurrirá en el futuro ahora que se piensa en llevar a cabo el proyecto), comparación que debiera considerar igual número de períodos para todas las alternativas de proyectos consideradas, y luego emitir un juicio sobre la mejor alternativa.

Acá se refiere a la evaluación ex-ante que se realiza cuando se desea saber si será conveniente o no realizar una determinada inversión para obtener ciertos beneficios netos por un período determinado, con fines de toma de decisiones. La evaluación ex-ante se diferencia de la denominada evaluación ex-post, en que esta última se realiza durante el período en que la inversión se ha ejecutado o cuando el proyecto ya está en operación o después que ha concluido, para retroalimentar los procedimientos de estimación y proyección de variables utilizados en la evaluación ex-ante.

4.4.2. Evaluación económica de un proyecto

La evaluación económica –también denominada evaluación del proyecto puro– tiene como objetivo determinar el rendimiento del proyecto en términos de los flujos reales de bienes o servicios producidos y flujos reales de recursos utilizados en la producción. Para construir el flujo requerido por esta evaluación, se concibe al proyecto como la fuente de beneficios y costos que ocurren en distintos períodos en el tiempo, durante la vida útil del proyecto. Con esta evaluación se intenta emitir un juicio sobre la conveniencia de ejecutar el proyecto *per se*, es decir, el resultado obtenido es la rentabilidad de la inversión, independiente de quien la ejecute.

Es lo que ocurre, por ejemplo, en las evaluaciones realizadas para un banco de proyectos, en éstos se puede encontrar una serie de proyectos de inversión evaluados a nivel de perfil, para los cuales se ha utilizado una tasa de descuento promedio de mercado, o la de un sector determinado, o varias tasas de mercado y no la tasa de descuento de algún inversionista específico, con el objeto de seleccionar los límites mínimos de tasa para las que los proyectos sean rentables. Luego, cada potencial inversionista evaluará si a él le conviene o no alguno de estos proyectos, considerando una tasa de descuento pertinente para él y sus alternativas de financiamiento, que incluyen la posibilidad de capital propio; en este caso se obtendría el proyecto puro para ese inversionista. Es bastante frecuente que, como la mayor parte de las evaluaciones se hace a instancias de un inversionista determinado, se utilice la tasa de ese inversionista para realizar la evaluación del proyecto puro, y lo que se obtiene es el proyecto puro para ese inversionista. Hecha esta aclaración, en lo sucesivo se hará referencia a esta interpretación de evaluación económica pura, cuando no se diga lo contrario.

Por lo tanto, se requiere que en la cuantificación de los costos y beneficios no se consideren aspectos financieros, o alternatively, se proceda bajo los supuestos de que, primero, todas las compras y ventas son al contado (en flujos de efectivo, sin que hayan compromisos por cobrar o por pagar), y segundo, que todo el capital que se

utilice para hacer la inversión sea propio, no existiendo capital prestado ni otro tipo de financiamiento.

Esta evaluación es utilizada por las instituciones de crédito para evaluar si el proyecto es conveniente como negocio en términos puros, y que sus flujos sean capaces de financiar amortizaciones e intereses de un préstamo determinado otorgado por aquéllas. La función a maximizar comprende, bajo este esquema, el valor presente de los beneficios económicos netos del proyecto valorizados a precios de mercado, considerando como tasa de descuento una tasa de costo de capital que corresponde al costo de oportunidad del capital propio pertinente para el inversionista, o para un determinado sector de inversión (forestal, ganadero, comercial, construcción, entre otros), considerando el riesgo del negocio, su propia actitud al riesgo y las alternativas de inversión que se le presenten a él en particular (tasas de rentabilidad de otros proyectos, de instrumentos financieros, de depósitos, etc.).

4.4.3. Evaluación financiera del proyecto

La evaluación financiera del proyecto corresponde a la evaluación del proyecto financiado, esto es, la evaluación económica del proyecto desde el punto de vista del inversionista, incluyendo las alternativas de financiamiento que éste utilizará. En este caso, la construcción del perfil del proyecto debe considerar en cada período las modificaciones al flujo puro originadas por el tipo de financiamiento que se utilice y su costo. Aquí se concibe al proyecto como el origen de un flujo de fondos provenientes de ingresos y egresos de caja que ocurren durante el horizonte de análisis del proyecto.

Incorpora los flujos financieros pertinentes al proyecto, tales como préstamo, cuotas de amortización e intereses (además de período de gracia si lo hubiera) y cualquier otra componente de naturaleza financiera, como podría ser un subsidio o una determinada franquicia con impacto financiero como los créditos verdes⁶. En consecuencia,

⁶ Un crédito que considera incentivos especiales cuando el proyecto tiene impactos favorables al medio ambiente.

considera la separación entre capital propio y capital prestado, obteniéndose como resultado la rentabilidad del capital propio invertido en el proyecto. Con la suma de las modificaciones que generan los flujos financieros a los flujos puros, se intenta determinar si los flujos de caja son suficientes para cancelar la deuda, sus costos y además obtener rentabilidad al capital propio del inversionista.

La función a maximizar comprende, bajo este tipo de evaluación, el valor presente de los flujos netos de caja del proyecto valorizados a precios de mercado, incorporando la estructura de financiamiento del proyecto y considerando como tasa de descuento una tasa de costo de capital pertinente para el inversionista para quien se está evaluando el proyecto.

Por lo tanto, para construir el flujo de caja, es necesario determinar si la evaluación que se pretende realizar corresponde a la evaluación del proyecto puro o del proyecto financiado.

La Figura 4.1. indica los elementos del perfil de un proyecto convencional correspondientes a evaluación económica y a evaluación del proyecto financiado.

Figura 4.1. Perfil del proyecto puro y del proyecto financiado.

1) Proyecto puro: rentabilidad de la inversión

Períodos	0	1	2	.....	n
Item	-I I (AF + KT)				+VRE _{AF} + KT
		+BB ₁	+BB ₂		+BB _n
		-C ₁	-C ₂		-C _n
		-t ₁	-t ₂		-t _n
Flujo Neto	-I I	+BN ₁	+BN ₂		+BN _n

2) Proyecto financiado: rentabilidad del capital propio

Períodos	0	1	2	.....	n
Item	-I I (AF + KT)				+VRE _{AF} + KT
		+BB ₁	+BB ₂		+BB _n
		-C ₁	-C ₂		-C _n
	Prést.	(-A-i) ₁	(-A-i) ₂		(-A-i) _n
		-tt ₁	-tt ₂		-tt _n
Flujo Neto	-KP	+BN' ₁	+BN' ₂		+BN' _n

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes presentados en el capítulo 4.

Donde: I = inversión inicial, AF = activos fijos, KT = capital de trabajo, BB_j = beneficios brutos de cada período "j", C_j = costos de operación de cada período "j", t_j = impuestos a las utilidades del proyecto puro en cada período "j", VRE_{AF} = valor de recuperación económica del activo fijo, BN_j = beneficio neto del proyecto puro en cada período "j", Prést. = préstamo, A_j = cuota de amortización del préstamo en cada período "j", i_j = pago de intereses del préstamo en cada período "j", tt_j = impuestos a las utilidades del proyecto financiado en cada período "j", KP = capital propio, BN'_j = beneficio neto del proyecto financiado en cada período "j".

4.4.4. Métodos para la construcción del perfil de un proyecto

Para proceder a la construcción del perfil de flujos generados por un proyecto existen dos métodos, el financiero⁷ y el contable.

El primero, método financiero o método directo o método de flujos en efectivo consiste en identificar todas las partidas de flujos de fondos, entradas o salidas, que ocurran a lo largo de la vida del proyecto, para construir un cuadro u hoja de trabajo que contendrá sólo flujos en efectivo, en este cuadro no habrá partidas que no representen movimiento de efectivo; por lo tanto, al sumar los flujos proyectados para cada período, se obtendrá el flujo de caja para el

⁷ Se trata de un método de construcción del perfil aplicable a los distintos tipos de evaluación que no tiene que ver con la forma de financiamiento que se utilice. Se aclara que el término financiero aludido no tiene que ver con el financiamiento de un proyecto.

proyecto puro o de utilidades financieras para el proyecto financiado que representan –en uno y otro caso– el perfil de proyecto.

El segundo, método contable o indirecto, utiliza el estado de pérdidas y ganancias contable para calcular, a partir de un estado de resultados pro forma⁸ para cada período de vida del proyecto, los flujos de caja del perfil. Esto se logra una vez que se ha determinado la utilidad neta contable después de impuestos. Luego, se procede a realizar una serie de ajustes que transforman la información base contable en un informe final financiero que permitirá identificar los beneficios netos del perfil, que indudablemente serán los mismos que se obtendrán con el método anterior.

A continuación se presenta un sencillo ejemplo –Ejemplo 4.1.– que constituirá la base para explicar, utilizando los dos métodos, la construcción del perfil que se utilizará tanto en la evaluación del proyecto puro como en la evaluación del proyecto financiado.

Ejemplo 4.1. Suponga que se pretende evaluar un proyecto de adquisición de un nuevo equipo de refrigeración que tiene un costo en inversión de 6.000 u.m.⁹, dura 3 años, genera costos de operación anuales por 2.000 u.m. y se puede vender al final de su vida útil en 1.000 u.m.

Este equipo permitirá un incremento en los ingresos anuales por 5500 u.m. en los próximos tres años y la tasa de impuestos a las utilidades a que está afecto el proyecto es de 15% anual (porcentaje arbitrario).

Existe un inversionista interesado en este negocio que dispone de un capital propio de 4.000 u.m. que actualmente tiene invertido en fondos mutuos que le rinden un 10% anual, y puede pedir créditos al 12% de interés anual real. El crédito lo debe pagar en tres cuotas iguales que incluyan amortización e intereses.

⁸ Un estado de resultados pro forma es una proyección que muestra cómo será el estado financiero al considerar una serie de supuestos de comportamiento futuros.

⁹ u.m. = unidades monetarias.

Paso 1. Ejemplo 4.1. Construcción del perfil para la evaluación económica (proyecto puro)

Para la construcción del perfil del proyecto puro se considera que el proyecto es una fuente de costos y beneficios que ocurren en distintos períodos. Se supone que todas las compras y ventas son al contado riguroso y se desestima el problema financiero, suponiendo que todo el capital es propio.

Esto significa, entonces, que para la construcción del perfil del proyecto puro no se requiere información sobre el inversionista, aunque sí sobre la realidad a que el proyecto llega. No interesa si el inversionista tiene o no recursos porque no se consideran flujos financieros.

Paso 2. Ejemplo 4.1. Construcción del perfil del proyecto puro según el método financiero o de flujos en efectivo

Se construye una hoja de trabajo o planilla de cálculo –Tabla 4.1.– que utilice una concepción de flujos de efectivo, recurriendo a la contabilidad sólo para conocer y calcular los impuestos que corresponden a cada período.

El objetivo de la construcción de este perfil es calcular el valor total de los beneficios netos generados por la adquisición y operación del equipo para cada período en el horizonte de evaluación. Esto obliga a considerar los impuestos, y como éstos no son un dato disponible de manera explícita, la única forma de conocerlos es recurrir a un estado de resultados pro forma, esto es, estimar o proyectar los resultados tributarios de cada período. En la Tabla 4.2. se muestra el cálculo de impuestos.

Al analizar la Tabla 4.1. es posible observar que en la construcción del perfil sólo se ha considerado los flujos de efectivos en u.m. mencionados en el enunciado del ejemplo, y son independientes de quien realice el proyecto; además, los flujos se han asociado a cada período, la inversión al comienzo, en el período cero; y los flujos de ingresos, costos e impuestos a fines de cada período.

Tabla 4.1. Obtención del perfil del proyecto puro, según método financiero o de flujos en efectivo. Ejemplo 4.1.

Fines de cada período Item	0	1	2	3
Inversión	-6.000			+1.000
Ingresos		5.500	5.500	5.500
Costos		-2.000	-2.000	-2.000
Impuestos ¹		-225	-225	-375
Beneficios netos	-6.000	+3.275	+3.275	+4.125

Tabla 4.2. Cálculo del impuesto para el proyecto puro. Ejemplo 4.1.

Fines de cada período Item	ESTADO DE RESULTADOS		
	1	2	3
Ingresos por ventas (Beneficios brutos)	5.500	5.500	5.500
Costos de operación	-2.000	-2.000	-2.000
Utilidad Bruta antes de Impuestos (UBAI = ingresos menos costos)	+3.500	+3.500	+3.500
Depreciación	-2.000	-2.000	-2.000
Valor de Recuperación Económico del equipo			+1.000
Costo de venta de equipo			0
Utilidad Neta antes de Impuestos (UNAI= ingresos menos costos menos depreciación)	+1.500	+1.500	+2.500
Impuestos (15%)	225	225	375

El cálculo de los impuestos considera la depreciación como gasto tributable, por lo que su monto se resta a los ingresos, derivando en menores utilidades sobre las cuales calcularlos; en este caso se ha supuesto que el equipo se deprecia linealmente, esto es, el valor de la inversión se distribuye uniformemente en el número de períodos de la vida del proyecto.

Una observación importante en la Tabla 4.2. es que en el último período se ha considerado el ingreso generado por la venta del equipo y también el costo de dicha venta que corresponde al valor neto de libros y que se obtiene restando la depreciación acumulada en los tres años al valor de adquisición del activo.

Paso 3. Ejemplo 4.1. Construcción de perfil del proyecto puro según el método contable

Como fue mencionado anteriormente, es posible calcular el valor de las utilidades financieras o flujo de caja asociado a cada período de vida del proyecto a partir del estado de resultados, ajustado por las partidas que no constituyen movimiento de efectivo, como se mostrará a continuación.

El procedimiento consiste en sumar o restar, según corresponda, a la utilidad neta después de impuestos ($UNDI = \text{ingresos} - \text{costos} - \text{depreciación} - \text{impuestos}$) de cada período, el valor de los ítemes considerados en dicho resultado que no constituyeron ni constituirán entrada o salida de efectivo en dicho periodo.

Así en el Ejemplo 4.1. habría que agregar el valor de la depreciación, que fue restado como gasto en cada período y no constituye salida de efectivo y también en el último período el costo de venta del equipo, que tampoco constituye salida de efectivo a pesar de ser un gasto contable del período número tres tal como se aprecia en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Obtención del perfil del proyecto puro, según el método contable. Ejemplo 4.1.

Fines de cada período Item	1	2	3
Ingresos por venta	5.500	5.500	5.500
Costos de operación	-2.000	-2.000	-2.000
Utilidad Bruta antes de Impuestos (UBAI = ingresos menos costos)	3.500	3.500	3.500
Depreciación	-2.000	-2.000	-2.000
Valor de Recuperación Económico del equipo			1.000
Costo de venta de equipo			0
Utilidad Neta antes de Impuestos (UNAI= ingresos menos costos menos depreciación)	1.500	1.500	2.500
Impuestos (15%)	-225	-225	-375
Utilidad Neta Después de Impuesto (UNDI)	1.275	1.275	2.125
Depreciación	+2.000	+2.000	+2.000
Costo de venta de equipo			0
Beneficios netos	+3.275	+3.275	+4.125

De esta manera, el valor de los flujos para los años 1, 2 y 3 ha sido obtenido ajustando la utilidad neta del ejercicio por las partidas que no constituyeron movimiento real en cada período.

El resultado es el mismo que el de la Tabla 4.1. para los flujos de caja de los períodos operacionales, en este caso del Ejemplo 4.1. y bastaría con agregar los movimientos de fondos del período inicial (cero) para obtener el perfil del proyecto puro, lo que es presentado en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4. Perfil del proyecto puro. Ejemplo 4.1.

Fines de cada período Item	0	1	2	3
Perfil	-6.000	3.275	3.275	4.125

Paso 4. Ejemplo 4.1. Construcción del perfil para la evaluación privada (proyecto financiado)

La construcción de este perfil obliga a incorporar el efecto del financiamiento en la evaluación y determinar cuál es la rentabilidad para el inversionista de los recursos propios aportados, es decir, la rentabilidad del capital propio efectivamente aportado por el inversionista, que en el caso del ejemplo asciende a 4.000 u.m.

A este respecto, vale la pena señalar que el inversionista debe considerar la mejor alternativa de financiamiento para enfrentar el proyecto, lo cual significa evaluar previamente las distintas opciones de financiamiento para seleccionar la mejor. Para efectos del Ejemplo 4.1. se supone que la mencionada en el enunciado es la única alternativa de financiamiento, un préstamo a tres años al 12% de interés pagadero en tres cuotas iguales.

Una vez definida la opción financiera, se procede a incorporar a la hoja de trabajo todos los flujos y modificaciones que genere el financiamiento en los períodos que corresponda, en particular el préstamo en el primer período y las cuotas de intereses y amortizaciones en los períodos en que se paguen. Un efecto importante que derivará del financiamiento con capital prestado –para efectos de evaluación– será el impacto de los intereses en el cálculo de impuestos, pues al ser deducibles originan un efecto (protección) tributario que va a favor del proyecto, y constituye lo que se conoce como efecto de apalancamiento financiero, lo que será estudiado en el capítulo 5.

Paso 5. Ejemplo 4.1. Construcción de perfil del proyecto financiado según el método financiero o de flujos en efectivo

Al igual que en el caso anterior, se puede proceder a partir de flujos estrictamente líquidos o monetarios (método financiero o de flujos (en efectivo) o utilizar el estado de resultados (método contable) para ajustarlo y obtener los flujos de caja relevantes para efectos de su evaluación. Ver Tabla 4.5.

Tabla 4.5. Obtención del perfil del proyecto financiado, según método financiero o de flujos en efectivo. Ejemplo 4.1.

Fines de cada período	0	1	2	3
Inversión	-6.000			+1.000
Ingresos Beneficios brutos)		5.500	5.500	5.500
Costos de operación		-2.000	-2.000	-2.000
Préstamo	+2.000			
Amortización + intereses		-833	-833	-833
Impuestos		-189	-200	-362
Beneficios netos	-4.000	+2.478	+2.468	+3.306

Nuevamente, en la construcción del perfil de la Tabla 4.5. sólo se han considerado flujos en efectivo que afectarán a quien realice el proyecto, y para el cálculo de impuestos se ha hecho necesario recurrir al estado de resultados pro forma y obtener la información del pago de impuestos anual, lo que es presentado en la Tabla 4.6. En este caso, por tratarse del proyecto financiado, la obtención del perfil incluye el monto del préstamo y de los pagos que ocasiona en cada período.

Para la obtención del pago de impuestos es necesario conocer si los intereses, por la deuda contraída para financiar parte de la inversión, serán deducibles como gasto tributario; en el caso de que esto ocurra se debe proceder a calcular la composición de la programación de la deuda (Tabla 4.6.) para conocer el monto de intereses de cada período y luego calcular los impuestos correspondientes, deduciendo el gasto por intereses antes de calcular los impuestos (Tabla 4.7.). La cuota de cada período se ha calculado en base a fórmulas financieras referidas al valor del dinero en el tiempo, tema que será presentado en el capítulo 5.

Tabla 4.6. Programación de la deuda. Ejemplo 4.1.

Momento	Deuda inicial	Cuota	Intereses (12%)	Amortización	Deuda final
0	2.000				
1	2.000	-833	240	-593	1.407
2	1.407	-833	169	-664	743
3	743	-833	89	-744	0

Tabla 4.7. Cálculo de impuestos para el proyecto financiado. Ejemplo 4.1. (considerando el gasto tributario generado por la deuda).

Fines de cada período Item	Estado de resultados		
	1	2	3
Ingresos por ventas (Beneficios brutos)	5.500	5.500	5.500
Costos de operación	-2.000	-2.000	-2.000
Intereses	-240	-169	-89
Utilidad Bruta antes de Impuestos (UBAI = ingresos menos costos)	+3.260	+3.331	+3.411
Depreciación	-2.000	-2.000	-2.000
Valor de Recuperación Económico del equipo			+1.000
Costo de venta de equipo			0
Utilidad Neta antes de Impuestos (UNAI= ingresos menos costos menos depreciación)	+1.260	+1.331	+2.411
Impuestos (15%)	189	200	362

Paso 6. Ejemplo 4.1. Construcción de perfil del proyecto financiado según el método contable

Por último, para la construcción del perfil del proyecto financiado a partir de los flujos contables, habrá que proceder igual como se hizo anteriormente, ajustando la utilidad de cada período por las partidas que no constituyeron movimientos de efectivo durante el período, esto se muestra en la Tabla 4.8.

Tabla 4.8. Obtención del perfil del proyecto financiado, según el método contable. Ejemplo 4.1.

		Estado de resultados		
Item	Fines de cada período	1	2	3
	Ingresos por ventas		5.500	5.500	5.500
Costos de operación		-2.000	-2.000	-2.000
Intereses		-240	-169	-89
Utilidad Bruta antes de Impuestos (UBAI = ingresos menos costos)		3.260	3.331	3.441
Depreciación		-2.000	-2.000	-2.000
Valor de Recuperación Económico del equipo				1.000
Costo de venta de equipo				0
Utilidad Neta antes de Impuestos (UNAI= ingresos menos costos menos depreciación)		1.260	1.331	2.411
Impuestos (15%)		-189	-200	-362
Utilidad Neta Después de Impuesto (UNDI)		1.071	1.131	2.049
Depreciación		+2.000	+2.000	+2.000
Costo de venta de equipo				0
Amortización		-593	-664	-744
Beneficios netos		+2.478	+2.468	+3.306

El resultado es el mismo que el de la Tabla 4.5. para los flujos de caja de los períodos operacionales. Bastaría con agregar los movimientos de fondos del período inicial (cero) para obtener el perfil del proyecto financiado, que es presentado en la Tabla 4.9.

Debe recordarse que, con este último perfil, ya no se evalúa el proyecto en sí, sino que se evalúa el proyecto desde la perspectiva del financiamiento de que dispone el inversionista. Lo que se intenta hacer en este caso es determinar la rentabilidad del capital propio efectivamente invertido en el proyecto para el o los inversionistas.

También se podrá observar que al reconocer los intereses como gasto se genera un ahorro tributario dado que disminuye la utilidad antes de impuestos.

Tabla 4.9. Perfil del proyecto financiado. Ejemplo 4.1.

Fines de cada período	0	1	2	3
Item				
Perfil	-4.000	2.478	2.478	3.306

En la Tabla 4.10. se presenta –en la primera línea– el perfil del proyecto puro; en la segunda línea el perfil del financiamiento de acuerdo a los antecedentes del crédito conseguido al 12%, pagado en cuotas iguales; en la línea tres se observa el perfil de la protección de impuestos, que se obtiene multiplicando el monto de intereses pagados en cada período por la tasa de impuestos, que reflejaría el ahorro de impuestos en cada año; y en la última línea, el perfil del proyecto financiado, que se puede obtener a partir de información anterior o sumando directamente cada columna.

Tabla 4.10. Resúmenes de perfiles. Ejemplo 4.1.

Perfiles de proyecto	0	1	2	3
Perfil Proy. puro	-6.000	3.275	3.275	4.125
Perfil financiamiento	2.000	-833	-833	-833
Perfil Protección	0	36	25	13
Perfil Proy. Financ.	-4.000	2.479	2.470	3.309

Bibliografía

- Degarmo, E. P.; Sullivan, W. G.; Bontadelli, J.A. y Wicks. E. M. (1998). *Ingeniería económica*. México: Prentice Hall.
- Fontaine, E. (2008). *Evaluación social de proyectos*. México: Pearson Educación de México.
- Sapag, N. y Sapag, R. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos*. Santiago: Mc. Graw Hill.
- Van Horne, J. y Wachowics, J. M. (2002). *Fundamentos de administración financiera*. México: Pearson Educación de México.
- Weston, J. F. y Brigham, E. F. (1995). *Fundamentos de administración financiera*. México: Mc Graw Hill.

Capítulo 5

Criterios de decisión



JOSÉ FUENTES VALDÉS

5.1. Introducción

En los capítulos anteriores han sido presentados los estudios necesarios para construir el flujo de fondos asociado a la decisión de inversión. Este es el perfil de costos y beneficios que debe ser evaluado, en el sentido de indicar si los beneficios estimados superan los costos. Para realizar esta comparación, que es el objetivo final de la evaluación, se debe tener presente al menos los siguientes tres aspectos:

- i) Los movimientos de fondos originados por el proyecto no ocurren en el mismo instante de tiempo, son flujos intertemporales.
- ii) Los recursos tienen uso alternativo, si no se usan en este proyecto se pueden usar en otra actividad de manera que siempre existe un sacrificio que representa el costo de oportunidad. Este costo de oportunidad se puede diferenciar en dos tipos, la alternativa a la que se renuncia en el tiempo corriente y para cada año del proyecto, y la que se sacrifica por no disponer de los fondos en el futuro, en el primer caso se imputan los beneficios sacrificados, trabajando con flujos diferenciales (situación Con Proyecto $-c/p-$ menos situación

Sin Proyecto – s/p), en el segundo con una tasa de rentabilidad alternativa, tasa de descuento.

- iii) En todo proyecto intervienen dos tipos de magnitudes, flujos y activos, los primeros están asociados a valores por unidad de tiempo, por ejemplo, ingresos por venta y costos de operación. Los activos corresponden a valores en un momento del tiempo y tiene vigencia en un período, por ejemplo la compra de una maquinaria que se espera tenga una duración de 10 años. Para la evaluación, es necesario uniformar ambas magnitudes, es decir, transformar los activos en flujos o los flujos en activos. La unidad que se elija dependerá fundamentalmente de la decisión que se va a tomar y de las características del proyecto. La transformación de estas dos magnitudes es posible hacerla a través de las equivalencias financieras que será explicado más adelante.

De esta forma, en la evaluación de proyectos los indicadores de decisión se pueden clasificar en: a) medidas de riqueza, b) medidas de rentabilidad y c) medidas de flujos. Los primeros, medidas de riqueza, transforman los flujos en activos y comparan activos; y dado que las magnitudes presentadas, tanto flujos como activos, tienen la característica de ser diferenciales, el resultado de la comparación es un cambio de activo, si este cambio es positivo significa que los beneficios del proyecto superan los costos del mismo de manera que la riqueza del inversionista ha aumentado, si es negativo la riqueza ha disminuido.

El segundo tipo, medidas de rentabilidad, calculan la rentabilidad implícita del proyecto, la que debe ser comparada con el costo de oportunidad, representada como tasa. Si la rentabilidad del proyecto es mayor que el costo de oportunidad el proyecto es conveniente.

El tercer tipo, medidas de flujos, transforma todos los activos a flujos y compara flujos, determinando de esta forma la utilidad o pérdida anual de emprender el proyecto.

Cuál criterio de decisión usar va a depender fundamentalmente

del tipo de proyecto a evaluar y de la decisión a tomar. Por ejemplo, en una decisión de reemplazo donde existen sólo costos, el cálculo de la rentabilidad no es practicable pues los beneficios no son observables, por tanto podría ser usado el criterio de riqueza o bien el criterio de flujos, dependiendo del tipo de decisión a tomar.

A continuación se desarrollará cada uno de estos indicadores, su forma de cálculo, aplicación e interpretación. Después se incorporarán otros que son combinaciones de estos mismos.

5.2. Medida de riqueza (VAN)

Este indicador es conocido normalmente como Valor Actual Neto (VAN). Lo de *actual*, porque define como momento de comparación el tiempo presente, es decir hoy. Esto es necesario porque las decisiones de inversión involucran más de un período y además no todas las decisiones tienen la misma duración; por lo tanto, es necesario homogeneizar el momento de comparación puesto que la riqueza puede ser medida en cualquier momento. Por convención y comparabilidad se ha optado por medir la riqueza en valor presente. Lo de *neto* porque los flujos a utilizar deben ser diferenciales, es decir, cuanto más se gana a causa del proyecto, de manera que su resultado indica cuánto más rico se es debido al proyecto. De esta forma, este indicador de decisión representa el cambio de riqueza asociado al proyecto.

Antes de entrar al criterio propiamente tal, se mostrará la forma de establecer equivalencias financieras cuando se reconoce que existe un costo de oportunidad en el tiempo.

Matemáticas financieras

Las *matemáticas financieras* surgen como una necesidad frente a la comparación de valores monetarios en distintos períodos de tiempo. Las matemáticas financieras son necesarias cuando se debe emitir un juicio sobre la conveniencia económica de alguna actividad que tiene un impacto intertemporal, como es un proyecto de inversión, una compra a crédito, cálculo de una renta vitalicia, etc.

El dinero tiene valor en el tiempo, por lo tanto no es correcto sumar directamente montos de dinero gastados o generados en distintos períodos.

Ejemplo 5.1. Considere el caso más simple, sólo un período. Suponga que a un individuo le proponen el siguiente negocio, invertir hoy 5.000 UF¹ en un activo que después de un año lo puede vender en 5.900 UF. ¿Cuál es la utilidad de este negocio? La respuesta rápida y simple de 900 UF es incorrecta porque los fondos no están en el mismo período y por lo tanto no pueden sumarse directamente. ¡Claro, porque hay inflación! podría argumentar alguien, pero ésa no es la razón, porque los flujos están expresados en moneda de valor constante (UF). La razón es porque existen oportunidades sacrificadas al invertir esas 5.000 UF. Las oportunidades podrían ser diversas desde el consumo inmediato hasta la inversión. Por simplicidad y asumiendo un mercado de capitales perfecto, se considerará como alternativa la tasa de interés de mercado.

Suponiendo que la tasa de interés de mercado es 10% anual, la comparación ya no es 5.000 UF contra 5.900 UF pues hay que imputar el costo de oportunidad de no haber invertido las 5.000 UF al 10%. Si se compara a fines de año, las 5.000 UF se transforman en 5.500 UF, pues a las 5.000 UF originales se le agrega lo que habría ganado en el mercado de capitales, de manera que el beneficio neto sería 400 UF. Por lo tanto, la decisión de invertir las 5.000 UF lo hace más rico en 400 UF (medido a fines de año).

Si la medición es en valor presente habría que preguntarse cuánto valen hoy las 5.900 UF que se recibirán a fines de año. En este caso a las 5.900 UF habría que restarle los intereses que se deberían pagar por anticipar las 5.900 UF. Hecha esta operación, las 5.900 UF se transforman en 5.364 UF (cifra que corresponde al préstamo máximo que se podría pedir con cargo a los 5.900 UF de fin de año), con esto el beneficio neto medido hoy corresponde a 364 UF, es decir, se es más rico en 364 UF. ¿Será que conviene medir los negocios al fi-

¹ UF: Unidad de Fomento, que representa una unidad de valor constante.

nal porque su resultado es mayor? No, los resultados son totalmente equivalentes, las 364 UF hoy medidas a fin de año se transforman en 400 UF y viceversa.

En el primer caso, cuando la medición se hace en el futuro, a fines de año, el proceso se llama capitalización, se imputan o agregan intereses. Cuando la medición se hace en el presente, el proceso se llama descuento, se quitan los intereses, también se llama actualización.

Analíticamente, el proceso de capitalización y actualización se muestra en la Figura 5.1.

INICIO	Interés(r)	MAÑANA
Capital (C ₀)	Intereses (I)	Monto (C ₁)

Figura 5.1. Proceso de capitalización.

Donde:

- Capital = Valor inicial (C₀)
- Monto = Valor final (C₁)
- Intereses = Capital * Tasa de Interés (I)
- Monto = Capital + Intereses
- r = Tasa de interés

Esto es, si se tiene un capital inicial de C₀, entonces después de haberlo depositado a una determinada tasa de interés “r”, por un período, se obtiene como resultado un monto C₁. La operación realizada queda representada a través de la ecuación (1).

$$\begin{aligned}
 C_1 &= C_0 + I \\
 C_1 &= C_0 + C_0 * r \\
 C_1 &= C_0 * (1 + r) \tag{1}
 \end{aligned}$$

De esta forma, el factor (1+r) representa el valor de un \$1 un período después. En el ejemplo 5.1 el capital inicial sería 5.000 UF, la tasa de interés sería 10% y el valor final sería 5.500 UF.

Capital inicial (C_0) = 5.000

Tasa de interés (r) = 10%

$$C_1 = 5.000 + 500 * 10\%$$

$$C_1 = 5.000 * (1 + 0,1)$$

$$C_1 = 5.500$$

Al final del período se tendrá un capital final de 5.500 UF, es decir, los intereses que podría ganar en ese período serían de 5.00 UF y, por lo tanto, el beneficio neto sería de 4.00 UF.

Con esto se ha visto que el proceso de *capitalización* consiste en llevar fondos del presente al futuro.

La *actualización* es el proceso inverso de la capitalización, que consiste en traer al presente valores que están en el futuro, tal como su nombre lo dice, actualizar los fondos. Partiendo de la ecuación (1) se puede establecer la equivalencia entre un valor en el período uno y un valor en el presente o período cero, lo que se presenta en la ecuación (2)

$$C_0 = \frac{C_1}{(1 + r)} \quad (2)$$

Entonces, aplicando la ecuación (2) se obtiene el valor presente de los fondos que se recibirían después de un año y que serían comparables con los desembolsos iniciales. El valor presente de 5.900 UF cuando la tasa de interés es 10% es de 5.364 UF, de manera que el beneficio neto de invertir 5.000 UF es 364 UF, que corresponde al aumento de riqueza asociada a la decisión de invertir 5.000 UF.

Las expresiones (1) y (2) están para un solo período, sin embargo la generalización es directa, si son dos períodos la capitalización o actualización será por dos períodos. Las expresiones generales para un período de n años para la capitalización y actualización son presentadas en las ecuaciones (3) y (4).

$$C_n = C_o * (1 + r)^n \quad (3)$$

$$C_o = \frac{C_n}{(1 + r)^n} \quad (4)$$

Ahora que se tiene las equivalencias financieras entre flujos presentes y flujos futuros, es posible desarrollar el indicador de cambio de riqueza.

Ejemplo 5.2. Cálculo de cambio de riqueza. Suponga que don Raúl Peláez tiene un empleo con un sueldo anual de 1.200 UF y un capital de ahorro de 10.000 UF. Peláez está estudiando la posibilidad de independizarse, es decir, dedicarse a empresario produciendo y vendiendo bolsas de papel.

La inversión que requiere es 5.000 UF y se estima que podría tener beneficios anuales de 1.600UF durante diez años. Don Raúl está interesado en saber si le conviene dedicarse a este negocio, considerando que la tasa de interés de mercado real es de 10% anual y que durante esos 10 años dejará de percibir el sueldo.

¿Cómo determinar si este proyecto es conveniente para el Sr. Peláez? El indicador que se debe usar es cambio en la riqueza, mientras el criterio es el siguiente: si el proyecto aumenta la riqueza del Sr. Peláez el proyecto es conveniente, si la disminuye no es conveniente.

Para determinar el cambio en la riqueza se debe calcular, primero, cuál es su riqueza s/p (sin proyecto), después calcular la riqueza c/p (con proyecto) y por diferencia, obtener el cambio. La riqueza es el valor total de todos los flujos y activos y por lo tanto debe estar referida a un momento de tiempo, en este caso valor presente.

En el caso del Sr. Peláez él dispone de un activo de 10.000 UF y un flujo de 1.200 UF. ¿Cuánto vale eso hoy día? El activo vale 10.000 UF porque su desembolso se asocia al momento inicial, que para los efectos de equivalencias financieras se considera en valor actual o presente. Sin embargo, el sueldo anual corresponde al valor de un flujo que el Sr. Peláez percibirá mientras esté trabajando. Luego, para hacer compatible este valor con el anterior habrá que calcular

el equivalente en valor presente del flujo de 1.200 UF. ¿Por cuánto tiempo? ¿Por diez años? Los diez años corresponde a la duración del proyecto, pero aún se está calculando la riqueza s/p. Por lo tanto, se debe estimar durante cuánto tiempo seguirá trabajando: 15 años, 20 o 50 años. Después se verá que será irrelevante el tiempo que se defina, pero en este momento es importante para destacar el supuesto implícito en el cálculo de valor presente. Suponga que el Sr. Peláez permanecerá en su actual empleo un período suficientemente largo (n años).

De esta forma el perfil de Activos y Flujos se muestra en la siguiente figura.



Figura 5.2. Situación sin proyecto (SSP).

El valor presente de esta corriente de flujos y activos se presenta de la siguiente forma:

$$VP_{SSP} = 10.000 + \frac{1.200}{(1+0,1)} + \frac{1.200}{(1+0,1)^2} + \frac{1.200}{(1+0,1)^3} + \frac{1.200}{(1+0,1)^4} + \dots + \frac{1.200}{(1+0,1)^n}$$

Como los flujos son constantes se puede presentar la expresión valor presente de la siguiente forma:

$$VP_{SSP} = 10.000 + 1.200 * \left(\frac{1}{(1+0,1)} + \frac{1}{(1+0,1)^2} + \frac{1}{(1+0,1)^3} + \frac{1}{(1+0,1)^4} + \dots + \frac{1}{(1+0,1)^n} \right)$$

De esta forma, la expresión entre paréntesis corresponde a una progresión geométrica de razón $\left(\frac{1}{1+0,1} \right)$, donde la suma total, en términos generales para una tasa “ r ”, es igual a la expresión de la ecuación (5).

$$\left[\frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n * r} \right] \tag{5}$$

Ello corresponde al factor de actualización de un renta constante de pago vencido, por un periodo de “n” años a una tasa “r”. Según la expresión (5) cuando el horizonte de evaluación es muy grande o tiende a infinito el factor de actualización se reduce a la expresión de la ecuación (6).

$$\left(\frac{1}{r} \right) \tag{6}$$

En economía los plazos son relativos, no son ni cortos ni largos, sobre todo cuando existe un costo de oportunidad asociado al tiempo. Así, dependiendo de la tasa de interés es posible considerar, como perpetuas o infinitas, rentas con plazo finito pero relativamente largo como, por ejemplo, 50 años. En este caso el factor de actualización para 50 años a una tasa del 10% es 9,91 y el factor de actualización para una renta perpetua es 10. Entonces el valor presente de una renta por 50 años al 10% sería de 11.989 UF y el de una renta perpetua es 12.000 UF. Por lo tanto, en términos aproximados y por simplicidad se puede suponer como rentas infinitas las rentas en períodos relativamente largos.

Aplicando los factores de actualización, la medida de riqueza en la situación s/p del ejemplo es de 22.000 UF, que corresponde a las 10.000 UF que tiene hoy más las 12.000 UF que es valor presente de las 1.200 UF que ganará en su actual empleo por un período muy largo. Se está suponiendo que el Sr. Peláez se mantendrá en ese empleo con un sueldo constante por un largo tiempo.

Ahora se debe calcular la riqueza en la situación c/p y compararla con la ya calculada para poder determinar si el cambio fue positivo o negativo. La situación c/p se presenta en la Figura 5.3.

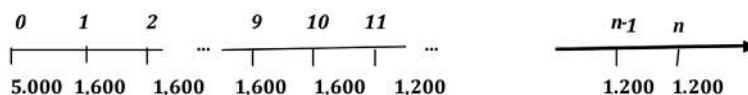


Figura 5.3. Situación con proyecto.

Cuando se escribe este perfil, generalmente se plantean las siguientes observaciones:

- a. El monto de la inversión debe ser negativo.
- b. El plazo es 10 años, porque se considera el año 11 y el resto.

La situación que refleja el perfil anterior es la siguiente: las 5.000 UF del año cero no corresponden a la inversión, sino que corresponden al monto de ahorros después de realizar la inversión. Esta medida es de riqueza, de manera que lo que interesa es cuánto tiene ahora que ha realizado la inversión; así en los flujos del año 1 al 10 se han considerado los ingresos de 1.600 UF que son los que genera la inversión.

Con respecto al plazo, es necesario que las situaciones s/p y c/p sean comparables, por tanto se supondrá que el inversionista (Sr. Peláez) después de terminada la vida útil del proyecto retornará a su antiguo empleo u otro que le reporte un ingreso similar. Él tiene la capacidad de generar ingresos por un valor de 1.200 UF anual.

El valor presente de la situación c/p se presenta en la siguiente expresión:

$$VP_{SCP} = +5.000 + 1.600 * \left[\frac{(1 + 0,1)^{10} - 1}{(1 + 0,1)^{10} * 0,1} \right] + \frac{\left(\frac{1.200}{0,1} \right)}{(1 + 0,1)^{10}}$$

$$VP_{SCP} = 19.451$$

De esta forma:

$$\Delta VP = VP_{SSP} - VP_{SCP}$$

$$\Delta VP = -2.549$$

El proyecto provoca una *disminución en la riqueza*, medida en términos de valor presente, de 2.549 UF, por lo tanto el proyecto no es conveniente.

El mismo cambio de riqueza se puede establecer actualizando di-

rectamente los flujos diferenciales de ambas situaciones, s/p versus c/p. En la Tabla 5.1 se muestran los flujos diferenciales asociados al proyecto.

Tabla 5.1. Flujos diferenciales asociados al proyecto de inversión (medidos en UF).

Situación	Momento									
	0	1	2	3	...	10	11	12	...	n
Situación sin proyecto S.S.P.	10.000	1.200	1.200	1.200	...	1.200	1.200	1.200	...	1.200
Situación con proyecto S.C.P.	5.000	1.600	1.600	1.600	...	1.600	1.200	1.200	...	1.200
Flujos (SCP-SSP)	-5.000	400	400	400	....	400	0	0	...	0

De la diferencia entre ambas situaciones se obtienen los costos y beneficios asociados a la decisión de invertir, así para el momento 0 se obtiene un valor negativo de 5.000 UF que representa el desembolso inicial (inversión), mientras que los flujos futuros de 400 UF por 10 años representan el mayor beneficio generado por la inversión.

De esta manera al valor presente de los flujos diferenciales se le llamará valor presente neto o valor actual neto (VAN) del proyecto, pues se han considerado todos los beneficios y deducidos todos los costos generados por la inversión durante el período de tiempo pertinente.

A diferencia de la medición anterior, en este caso, los flujos relevantes son sólo por el período de vida útil del proyecto evaluado y no considera los flujos posteriores. Esto es simplemente porque se ha supuesto para ambos casos (c/p y s/p) el mismo escenario, de manera que es irrelevante. De esta forma se obtiene la expresión (7) para el VAN:

$$VAN = -I_0 + \frac{F_1}{(1+r)} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \frac{F_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{F_n}{(1+r)^n} \quad (7)$$

Que, para este ejemplo, será:

$$VAN = -5.000 + \frac{400}{(1+0,1)} + \frac{400}{(1+0,1)^2} + \frac{400}{(1+0,1)^3} + \dots + \frac{400}{(1+0,1)^{10}}$$

Usando el factor de actualización de renta constante, se obtiene:

$$VAN = -5.000 + 400 * \left[\frac{(1,1)^{10} - 1}{(1,1)^{10} * 0,1} \right]$$

$$VAN = -2.549$$

De esta forma el VAN representa el cambio en la riqueza que provoca el proyecto, en este caso la riqueza disminuye y por lo tanto se debe recomendar no hacer el proyecto, a menos que existan otros elementos no considerados en la evaluación y que sean de difícil cuantificación y/o valoración. Puede ser el caso de un individuo que desee mucho ser empresario, su propio jefe, pertenecer a una asociación gremial, etc. y que esté dispuesto a pagar más de 2.549 UF; en este caso el proyecto sí se realizaría.

5.3. El VAN y la tasa de descuento

En el cálculo del VAN es fundamental definir la tasa de descuento, la cual representa el costo de oportunidad de los recursos involucrados en el proyecto. Quizás uno de los aspectos más delicados al momento de calcular el VAN, será explicitar la tasa de descuento. ¿Cuál es verdaderamente la alternativa sacrificada al invertir en este proyecto y no en otro? ¿Por cuánto tiempo será válida esta tasa de descuento? ¿Es una tasa real o nominal? ¿Cuál es el período de capitalización?

El cálculo de la tasa de descuento puede llegar a ser muy complejo, la teoría financiera dedica varios capítulos a su determinación y existen diversos enfoques y modelos. Muchos de ellos tienen relación con la estructura de financiamiento y el riesgo asociado a los proyectos en estudio. Por simplicidad y suponiendo inicialmente la ausencia de riesgo, se considerará como tasa de descuento, en el

supuesto que el mercado de capitales funciona adecuadamente, la tasa de interés de mercado, que reflejaría el costo alternativo de las inversiones sacrificadas. Por otro lado, si los indicadores de riqueza y rentabilidad se usan en forma complementaria, no es necesario dedicar tanto esfuerzo a estimar en forma precisa la tasa de descuento, puesto que el cálculo de la TIR representa la sensibilización de la tasa de descuento.

Una vez definida la tasa de descuento (r), ésta se transforma en una variable fundamental en el cálculo del VAN, pues el valor final de esta medida de riqueza dependerá en forma crucial de la tasa de descuento. Por ejemplo, un proyecto de inversión con un desembolso inicial de \$100 y flujos por tres años de \$50, \$45 y \$35 tendrá un VAN de \$8,9 cuando la tasa de descuento es 10%, lo cual significa que este proyecto es conveniente pues provoca un aumento de riqueza. Sin embargo, este resultado no es absoluto, depende de la tasa de descuento. Así, si ésta se reduce, el VAN aumenta, pues el costo de oportunidad disminuye y, por lo tanto, el proyecto se hace más atractivo; en cambio si la tasa de descuento aumenta, el VAN se reduce pues el costo alternativo ha aumentado. Si, por ejemplo, la tasa aumenta a 20%, el VAN se reduce a -\$6,9, significando que la recomendación cambia, indicando que el proyecto no debiera emprenderse pues la riqueza del inversionista disminuye. Si se trata de un proyecto “bien comportado”, aquel en que los flujos negativos preceden a los positivos y solo existe un cambio de signo, se puede demostrar que la relación VAN - tasa de descuento es inversa.

Sea la ecuación:

$$VAN = -I_0 + \frac{F_1}{1+r} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \frac{F_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{F_n}{(1+r)^n} \quad (8)$$

Entonces, se obtiene la expresión:

$$\frac{dVAN}{dr} = -\frac{F_1}{(1+r)^2} - \frac{F_2}{(1+r)^3} - \frac{F_3}{(1+r)^4} - \dots - \frac{F_n}{(1+r)^{n+1}} < 0 \quad (9)$$

Con esto se demuestra que la función VAN es monótonamente decreciente con respecto a la tasa de descuento, para proyectos “bien comportados”.

En la Tabla 5.2 se muestra el VAN del proyecto a distintas tasas de descuento.

Tabla 5.2. Relación VAN - tasa de descuento.

Tasa	VAN
0,0%	\$30,00
5,0%	\$18,67
7,5%	\$13,63
10,0%	\$8,94
12,5%	\$4,58
15,0%	\$0,52

La Figura 5.3 muestra claramente que la relación es completamente decreciente. Numéricamente se observa que para tasas de descuento de 15%, el proyecto reporta un VAN igual a cero, lo cual significaría que ésa sería la máxima exigencia que se le podría hacer al proyecto. En términos exactos, la tasa que hace el VAN igual a cero es 15,3% y que corresponde a la rentabilidad del proyecto, que se conoce con el nombre de TIR (tasa interna de retorno), que es precisamente el punto donde la función VAN corta el eje horizontal.

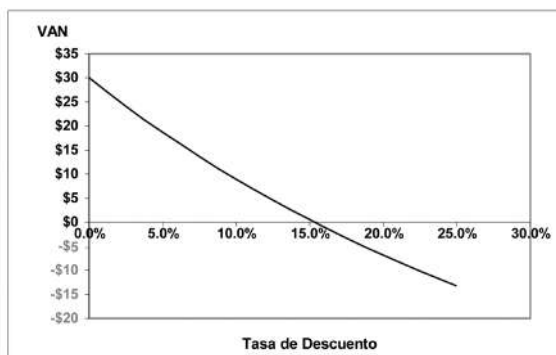


Figura 5.3. Situación con proyecto.

En la Tabla 5.3 se muestran los flujos de caja de un proyecto “mal comportado”.

Tabla 5.3. Flujos proyecto “mal comportado”².

Período	0	1	2	3
Flujo	10	-90	260	-240

Este proyecto presenta tres cambios de signos, por lo tanto ya no es posible poder demostrar que el VAN sea decreciente con respecto a la tasa de descuento, pues aumentos en esta tasa no aseguran disminuciones del VAN. Específicamente con el flujo del año 2 el aumento de tasa provoca una disminución en el VAN; sin embargo, con el flujo del año 3 se produce un mejoramiento del VAN, de manera que su comportamiento final no es del todo cierto, dependerá de la magnitud de los flujos y de los cambios de signo.

En la Tabla 5.4 se muestra los VAN a diferentes tasas de descuento para este ejemplo, donde se observa que para tres tasas el VAN tiene el valor cero.

Tabla 5.4. Relación VAN – tasa de descuento proyecto “mal comportado”.

Tasa	VAN
0%	-\$ 60,0
10%	-\$ 37,3
50%	-\$ 5,6
100%	\$ 0,0
150%	\$ 0,2
200%	\$ 0,0
250%	-\$ 0,1
300%	\$ 0,0
350%	\$ 0,2

² Ejemplo de clases de Aristides Torche. Universidad Católica de Chile.

La función VAN es un polinomio de grado n y tendrá tantas soluciones como cambios de signo tenga el perfil del proyecto. En este caso el proyecto tiene tres cambios de signo, por lo tanto puede tener como máximo tres raíces, es decir cruzar tres veces el eje de la abscisa, lo cual significaría que este proyecto “mal comportado” tendría tres TIR, que son 100, 200 y 300%. Esta situación se muestra en la Figura 5.4.

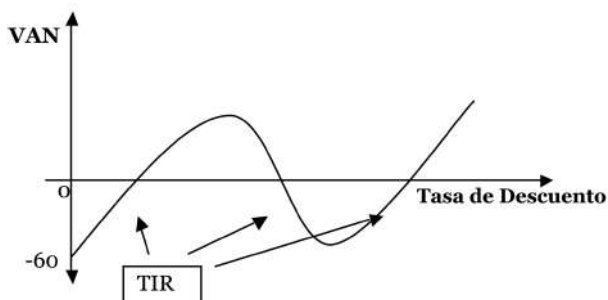


Figura 5.4. Comportamiento del VAN proyecto “mal comportado”.

Este problema de cambios de signos se presenta por lo general en proyectos de larga vida útil, que requieren reinversiones de partes de sus activos, de manera que en esos períodos se tendrá un flujo negativo y, por lo tanto, un cambio de signo. Sin embargo, en la mayoría de los casos estos cambios de signos no son de la magnitud suficiente para provocar un cambio en la trayectoria decreciente de la función VAN. Para ilustrar esta situación se mostrará el ejemplo 5.3.

Ejemplo 5.3. Proyecto “mal comportado”. Considere un proyecto que requiere una inversión en edificios con una vida útil de 40 años, maquinarias y equipos con vida útil de 10 años, muebles con una vida útil de 5 años y computadores con 2 años de vida útil; además se debe agregar el terreno y el capital de trabajo que no tienen vida útil aso-

ciada. La información sobre monto de inversión y vida útil de cada inversión se muestra en la Tabla 5.5.

Tabla 5.5. Tabla de inversiones y vida útil.

Ítem	Monto (\$)	Vida útil
Terreno	2.000.000	
Edificio	50.000.000	40
Maquinarias y equipos	6.000.000	10
Muebles	4.000.000	5
Computadoras	2.000.000	2
Capital de trabajo	2.000.000	

La evaluación de este proyecto requiere definir la vida útil para la cual se realizará. Dada la magnitud de los flujos, la vida útil debe ser de 40 años³, por lo tanto se requiere reinversiones de maquinarias, muebles y computadores cada 10, 5 y 2 años, respectivamente.

Si se considera, además, que el margen bruto de operación anual de este proyecto es de \$9.500.000 para cada uno de los 40 años, el perfil de flujos del proyecto presenta 7 cambios de signos. Sin embargo, la función VAN tiene un comportamiento decreciente respecto de la tasa de descuento, con lo cual tiene sólo una tasa que hace el VAN igual a cero y no siete que son el máximo de soluciones posibles. Lo que sucede es que las otras son soluciones imaginarias.

En la Tabla 5.6 se muestra el comportamiento del VAN a distintas tasas de descuento.

³ Si el valor de las maquinarias y equipos fuera de \$50,000,000 y el valor del edificio (un galpón) de \$6,000,000, entonces la recomendación sería una vida útil de 10 años.

Tabla 5.6. VAN y tasas de descuento.

Tasa	VAN(\$)
0%	234.000.000
8%	23.525.614
10%	7,878,912
12%	(3.281.752)
14%	(11.551.242)
18%	(22.874.603)
20%	(26.902.006)
24%	(32.999.938)
30%	(39.175.649)

En la Figura 5.5 se muestra el comportamiento del VAN frente a cambios a la tasa de descuento, donde se observa que este proyecto aún teniendo siete cambios de signos, su comportamiento es siempre decreciente.

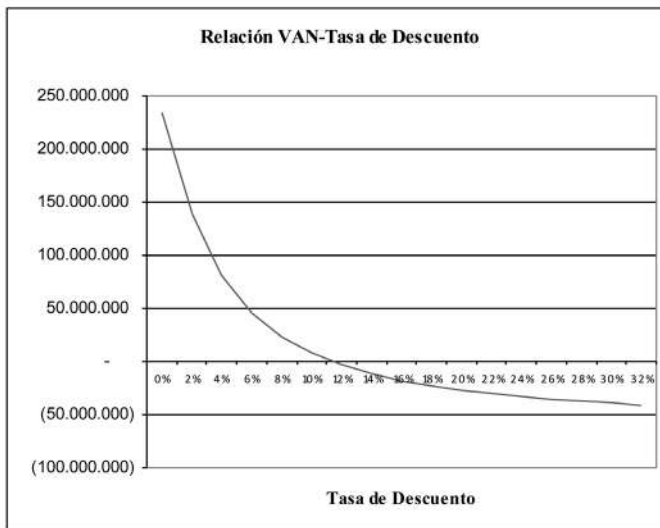


Figura 5.5. Comportamiento del VAN Proyecto “Mal Comportado”.

5.4. Supuestos y características del VAN

El VAN supone que todos los flujos positivos asociados al proyecto se reinvertirán a la tasa de descuento y que los flujos negativos se conseguirán a la misma tasa. Por lo tanto, la limitación más importante del VAN es la dificultad de determinar la tasa de descuento relevante para el inversionista. Esta debe reflejar el mejor uso alternativo de los recursos.

Este criterio tiene ciertas características que lo hacen ser considerado como el mejor criterio de evaluación.

5.4.1. Considera el valor del dinero en el tiempo

Al ser una medida en valor presente, los flujos que se recibirán en el futuro son descontados por la tasa de descuento que corresponde al costo de oportunidad que tienen los recursos, lo que significa que los flujos no valen sólo por su valor sino también por su disposición temporal.

5.4.2. Es independiente de la vida útil del proyecto

Esta independencia se plantea de la siguiente forma: independiente de cuánto dure el proyecto, si los flujos de éste, descontados a la tasa de descuento, superan la inversión, el proyecto es conveniente, pues en este proceso se ha incorporado el castigo de proyecto “largo”, en el sentido que mientras mayor la vida útil, mayor es el impacto de la tasa de descuento.

El VAN es independiente de la vida útil de los proyectos, puesto que es una medida de activo y no de flujo.

Ahora, si se comparan dos proyectos de distinta vida útil, siguiendo la regla anterior se deberá escoger aquel de mayor VAN, dado que esta medida evalúa los proyectos como un todo y ya está considerado (en el descuento) que un proyecto se demora más o menos tiempo en producir los flujos. Todo esto para el caso de proyectos por una sola vez.

Ejemplo 5.4. Proyectos de inversión de distinta vida útil no repetitivos.

En la Tabla 5.7 se muestran los flujos de dos proyectos de inversión que tienen distinta vida útil y son no repetitivos, es decir se realizan por una sola vez.

Tabla 5.7. Proyectos de Inversión alternativos no repetitivos.

Proyectos	Inversión	Flujos	Vida útil	VAN (10%)
A	\$1.000	\$500	5	\$895,4
B	\$1.000	\$700	3	\$740,8

El proyecto A es más conveniente pues genera un mayor aumento de riqueza, aun cuando el proyecto B disponga de los fondos en menor tiempo. En el cálculo del VAN de \$895,4 del proyecto A ya está considerado el castigo por la mayor duración. En la Figura 5.6 se muestran esquemáticamente los perfiles de ambos proyectos.

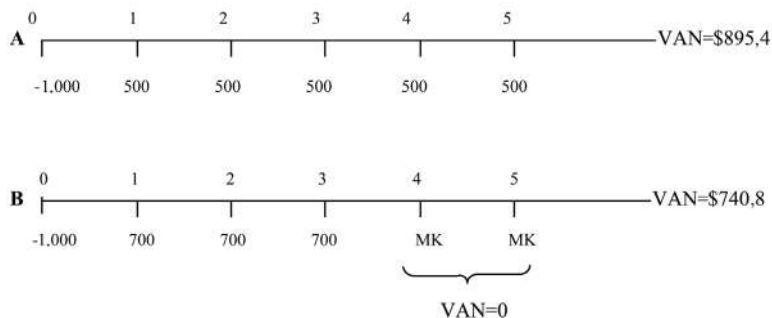


Figura 5.6. Flujos de proyectos alternativos de distinta vida útil.

El argumento de que el proyecto B obtiene los beneficios en menor tiempo y que podrían ser reinvertidos a la tasa de descuento⁴, mejo-

⁴ El proyecto de reinversión a la tasa de descuento puede ser considerado como una inversión en el Mercado de Capitales (MK).

rando el resultado final, por ejemplo al quinto año, no es válido pues el VAN de cualquier reinversión a la tasa de descuento es igual a cero.

Por otro lado, si se reinvierte a otra tasa, distinta a la tasa de descuento, correspondería a otro proyecto que debería evaluarse desde el principio. Por lo tanto, si los proyectos son como se muestra en A y B, la mejor decisión es A.

Si los proyectos de inversión son repetitivos, es decir terminada la vida útil se reinvierte en el mismo proyecto, la evaluación debería incorporar desde el principio todos los flujos, para lo cual debe definirse un horizonte de evaluación similar para ambos proyectos. La alternativa de escoger un período común puede llegar a ser engorrosa si los períodos de vida útil de los proyectos no son números múltiplos. En el caso definido anteriormente se requerirá un horizonte de evaluación de 15 años, donde el proyecto A se realizaría 3 veces y el proyecto B 5 veces. Pero si la vida útil de los proyectos fuera de 9 y 13 años se requeriría un periodo de evaluación de 117 años.

La solución al problema de horizonte común es suponer la reinversión a perpetuidad, es decir, invertir en el proyecto y reinvertir en el mismo indefinidamente. Así, el perfil de este proyecto se puede presentar como una perpetuidad del mismo VAN cada “ n ” años a partir del período cero, correspondiente a la primera inversión. En la Figura 5.7 se muestra esquemáticamente la serie de los VAN cada “ n ” años.

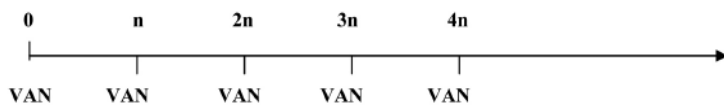


Figura 5.7. Igual VAN de proyecto repetitivo a perpetuidad.

El primer VAN corresponde al proyecto que se comienza en el año cero y termina el año “ n ”, vida útil del proyecto. El segundo VAN corresponde a la primera reinversión realizada el año “ n ” con vigencia hasta el periodo “ $2n$ ” y así sucesivamente. Se han considerado idénticos valores asumiendo valores reales e iguales proyectos.

El VAN de esta corriente de iguales VAN corresponde al de la primera inversión más el valor presente de una perpetuidad igual al VAN cada “n” años, teniendo presente que la tasa de descuento relevante para el período de “n” años es $(1+r)^n-1$. La expresión (10) que corresponde al Valor Actual de un proyecto repetitivo a *perpetuidad* cada “n” años es $(VAN(n,\infty))$ tal como se expresa en:

$$VAN(n, \infty) = VAN + \frac{VAN}{(1+r)^n - 1} \quad (10)$$

Reordenando la expresión (10), ésta puede ser expresada como:

$$VAN(n, \infty) = VAN \left[\frac{(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right] \quad (11)$$

La expresión (11) muestra el VAN del proyecto repetitivo, que es el VAN de la primera inversión multiplicado por el *factor de reinversión*. Este factor será menor mientras mayor sea la tasa de descuento, por lo tanto mientras menor sea la vida útil de proyecto y menor la tasa de descuento, mayor será el *factor de reinversión*. En consecuencia, en proyectos repetitivos se privilegia a aquellos proyectos con menor vida útil, cualquiera sea la tasa de descuento. En la Tabla 5.8 se muestra el valor que toma el factor de reinversión para distintas vidas útiles y tasas de descuento.

Tabla 5.8. Factor de reinversión.

n\r	10%	15%	20%	30%
1	11,00	7,67	6,00	4,33
2	5,76	4,10	3,27	2,45
3	4,02	2,92	2,37	1,84
4	3,15	2,34	1,93	1,54
5	2,64	1,99	1,67	1,37
10	1,63	1,33	1,19	1,08
20	1,17	1,07	1,03	1,01
30	1,06	1,02	1,00	1,00

Si se utilizan los factores de reinversión de la Tabla 5.8 para los proyectos A y B con tres y cinco años de vida útil se tiene los siguientes resultados:

$$VAN_A(5, \infty) = \$2.363$$

$$VAN_B(3, \infty) = \$2.978$$

Tal como muestran los resultados, cuando existe reinversión la decisión entre los proyectos A y B cambia, el mayor VAN del proyecto A no es capaz de compensar la diferencia del factor de reinversión a favor del proyecto de menor vida útil.

5.4.3. Es independiente del tamaño del proyecto

Si el VAN de un proyecto es positivo es porque el valor actualizado de sus flujos supera el valor de la inversión, sea ésta grande o pequeña, por lo tanto, al comparar dos proyectos de distinto monto de inversión se deberá escoger el de mayor VAN independiente del monto de inversión. Por ejemplo, si un proyecto tiene un VAN de \$1.000 eso significa que el proyecto ha generado fondos actualizados por sobre la inversión de \$1.000; y si otro proyecto con mayor inversión tiene un VAN de \$1.200, este último debe ser seleccionado como mejor proyecto, pues el aumento de riqueza es mayor, aun cuando la inversión sea superior. El efecto de la mayor inversión ya está considerado en el cálculo del VAN, pues fue restado del valor actual de los beneficios.

Ejemplo 5.5. Proyectos de distinto tamaño. En la Tabla 5.9 se muestran los montos de inversión y los beneficios netos de dos proyectos de inversión. El proyecto A tiene una inversión inicial de \$2.500 y el proyecto B una inversión de \$4.500.

Tabla 5.9. Proyectos de distinto tamaño.

Proyecto	A	B
Año 0	-\$ 2.500	-\$ 4.500
Año 1	\$ 800	\$ 1.370
Año 2	\$ 800	\$ 1.370
Año 3	\$ 800	\$ 1.370
Año 4	\$ 800	\$ 1.370
Año 5	\$ 800	\$ 1.370
VAN (10%)	\$ 533	\$ 693

De acuerdo al VAN, el proyecto B es el mejor, ya que genera un aumento de riqueza de \$693, superior a los \$533 del proyecto A. En este cálculo ya está considerada la mayor inversión del proyecto B, por lo tanto argumentar que en el proyecto A se invierte menos que en el proyecto B no es un argumento válido, ya que los \$2.000 de excedente al invertir en A no generan aumento de riqueza dado que la mejor alternativa es la tasa de descuento. Por lo tanto, si no existe restricción de fondos, el mejor proyecto sería el B. Sin embargo, este ordenamiento no es absoluto, depende de la tasa de descuento; por lo tanto, si la tasa de descuento aumenta, el proyecto de mayor inversión se hará menos atractivo, de esta forma existirá una tasa de descuento para la cual ambos proyectos serán igualmente convenientes. Este tema será tratado más adelante, cuando se calcule la TIR Marginal.

5.4.4. Es posible utilizar distintas tasas de descuento a través del tiempo

Considere un proyecto que retorna flujos durante tres períodos y las tasas de descuento son distintas en cada período, es decir, el valor del dinero en el tiempo cambia. En la Figura 5.8 se muestran los flujos y tasas de descuento para cada período.

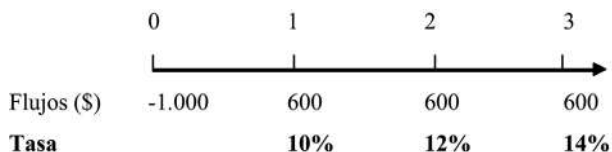


Figura 5.8. Distintas tasas de descuento.

En este caso cada período debe ser descontado a su correspondiente tasa, es decir sólo el flujo de \$600 del tercer año es descontado al 14%, ese mismo flujo es descontado al 12% por el segundo año y así para cada período.

La fórmula general del VAN con tasas de descuento distinta se muestra en la expresión:

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{\prod_{j=1}^i (1+r_j)} \quad (12)$$

$$VAN = -1.000 + \frac{600}{1,1} + \frac{600}{(1,1)(1,12)} + \frac{600}{(1,1)(1,12)(1,14)}$$

$$VAN = \$459,7$$

El error común que se comete en estos casos es descontar, por ejemplo, el flujo del tercer año por los tres años a la tasa de ese mismo año, lo mismo para el flujo del segundo año, con la tasa del segundo año. Sin embargo, la tasa del tercer año es solo válida para ese año, por lo tanto no podría usarse para descontar los tres años.

5.4.5. Todos los flujos pueden ser positivos o negativos

En el cálculo del VAN, a diferencia de otros criterios, específicamente la TIR, no requiere cambios de signo en los flujos, éstos pueden ser todos positivos, así se tendría Valor Actual de beneficios, VAB, o bien ser todos negativos y se tendría Valor Actual de Costos, VAC.

5.5. Medidas de rentabilidad (TIR)

Este criterio evalúa la conveniencia o no de emprender un proyecto comparando la rentabilidad implícita del proyecto con la rentabilidad que se sacrifica al destinar los recursos al proyecto en cuestión. La rentabilidad a calcular es la denominada Tasa Interna de Retorno (TIR), que representa la máxima tasa de descuento que soporta el proyecto sin que el VAN se haga negativo, o bien la máxima tasa de interés que se puede pagar por el capital empleado en la inversión sin provocar pérdidas en el proyecto. En términos sencillos, la TIR es aquella tasa de descuento que hace el VAN igual a cero. Matemáticamente su cálculo requiere la solución de un polinomio de grado n que se presenta en la ecuación:

$$-I_0 + F_1\left(\frac{1}{1+r}\right)^1 + F_2\left(\frac{1}{1+r}\right)^2 + F_3\left(\frac{1}{1+r}\right)^3 + \dots + F_n\left(\frac{1}{1+r}\right)^n = 0 \quad (13)$$

La solución de la ecuación (13) puede significar un máximo de n raíces reales e imaginarias, es decir, un proyecto puede tener más de una TIR. Sin embargo, si el proyecto tiene un solo cambio de signo, en la forma de proyecto “bien comportado”, primer flujo negativo y el resto positivo, se puede demostrar que la función VAN es monótonamente decreciente y existe una sola tasa de descuento que hace el VAN igual a cero. Lo mismo ocurre a la inversa, es decir un flujo positivo y todos los demás negativos.

Considere un proyecto con una inversión de \$1,000 y tres flujos de \$450. Si la tasa de descuento es 10% se obtiene un VAN=\$119,1. Esto significa que la rentabilidad del proyecto es superior a 10% o bien, si se financia con un préstamo al 10%, el excedente neto para el inversionista sería de \$119,1. Esto significaría que se podría pagar una tasa de interés superior a 10%. Si la tasa de descuento es 15% el VAN es igual a \$27,45. Esto significa que el proyecto tiene una rentabilidad superior a 15%. Ahora si la tasa es del 20% el VAN es igual a -\$52,08, o sea el proyecto tiene una rentabilidad inferior a 20%, por lo tanto no es capaz de pagar un préstamo con una tasa de interés de

20%. Con esto se puede deducir que la TIR es mayor de 15% y menor de 20%.

Entonces, la TIR es la tasa de descuento que significa un VAN igual a cero. Por lo tanto, si la TIR es mayor que la tasa de descuento el VAN será positivo y por el contrario, si es menor el VAN será negativo.

En consecuencia el criterio de decisión será:

- Si $TIR > r \Rightarrow VAN > 0$ Proyecto conveniente
- Si $TIR < r \Rightarrow VAN < 0$ Proyecto no conveniente
- Si $TIR = r \Rightarrow VAN = 0$ Indiferencia⁵

En aquellos proyectos que tienen más de un cambio de signo se puede obtener más de una TIR (como máximo, el número de cambios de signo que existan). Por otro lado el cálculo de la TIR requiere que exista al menos un cambio de signo, es decir no pueden ser todos los flujos positivos o negativos. En la Tabla 5.10 se muestra los flujos de seis proyectos, los cambios de signos, la TIR, la relación con la tasa de descuento y el VAN de cada uno.

Tabla 5.10. Proyectos y Tasa Interna de Retorno.

Proyecto	Período				Cambios de signo	TIR	Relación	VAN
	0	1	2	3				
A	-100	50	40	35	1	12,9%	>r	\$ 4,81
B	-100	40	30	45	1	7,2%	<r	-\$ 5,03
C	-100	40.2	40.2	40.2	1	10%	=r	0
D	-100	50	45	36	1	15,7%	>r	\$ 9,69
E	-100	71	50	3	1	16,2%	>r	\$ 8,12
F	10	-90	260	-240	3	100,0%	?	-\$ 37,26

⁵ También es posible establecer la relación en sentido contrario, es decir, si el VAN es mayor que cero implica que la TIR es mayor que la tasa de descuento, o que si el VAN es negativo la TIR es menor que la tasa de descuento, o sea la relación es en ambos sentidos, pero sólo si el proyecto es bien comportado, un cambio de signo y flujos positivos precedidos de flujos negativos.

Si la TIR es mayor que la tasa de descuento los proyectos son convenientes. Esto se cumple para los proyectos A, D y E. Para el proyecto B la TIR (7,2%) es menor que la tasa de descuento (10%) por lo que su VAN es negativo (-\$5,03). En el caso del proyecto C se tiene que la rentabilidad, TIR, es exactamente igual a la tasa de descuento (rentabilidad exigida), por lo cual se está en una situación de indiferencia, VAN igual a cero.

Los cinco primeros proyectos son bien comportados (un cambio de signo) por lo tanto el criterio de la TIR coincide con el VAN, es decir, todo proyecto que es conveniente con el TIR es conveniente con el VAN.

Diferente es la situación del proyecto F, éste tiene tres cambios de signo, lo cual significa que puede tener a lo más tres tasas de rentabilidad, pero su interpretación ya no es válida, pues ya no se cumple el criterio de decisión, las tasas TIR encontradas sólo determinan un intervalo en el cual el proyecto es rentable, entonces su interpretación debe ser a través de la curva del VAN, que muestra el comportamiento de éste con respecto a la tasa de descuento (ver Figura 5.9).

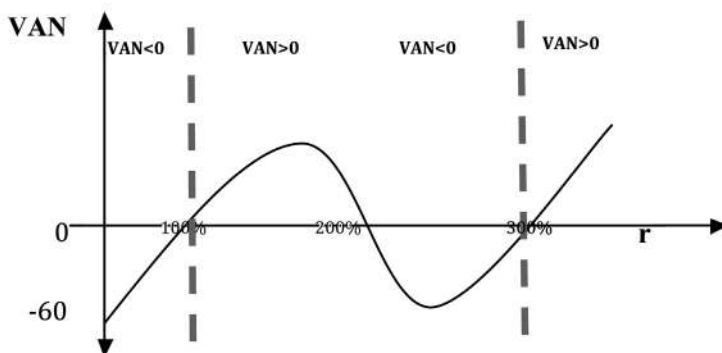


Figura 5.9. Comportamiento VAN y TIR múltiples.

El cálculo de la TIR en algunos casos puede ser engorroso pues no existe una fórmula de cálculo directa, dada su composición mate-

mática, polinomio de grado n . Por lo tanto, su cálculo es a través de aproximaciones sucesivas, buscando la tasa de descuento que haga el VAN igual cero. Sin embargo, en la actualidad el cálculo de la TIR viene incorporado como rutina en todas las planillas electrónicas, que es donde se desarrollarán definitivamente los flujos de cualquier proyecto que se pretenda evaluar en forma seria. También existen buenas aproximaciones en el cálculo de la TIR que pueden ayudar en caso de apuro. En el siguiente apartado se presenta una aproximación del cálculo de la TIR.

5.5.1. Casos particulares. Cálculo de la TIR

5.5.1.1. *Proyectos de larga vida o perpetuos.* Si los flujos del proyecto son iguales y perpetuos, el cálculo de la TIR es simple, pues el valor actual de un flujo perpetuo constante, es el flujo dividido por la tasa de descuento, por lo tanto la expresión del VAN está dada por la ecuación:

$$VAN = -I_0 + \frac{F}{r} \quad (14)$$

La tasa de descuento (TIR) que iguala el VAN a cero es:

$$r = \frac{F}{I_0} \quad (15)$$

5.5.1.2. *Proyectos con un solo flujo.* Si el proyecto tiene un solo flujo de beneficio en el año n , el cálculo de la TIR es simple. En este caso la expresión del VAN está dada por la ecuación:

$$VAN = -I_0 + \frac{F_n}{(1+r)^n} \quad (16)$$

Entonces la tasa de descuento que hace el VAN igual cero es:

$$r = \sqrt[n]{\frac{F_n}{I_0}} - 1 \quad (17)$$

5.5.1.3. Aproximación cálculo de la TIR. Aun cuando es difícil pensar que se pretenda evaluar un proyecto sin disponer de una hoja de cálculo electrónica, puede ser que sea necesario, en alguna situación particular, tener que calcular la TIR de un proyecto y no se disponga de esta herramienta. En estos casos podemos usar alguna aproximación, a continuación se mostrarán algunas situaciones:

a. Flujos Constantes y larga vida útil. Se sabe que si el proyecto tiene flujos constantes y vida útil muy larga (casi perpetua) el cálculo de la TIR es fácil. Pero si el proyecto tiene flujos constantes y una vida útil no tan larga, por ejemplo 20 años, una aproximación de la TIR sería calcularla como si la vida útil fuera infinita. Esta aproximación será útil si se tiene presente que es una sobreestimación de la TIR exacta. Por ejemplo, un proyecto con una inversión de \$80.000 y flujos anuales de \$12.000 por un periodo de 20 años tiene una TIR de 13,9%. Si se calcula como si el proyecto durará infinitamente, el cálculo sería de 15%. Ciertamente la aproximación no es exacta, pero es una buena referencia sobre todo si se sabe que la verdadera TIR será siempre menor.




b. Flujos Constantes y corta vida útil. En este caso no se puede aplicar la aproximación anterior, el error sería muy alto. Por ejemplo, con los mismos datos del caso anterior, pero la vida útil en vez de 20 años fuera 9 años. En este caso la TIR exacta es 6,5% y la aproximación con vida útil infinita es 15%, obviamente esta aproximación no sirve. En este caso, para tener una aproximación de la TIR, usaremos el caso de proyectos con sólo un flujo. Dado que este proyecto tiene nueve flujos, se debe transformar a un proyecto de un sólo flujo. Para esto, se toma la suma de los nueve flujos y se ubica temporalmente en el punto medio, así éste se transforma en un proyecto de un solo flujo de \$108.000 en el año 5. El cálculo de la TIR para proyectos de un solo flujo es fácil y corresponde a lo presentado en el punto 5.5.1.2. Aplicando la fórmula (17) la aproximación de la TIR es 6,2% y la real es 6,5%, por tanto es una buena aproximación.

Ahora si los flujos no son iguales también se pueden tener buenas aproximaciones, pero si se ha llegado a ese nivel de detalle, lo más probable que se esté trabajando en una hoja de cálculo y ya no tiene sentido trabajar con aproximaciones.

5.5.2. Ventajas de la TIR

Permite conocer la rentabilidad del proyecto, y tomar una decisión sin necesidad de explicitar exactamente una tasa de descuento, basta un valor aproximado de ésta. Además la TIR no cambia con la tasa de descuento, por lo tanto, ya definido el proyecto (perfil de costos y beneficios) la TIR será la misma, cualquiera sea la tasa de descuento del inversionista. Por ejemplo, si se tienen varios proyectos de inversión, todos independientes, pueden ser ordenados por la TIR y discriminar rápidamente cuáles son rentables y cuáles no. En la Tabla 5.11 se muestra el ranking de proyectos de acuerdo a la TIR.

Tabla 5.11. Ránking de proyectos.

Proyecto	TIR
A	57%
B	43%
C	36%
D	21%
E	18%
F 	16%
G 	12%
H	9%
I 	5%
J	4%
K	3%

Proyectos Rentables

Proyectos Inciertos

Proyectos No Rentables

De acuerdo a este *ranking*, teniendo sólo una idea aproximada de la tasa de descuento, se podría rápidamente separar el listado de proyectos en tres grupos, el primer grupo del A al F serían proyectos rentables, un segundo grupo del I al K, proyectos no rentables y el tercer grupo, los proyectos G y H son inciertos.

Por otro lado, cuando se está evaluando un solo proyecto y no se tiene total certeza de la tasa de descuento, que será la situación más frecuente en la mayoría de los casos, el cálculo de la TIR se hará directamente de la sensibilización del VAN a la tasa de descuento. Por lo tanto, ambos criterios, VAN y TIR, deben ser usados complementariamente. El VAN requiere que se explicita una tasa de descuento y, por otro lado, la TIR entrega la tasa de descuento que hace el VAN igual a cero, es decir la máxima tasa de descuento que puede soportar el proyecto.

Para un proyecto con una inversión de \$1.000 y cinco flujos de \$400, el VAN será igual \$516 cuando la tasa de descuento es 10%. Si no se tiene certeza de la tasa de descuento, la pregunta será *¿Cómo cambiará la decisión si cambia la tasa de descuento?* En este caso particular lo importante son los probables aumentos de tasa, pues si ésta es mayor, el proyecto podría dejar de ser rentable, por lo tanto habría que evaluarlo a tasas mayores pensando en un eventual aumento de tasa, sin embargo este ejercicio no es necesario si se calcula la TIR, que en este caso es 29%, pues indica inmediatamente la máxima variación que podría tener la tasa de descuento sin que cambie la decisión.

Tal como muestra la Figura 5.10, la tasa de descuento podría aumentar en 19 puntos y el VAN seguiría siendo positivo, por lo tanto el cálculo de la TIR entrega información muy útil cuando la tasa de descuento es de difícil cuantificación.

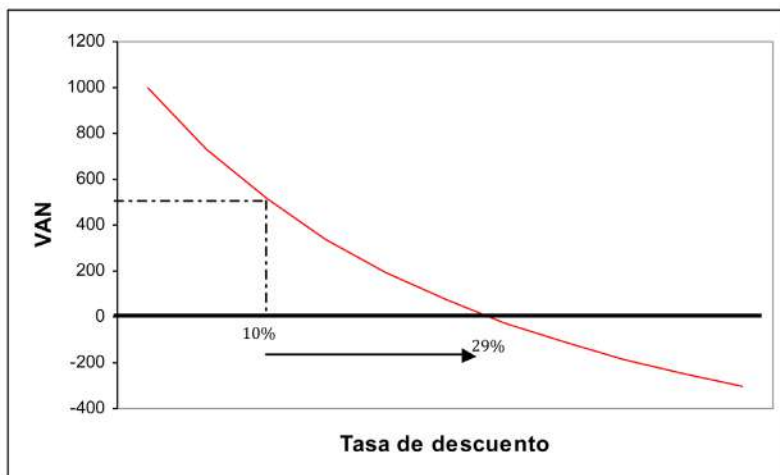


Figura 5.10. VAN y TIR.

5.5.3. Desventajas de la TIR

a. No es aplicable cuando existe más de un cambio de signo


Si el proyecto presenta más de un cambio de signo, no se puede asegurar que existe una sola TIR y su análisis debe ser a través del VAN, aun cuando se mostró, con un ejemplo, que esto rara vez ocurre y dependerá de la magnitud de los flujos, sin embargo el problema está latente.

b. Cuando existen distintas tasas de descuento

Cuando un proyecto es bien comportado, con una sola TIR, y se enfrenta a una situación de varias tasas de descuento, se presenta el problema de comparación. La TIR debe ser comparada con la tasa de descuento del proyecto, en este caso ¿con cuál se comparará?, no

existe una tasa que sea representativa, no es posible calcular un promedio, entonces sólo si la TIR del proyecto es superior a todas las tasas de descuento, es posible afirmar que el proyecto es conveniente. Si, por el contrario, la TIR es inferior a todas las tasas de descuento se puede concluir que el proyecto no es rentable. Si se tiene que la TIR es mayor que algunas y menor que otras, basado sólo en este criterio no es posible concluir sobre la conveniencia del proyecto, debemos recurrir al VAN.

Ejemplo 5.6. VAN y TIR con distintas tasas de descuento.

	0	1	2	3
				
Flujos(\$)	-1.000	420	420	420
Tasa		10%	12%	20%

Para este proyecto la TIR es igual a 12,5%, tasa superior a las tasas de descuento del primer y segundo año pero inferior a la del tercero. ¿Este proyecto será rentable?, solamente con esta información es imposible responder, necesariamente se debe calcular el VAN, que en este caso es \$6,8.

c. No es útil para comparar proyectos alternativos

Para los proyecto D y E de la Tabla 5.12., se tiene que la TIR de ambos proyectos es mayor que 10%, por lo tanto los dos proyectos son convenientes, su VAN es mayor que cero, pero no se puede decir cuál de los dos proyectos es mejor.

Tabla 5.12. Proyectos alternativos.

Proyecto	Período				VAN 10%	TIR
	0	1	2	3		
D	-100	50	45	36	9,69	15,9%
E	-100	71	50	3	8,12	16,2%

En este caso, los criterios no coinciden. Según el criterio de riqueza (VAN) es mejor el proyecto **D** y de acuerdo al criterio de rentabilidad es mejor el proyecto **E** ¿A qué se debe la diferencia?

El cálculo de la TIR supone que todos los flujos del proyecto serán reinvertidos a esa misma tasa. En cambio, el aumento en la riqueza depende crucialmente de la tasa a la que se serán reinvertidos realmente los fondos, es decir, a la tasa de descuento pertinente. De esta forma, la TIR representa la máxima tasa de descuento que el proyecto soporta y esto no siempre tiene relación con el mayor VAN. Así entonces, dependiendo de la tasa de descuento que se use, la decisión va a cambiar, por lo tanto será muy útil conocer el comportamiento del VAN a distintas tasas de descuento y estudiar si la decisión varía frente a cambios en la tasa de descuento. Esta relación se observa en la Figura 5.11:

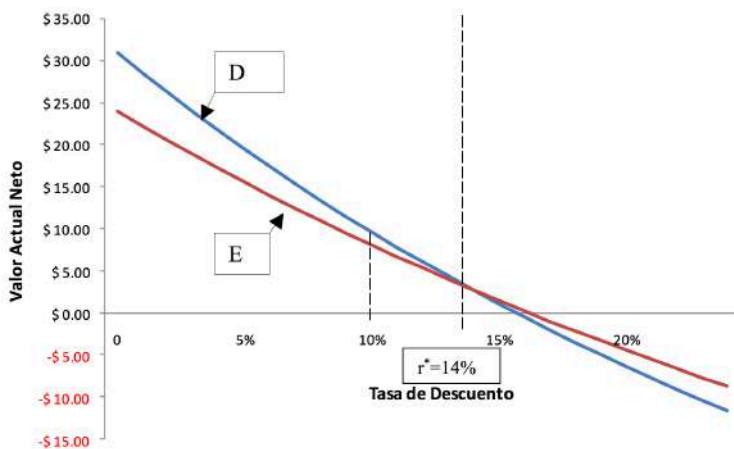


Figura 5.11. VAN y tasa de descuento.

En el caso de proyectos competitivos, la TIR no es un buen criterio pues no es un indicador del cambio de riqueza, es decir una mayor TIR no indica un mayor VAN. La TIR sólo indica cuál es la máxima tasa que soporta el proyecto. Para una tasa de descuento de

10%, dada la disposición temporal de los flujos, el proyecto D es más conveniente, pero esto no es absoluto, puesto que si cambia la tasa de descuento puede cambiar la decisión, sin haber cambiado las tasas internas de retorno. Por lo tanto, sería deseable encontrar la tasa de descuento para la cual ambos proyectos son indiferentes, así en la Figura 5.11 la tasa r^* representa la tasa para la cual los proyectos reportan igual cambio de riqueza. En este ejemplo la tasa que provoca la indiferencia entre ambos proyectos es 14%. Esta tasa se denomina tasa de Fisher o TIR marginal

Entonces, para una tasa de descuento superior a 14% conviene el proyecto E y para una inferior conviene el proyecto D.

5.5.4. Cálculo de la tasa r^* (tasa Fisher)

Tal como se muestra en la Figura 5.11 la tasa r^* requiere la igualdad de los VAN de ambos proyectos. Por lo tanto, formalmente debe expresarse de esa forma. Sea P_1 y P_2 dos proyectos competitivos, la igualdad de los VAN de ambos proyectos se muestra en la expresión:

$$-I_1 + \frac{F_{11}}{(1+r^*)} + \frac{F_{12}}{(1+r^*)^2} + \dots + \frac{F_{1n1}}{(1+r^*)^{n1}} = -I_2 + \frac{F_{21}}{(1+r^*)} + \frac{F_{22}}{(1+r^*)^2} + \dots + \frac{F_{2n2}}{(1+r^*)^{n2}} \quad (18)$$

Si se juntan los términos semejantes, se tiene la expresión:

$$-(I_1 - I_2) + \frac{F_{11} - F_{21}}{(1+r^*)} + \frac{F_{12} - F_{22}}{(1+r^*)^2} + \dots = 0 \quad (19)$$

Expresando las diferencias de inversión y de flujo como Δ se obtiene la expresión:

$$-\Delta I + \frac{\Delta F_1}{(1+r)} + \frac{\Delta F_2}{(1+r)^2} + \frac{\Delta F_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{\Delta F_n}{(1+r)^n} = 0 \quad (20)$$

Después de las transformaciones, lo que se tiene es un perfil diferencial, incremento de inversión e incrementos de flujos. El diferencial podría estar sólo en los flujos, producto de cambios en la disposición temporal de los flujos o por cambios en la vida útil, o también en la inversión producto de una ampliación de inversión con sus correspondientes mayores beneficios.

Si el VAN de este perfil es positivo significa que el incremento es positivo, por lo tanto la rentabilidad de ese incremento (ampliación) es mayor que la tasa de descuento a la cual se evalúa. La tasa r^* es la TIR del proyecto diferencial o marginal, por lo tanto esta tasa se denomina TIR marginal, ya que representa la rentabilidad de la diferencia. Esta diferencia puede ser de tamaño del proyecto o vida útil u otro cambio en el proyecto.

Ejemplo 5.6. Aplicación de la TIR marginal. La empresa el “Congreso” está evaluando dos alternativas de inversión, la primera (I) requiere una inversión de \$10.000 y retornará beneficios netos de \$3.200 durante cinco años. La segunda (II) requiere una inversión de \$15.000 y retornará beneficios de \$4.600 también durante cinco años. Si la tasa de descuento es del 10%, ¿cuál de las dos alternativas es más conveniente?

De acuerdo al criterio del VAN la segunda alternativa es más conveniente, con un VAN de \$2.438, *versus* uno de \$2.138 de la primera alternativa. Sin embargo, de acuerdo al criterio de la TIR, la primera es mejor con una rentabilidad de 18% contra un 16% de la segunda alternativa. Lo que sucede en este caso es que el criterio de la TIR no es útil para comparar entre proyectos mutuamente excluyentes, sobre todo si existen diferencias en el monto de la inversión o en la vida útil. Al ser la TIR una tasa, ésta depende de la base sobre la cual se calcule (monto de la inversión) y también está asociada al período de evaluación, por lo tanto también depende de la vida útil.

Así, no es lo mismo hablar de una TIR de 30% de un proyecto con una inversión de \$1.000 y una TIR de 20% sobre una inversión de \$100.000; siempre la TIR va a favorecer a proyectos de menor inversión. Lo mismo ocurre con la vida útil, la TIR siempre favorecerá a

proyectos de menor vida útil. Por lo tanto, en este caso la TIR no es un criterio válido. El análisis del VAN indica que el proyecto II es el mejor, sin embargo ya se sabe que esto no es absoluto, depende de la tasa de descuento, por lo tanto es posible que si cambia esta tasa la decisión cambie. El cálculo de la TIR marginal entrega esa información. En la Tabla 5.13 se muestra el cálculo del flujo diferencial y su rentabilidad.

Tabla 5.13. Cálculo de TIR Marginal.

Proyecto	Proyecto I	Proyecto II	Diferencial
Año 1	-10.000	-15.000	-5.000
Año 2	3.200	4.600	1.400
Año 3	3.200	4.600	1.400
Año 4	3.200	4.600	1.400
Año 5	3.200	4.600	1.400
TIR	18%	16%	12%
VAN 10%	\$ 2.138	\$ 2.438	\$ 693

El proyecto II, en relación al Proyecto I, significa una inversión adicional de \$5.000 y mayores beneficios anuales de \$1.400, con esto la rentabilidad de esta mayor inversión es de 12%, por lo tanto, dada la tasa de descuento de 10%, es más conveniente invertir en el proyecto de mayor inversión, pues los \$5.000 adicionales aumentan la riqueza del inversionista en \$300. En cambio, si esos \$5.000 se invirtieran al 10% (mejor alternativa) se perderían los \$300. El criterio de la TIR marginal dice que si la rentabilidad marginal (TIR_{Mg}) es superior a la tasa de descuento, es conveniente invertir en el proyecto de mayor inversión, pues se obtiene mayor rentabilidad adicional (12%) en ese proyecto que invirtiendo a la tasa de descuento. Si la tasa de descuento fuera igual a 12%, ambos proyectos serían iguales. Si la tasa de descuento fuera mayor que 12%, por ejemplo 14%, ya no es cierto que conviene aumentar la inversión de \$10.000 a \$15.000, pues es más rentable destinar los \$5.000 a la mejor alternativa (14%) que invertirlos en el negocio para ganar 12%.

En estos casos, de proyectos mutuamente excluyentes, con distinto monto de inversión o distinta vida útil, el criterio de la TIR_{Mg} es un criterio útil y la evaluación es directa, así si la TIR_{Mg} es mayor que la tasa de descuento es conveniente aumentar la inversión, es decir realizar el proyecto de mayor inversión, y así se maximiza el VAN.

5.6. Otros criterios de evaluación

Se han revisado los dos criterios más importantes en la evaluación económica de proyectos, *cambio de riqueza* y *rentabilidad*. Los criterios que a continuación se revisan son transformaciones de estos mismos y en algunos casos son más útiles o más eficientes en generar una recomendación.

5.6.1. Anualidades

Todo proyecto de inversión tiene asociado flujos y activos y deben ser transformados de manera de hacerlos comparables, los flujos en activos o viceversa. El criterio del VAN transforma los flujos en activos y determina el cambio en la riqueza. Alternativamente, se puede transformar los activos en flujos y calcular los flujos netos anuales. Esto no es más que la anualización del VAN, es como si se distribuyera el VAN en la vida útil del proyecto, pero imputando el costo de oportunidad. En la Figura 5.12 se muestra esquemáticamente esta transformación.

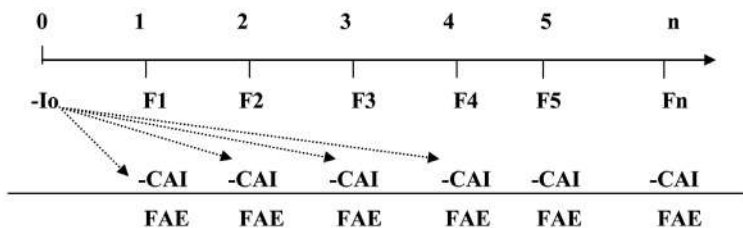


Figura 5.12. Transformación de activo en anualidad.

En este caso se ha anualizado la inversión y se obtiene para cada periodo un Flujo Anual Equivalente (FAE), que actualizado para toda la vida útil es igual al VAN. Matemáticamente, la anualización de un valor presente se realiza como indica la fórmula:

$$\text{FlujoEquivalente} = \frac{VP}{\left[\frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n * r} \right]} \quad (21)$$

De manera que, si el valor presente corresponde a la inversión, entonces la resultante es el Costo Anual de la Inversión (CAI). Si el valor presente es el VAN, el resultante es el FAE.

¿Cuándo usar el criterio de la anualidad? Existen algunas situaciones o condiciones en que el cálculo de anualidad es más útil o eficiente.

1. Cuando los flujos del proyecto son constantes

Cuando los flujos del proyecto son constantes para toda la vida útil, se puede hacer el análisis de conveniencia económica para un solo período, un periodo tipo. Entonces si el resultado neto del período tipo es positivo, el proyecto es conveniente, no es necesario realizar el análisis para todos los períodos.

Ejemplo 5.7. Flujo Anual Equivalente. Se tiene un proyecto con una inversión de \$10.000 y beneficios netos de \$3.000 durante cinco años. ¿Será conveniente este proyecto si la tasa de descuento es de 10%?

Si se anualiza la inversión en los cinco años, el costo anual será de \$2.639, de manera que el FAE para cada uno de los cinco años será de \$361, por lo tanto el proyecto es conveniente, pues en cada uno de los cinco años se tendrá un flujo neto positivo después de recuperar toda la inversión.

Sin embargo, la mayor utilidad de este criterio, en el caso de flujos

constantes, es cuando se está en la etapa de formulación del proyecto o bien cuando aún no están todas las variables definidas. Suponga que se tiene definida la inversión total del proyecto en \$20.000 y los costos de operación alcanzan a \$5.000 en un período de 10 años. Con esto, se necesita saber cuáles deben ser los ingresos mínimos anuales para que el proyecto resulte conveniente. La anualización de la inversión es \$3.257, por lo tanto el costo anual equivalente asciende a \$8.257, de manera que el ingreso mínimo anual debe ser por lo menos \$8.257 para cada uno de los diez años del proyecto.

En algunos casos, cuando el período de evaluación es relativamente largo se puede suponer sin mayor problema que el período de evaluación es infinito, de esta manera el cálculo de la anualización es aún más fácil y corresponde sólo a calcular la rentabilidad imputada a valor presente. En el ejemplo anterior, una inversión de \$20.000, con duración indefinida, tendría un costo anual de inversión de \$2.000, de manera que el ingreso mínimo anual necesario para emprender el negocio sería de \$7.000 indefinidamente.

2. Cuando la vida útil de los proyectos es distinta

Cuando se está evaluando distintas alternativas de proyecto y es preciso elegir la mejor porque son mutuamente excluyentes, se debe tener cuidado en el criterio a utilizar y el tipo de decisión que se está evaluando. Si la decisión de inversión es por una sola vez y el horizonte de evaluación es idéntico, se puede evaluar por valor presente o por anualidad, el resultado es el mismo. En cambio, si la decisión es por una sola vez y los plazos son distintos, sólo el criterio de valor presente neto es útil. El criterio de anualidad en este caso no es aplicable, pues éste es referido a un período, por ejemplo flujo anual, entonces si los años no son los mismos, los proyectos no son comparables. Por ejemplo, si para dos proyectos cualesquiera A y B se calculan sus FAE, y se observa que FAE_A es igual a \$500 y FAE_B es \$400, claramente el proyecto A es mejor que el proyecto B, sólo si los periodos de evaluación son los mismos. Si el proyecto A tiene una validez de 5 años y el proyecto B de 8 años, entonces la decisión cambia

y el proyecto B es mejor con un VAN de \$2,134 contra uno de \$1.895 para el proyecto A, dada una tasa de descuento de 10%.

Ahora, si los proyectos son repetitivos, la situación es distinta, se puede suponer que se repiten indefinidamente o bien en un plazo tal que sean comparables. En estas circunstancias siempre será mejor el proyecto que tenga un FAE mayor. En el ejemplo anterior si se supone que se repiten indefinidamente, el VAN del proyecto A será de \$5.000 y del proyecto B de \$4.000. Ahora si se considera un período de 40 años donde el proyecto A se realizaría ocho veces y el proyecto B cinco veces, la decisión es la misma, el mejor proyecto es el A, pues en los 40 años tendría un FAE de \$500, mientras el proyecto B tendría uno de \$400 durante el mismo período. En términos de VAN, para el proyecto A es \$4,890 y para el proyecto B es \$3.912.

En el caso en que todos los ítemes a anualizar son costos, a este criterio se le llama Costo Anual Equivalente (CAE) y se escogerá aquella alternativa que signifique un menor CAE, asegurándonos que sean comparables en beneficios o prestaciones.

Ejemplo 5.8. Inversiones de distinta vida útil y anualidades. Considere un proyecto que requiere una inversión en edificios con una vida útil de 40 años, maquinarias y equipos con vida útil de 10 años, muebles con vida útil de 5 años y computadores con 2 años de vida útil; además se debe agregar el terreno y el capital de trabajo que no tienen vida útil asociada. Dada la magnitud de los flujos, la vida útil debe ser la de 40 años, por ser la más significativa en valor(\$), por lo tanto se requieren reinversiones de maquinarias, muebles y computadores cada 10, 5 y 2 años. Se considera, además, que los flujos netos de la operación son constantes en los 40 años e iguales a \$9.500.000. La evaluación de este proyecto a través del VAN obligaría a calcular para cada año el flujo neto considerando las reinversiones, lo cual sería un poco engorroso, pues los flujos cambiarían cada año. Por lo tanto, la forma más adecuada es transformar todas las inversiones en su CAE y hacerlo válido para los cuarenta años, dadas las reinversiones. En la Tabla 5.14 se muestra el CAE de cada uno de los ítemes de inversión y el costo total anual válido para cada año del proyecto.

Tabla 5.14. Cálculo de Costo Anual Equivalente (CAE).

Inversiones	Monto (\$)	Vida útil	Factor de anualización	CAE (\$)
Terreno	2.000.000		0.100	200.000
Edificio	50.000.000	40	0.102	5.112.971
Maquinarias y Equipos	6.000.000	10	0.163	976.472
Muebles	4.000.000	5	0.264	1.055.190
Computadoras	2.000.000	2	0.576	1.152.381
Capital de Trabajo	2.000.000		0.100	200.000
Total	\$66.000.000			\$8.697.014

Según la Tabla 5.14, el costo anual de inversión, incluyendo las reinversiones, es de \$8.697.014 que, comparado con el flujo anual de \$9.500.000, significaría un excedente neto anual de \$802.986, con lo cual el proyecto sería rentable, dado que es capaz de cubrir todos sus costos e incluso el costo alternativo y arrojar un excedente positivo que permitirá aumentar la riqueza del inversionista. Para el cálculo del VAN basta con multiplicar el flujo neto de \$802.014 por el factor de actualización 9,82 (el inverso de 0,102 para 40 años) resultando de \$7.862.882.

5.6.2. Razón Beneficio-Costo (Rb/c)

Este indicador de decisión es una transformación del VAN y corresponde al cociente entre el valor actual de los beneficios y el valor actual de costos que se presenta en la expresión:

$$Rb/c = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad (22)$$

Asimismo, se puede describir como la expresión:

$$Rb/c = \frac{VAB}{VAC} \quad (23)$$

Se observa que si el VAB es mayor que el VAC, la Rb/c es mayor que 1 y a la vez el VAN del proyecto es positivo. Los criterios de decisión son:

Si:

$Rb/c > 1$ Proyecto es conveniente, implica	$VAN > 0$
$Rb/c < 1$ Proyecto es no conveniente, implica	$VAN < 0$
$Rb/c = 1$ Proyecto es indiferente, implica	$VAN = 0$

Tal como se aprecia en la fórmula (23), si los beneficios son mayores que los costos el proyecto es conveniente, por lo tanto siempre la recomendación será igual a la que proporciona el VAN. Si los proyectos son independientes, da lo mismo usar cualquier criterio, todos otorgarán la misma decisión. La diferencia está en la magnitud de ambos criterios, la Rb/c relativiza los beneficios respecto de los costos, indicando cuántas veces los beneficios actualizados superan a los costos actualizados, en cambio el VAN indica la diferencia entre ambos.

La idea básica de la Rb/c es el ordenamiento de proyectos, a través de un *ranking*, ubicando en primer lugar aquellos proyectos que superen en mayor proporción los costos de los mismos.

Sin embargo, este criterio tiene una limitación, pues el ordenamiento de los proyectos puede cambiar modificando sólo la forma como se definan los flujos positivos y negativos del proyecto sin modificar su VAN. Considere un proyecto con una inversión de \$10.000, costos de operación de \$3.000 y beneficios de \$6.000. Con esto, la Rb/c es 1,06. En la Tabla 5.15 se muestra el cálculo de este criterio.

Tabla 5.15. Cálculo de Razón Beneficio-Costo.

	0	1	2	3	4	5	Valor actual
Costos	-10.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000	\$ 21.372
Beneficios		6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	\$ 22.745

$$Rb/c = 1,06$$

En la Tabla 5.16 se muestra el mismo proyecto, pero la información de costos y beneficios está neteada, con esto la Razón beneficio-costos asciende a 1,14, sin que el proyecto haya cambiado. En ambos casos el VAN es \$1.372.

Este problema en la definición de costos y beneficios hace que este criterio no sea útil al momento de seleccionar proyectos competitivos.

Tabla 5.16. Cálculo de Razón Beneficio-Costo (Flujos Neteados).

	0	1	2	3	4	5	Valor actual
Costos	-10,000	0	0	0	0	0	\$ 10,000
Beneficios		3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	\$ 11,372

$$Rb/c = 1,14$$

5.6.3. Índice de VAN (IVAN)

El Índice de VAN, IVAN, establece una relación entre el VAN del proyecto y la inversión requerida, de manera que indica el aumento de riqueza por unidad de inversión. Se expresa en la ecuación:

$$IVAN = \frac{VAN}{I_o} \tag{24}$$

El IVAN (24) indica la contribución a la riqueza por peso invertido, de manera que este criterio es una medida de rentabilidad. Es útil para elegir entre proyectos con distinto monto de inversión.

Si no existe restricción de fondos, la recomendación es escoger el proyecto de mayor VAN. Por el contrario, si existe restricción de fondos, escoger el proyecto de mayor VAN no garantiza la mejor decisión. En este caso, maximización con restricción de fondos, se debe elegir aquellos proyectos que den mayor VAN por peso invertido.

En la Tabla 5.17 se muestran dos proyectos con distinta inversión. De acuerdo al VAN se debiera escoger el proyecto B, pues tiene un VAN de \$2.745 contra \$1.823 del proyecto A. Si no existe restricción de fondos la decisión sería la correcta, pues el excedente de fondos, de invertir en A, se reinvertiría a la tasa de descuento que proporcionaría un VAN de cero. En cambio si existe restricción de fondos se debiera escoger el proyecto A, pues cada peso invertido contribuye en \$0,36 a la riqueza; en cambio el proyecto B lo hace sólo en \$0,14, de manera que los escasos fondos se utilizan de mejor forma invirtiendo en el proyecto A

Tabla 5.17. Cálculo de VAN e IVAN (Tasa de descuento: 10%).

	0	1	2	3	4	5	VAN	IVAN
Proyecto A	- 5.000	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	\$ 1.823	0,36
Proyecto B	- 20.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	\$ 2.745	0,14

En la Tabla 5.18 se incorpora el criterio de la TIR. Anteriormente se planteó que la TIR no es útil cuando los proyectos tienen distinto monto de inversión, pues no son comparables. En este caso, una TIR de 23% sobre una inversión de \$5.000 no es mejor que una TIR de 15% sobre una inversión de \$20.000, esto es válido cuando no existe restricción de fondos. Sin embargo, cuando existe restricción de fondos, lo importante es la rentabilidad; por lo tanto, el mejor proyecto es el A, que tiene mayor TIR y mayor IVAN.

Tabla 5.18. VAN, IVAN y TIR.

	Inversión	VAN	TIR	IVAN
Proyecto A	5.000	\$ 1.823	23%	0,36
Proyecto B	20.000	\$ 2.745	15%	0,14

Ejemplo 5.9. Selección de proyectos con restricción de fondos. Considere cuatro proyectos de inversión, que totalizan una inversión de \$550; en la Tabla 5.19 se muestra la Inversión y VAN para cada uno de los cuatro proyectos.

Tabla 5.19. Proyectos de Inversión con restricción de fondos.

Proyecto	Inversión	VAN
1	200	300
2	100	200
3	150	230
4	100	180

¿Qué proyectos se debiera seleccionar si se tiene un presupuesto de \$350?

Si se utiliza el VAN como criterio de selección, se escogería los proyectos 1 y 3 con un VAN total de \$530, sin embargo ésta no es la mejor decisión, pues no se está considerando la rentabilidad de los proyectos.

En este caso, el criterio a utilizar debe ser el IVAN, que considera el aporte de cada peso invertido a la riqueza. En la Tabla 5.20 se muestra el IVAN para cada proyecto.

Tabla 5.20. Criterio IVAN.

Proyecto	Inversión	VAN	IVAN
1	200	300	1,50
2	100	200	2,00
3	150	230	1,53
4	100	180	1,80

De acuerdo al criterio IVAN se debieran emprender los proyectos 2, 4 y 3, que totalizan una inversión de \$350 y un VAN de \$610.

De esta forma, se muestra que el VAN no es un criterio útil con restricción de fondos, el criterio adecuado es el IVAN. Sin embargo, este criterio entrega la mejor decisión sólo cuando el presupuesto se agota completamente o bien cuando los proyectos son divisibles. Si esto no se cumple, el IVAN solo otorgará una primera ordenación, sin que ésta necesariamente sea la que maximice el VAN.

En condiciones de restricción de fondos, una herramienta útil es la programación lineal (véase Hillier y Liberman, 1977; Taha, 2004), que pretende seleccionar los proyectos que maximicen el VAN de la cartera sujeto a las restricciones de fondos de uno o más períodos.

5.6.4. Período de Recuperación de la Inversión (PRI)

Este indicador es uno de los más simples y también uno de los criterios más criticados. El objetivo de este indicador es determinar el plazo en el cual el proyecto recupera totalmente la inversión, resultado que debe ser comparado con el período máximo aceptado por la empresa. Si los flujos son constantes el cálculo de este indicador es fácil y se realiza mediante la expresión:

$$PRI = \frac{I_0}{BN} \quad (25)$$

Donde PRI es el número de períodos donde se recupera la inversión (I_0) mediante los beneficios generados por el proyecto (BN).

Si un proyecto tiene una inversión de \$8.000 y beneficios constantes de \$1.600, el período de recuperación de la inversión será:

$$PRI = \frac{8.000}{1.600} = 5$$

Con esto se tiene que la inversión del proyecto se recupera en cinco años. Si los flujos del proyecto son distintos, el cálculo del PRI se hace acumulando el número de períodos que se requiere para recuperar la inversión.

Dos son las críticas más fuertes de este criterio:

1. No considera la tasa de descuento, solo suma los flujos sin considerar el costo de oportunidad en el tiempo.
2. No considera los flujos posteriores al período de recuperación.

Sin embargo, estas críticas pueden ser compensadas si se plantea que éste es un indicador que mediría la liquidez de los proyectos y su gran fortaleza es en períodos de alta incertidumbre, donde la empresa definiría un horizonte de planeación en el cual pueda controlar algunas variables. Si el proyecto es capaz de recuperar la inversión en un plazo menor que el horizonte definido, sería un proyecto atractivo, dadas las condiciones de incertidumbre. En este escenario, la críticas ya no son tan válidas, ¿cuál será realmente la tasa de descuento?, ¿tendrá sentido preocuparse de los flujos posteriores al horizonte de evaluación si existe alta inestabilidad?

Quizás los criterios debieran complementarse, por ejemplo si existe mucha inestabilidad, lo más importante es buscar proyectos más seguros y después buscar rentabilidad, por lo tanto, definido el horizonte de evaluación, escoger dentro de aquellos proyectos que recuperan la inversión en un plazo menor que el horizonte de planeación, seleccionar los de mayor VAN o mayor TIR.

5.7. Proyectos relacionados

Cuando se tiene dos o más proyectos, éstos pueden presentar relaciones entre ellos, las que pueden ser de tres tipos, Independientes, Complementarios o Competitivos.

a. Proyectos Independientes. Estos proyectos no se afectan entre sí, ni positiva ni negativamente. Para su evaluación se puede utilizar cualquier criterio, de rentabilidad o riqueza, ambos entregarán la misma recomendación. Si el VAN es positivo la TIR será mayor que la tasa de descuento, por tanto en ambos casos la recomendación es realizar el proyecto, de manera que si no existe restricción de fondos, se debe recomendar realizar todos los proyectos que tengan VAN positivo o TIR mayor que la tasa de descuento.

Si A y B son proyectos independientes se debe cumplir la siguiente relación:

$$\text{VAN(A)+VAN(B)=VAN(A+B)} \quad (26)$$

b. Proyectos Complementarios. Estos proyectos se afectan positivamente al realizarse en forma conjunta, existe una complementariedad en los beneficios se cooperan mutuamente, de manera que el resultado conjunto siempre será mejor que la suma de los resultados aislados de cada proyecto. En este caso la relación entre dos proyectos complementarios será:

$$\text{VAN(A)+VAN(B)<VAN(A+B)} \quad (27)$$

En este caso es recomendable la evaluación de cada proyecto en forma separada, si ambos proyectos son convenientes siempre será mejor realizarlos en forma conjunta. Si uno de ellos o ambos son no conveniente, realizados separadamente, es necesario evaluarlos en forma conjunta de manera de determinar si la complementariedad entre ellos compensa la no conveniencia individual. No por el hecho que dos proyectos sean complementarios siempre se deban realizar conjuntamente, esto dependerá del grado de complementariedad, así como también existirán proyectos tan complementarios que siempre se deben realizar en forma conjunta, pues su resultado en forma separada es siempre negativo.

Ejemplo de proyectos complementarios sería la construcción de una escuela y una biblioteca en un determinado sector. Si se construye sólo la escuela, tendría por ejemplo un VAN=\$1.500, si se construye sólo la biblioteca tendría un VAN de \$800; y si se realizan conjuntamente la escuela y la biblioteca el VAN total podría ser de \$2.700 por tanto ambos proyectos tienen una complementariedad igual a \$400. En este caso la recomendación es realizar ambos proyectos, porque los dos son convenientes y se refuerza la decisión por la complementariedad. Si por ejemplo el VAN de la escuela es

\$1.500, el VAN de la biblioteca es -\$200 y el VAN conjunto de escuela y biblioteca es \$1.700, en este caso la recomendación, aun cuando la biblioteca no es conveniente, es realizar ambos proyectos. Ahora si con los mismos datos anteriores el VAN conjunto es igual a \$1.400, la recomendación sería realizar solamente la escuela y obtener un VAN de \$1.500, los proyectos son complementarios, pero no lo suficiente para compensar la pérdida asociada a la construcción de la biblioteca.

c. Proyectos competitivos. Estos proyectos se afectan negativamente al realizarse en forma conjunta, existe una competencia en los beneficios, de manera que el resultado conjunto siempre será menor que la suma de los resultados aislados de cada proyecto. En este caso la relación entre dos proyectos competitivos será:

$$\text{VAN(A)+VAN(B)} > \text{VAN(A+B)} \quad (28)$$

En este caso se recomienda evaluar cada proyecto por separado y en forma conjunta a fin de medir el grado de competitividad entre los proyectos. Se puede dar el caso de proyectos competitivos que pueden coexistir, cuando el VAN conjunto es superior al VAN de uno por sí solo. Cuando no es posible realizar ambos proyectos, se dice que estos son Mutuamente Excluyentes y por tanto se debe elegir el mejor de ellos.

Ejemplo de proyectos competitivos sería la construcción de una biblioteca y la construcción de una sala de video-juegos en una determinada zona. Si consideramos sólo la biblioteca esta podría tener un VAN de \$800 y si consideramos sólo la sala de video-juegos podría tener un VAN de por ejemplo \$600, pero si ambos proyectos se realizan en forma conjunta el VAN total sería de \$1.000. Dado que el VAN de ambos proyectos en forma conjunta es menor que la simple suma de los proyectos por separado revela la competitividad de éstos, sin embargo la conveniencia es realizar ambos proyectos en forma conjunta, es decir, aunque son competitivos pueden coexistir. Ahora si con los mismos antecedentes el VAN conjunto fuera de \$700, diría-

mos que los proyectos son Mutuamente Excluyentes, son competitivos en extremo, ambos no pueden realizarse a la vez, es necesario elegir solo uno, el mejor, en este caso la biblioteca.

Cuando se tiene este tipo de proyectos, Mutuamente Excluyentes, hay que tener cuidado con el uso de los criterios de decisión, pues es posible que no coincidan en decisión; de acuerdo al VAN puede recomendar A y de acuerdo a la TIR puede recomendar B. Se debe tener cuidado en la vida útil del proyecto, si es por una sola vez, si es repetitivo y en el monto de la inversión. La TIR siempre va a discriminar a favor de los proyectos de menor inversión y de menor vida útil. También hay que considerar aspectos de restricción de capital y de incertidumbre.

A continuación en la Tabla 5.21 se muestra una serie de pares de proyectos que se ejecutan en forma separada y conjunta, determinemos la relación de cada par de proyectos y la decisión recomendada en cada caso.

Tabla 5.21. Proyectos Relacionados.

	0	1-3	VAN
A	-1.000	354	-120
B	-1.000	370	-80
A+B	-2.000	869	160
C	-1.000	354	-120
D	-1.000	434	80
C+D	-2.000	820	40
E	-1.000	354	-120
F	-1.000	434	80
E+F	-2.000	788	-40
G	-1.000	420	44
H	-1.000	435	83
G+H	-2.000	848	110
I	-1.000	420	44
J	-1.000	435	83
I+J	-2.000	780	-60

Los proyectos A y B son complementarios a tal grado que no pueden existir en forma separada, por tanto deben ejecutarse siempre juntos.

Los proyectos C y D son complementarios y se recomienda ejecutar sólo el proyecto D, dado que ejecutar ambos se tendría un VAN de sólo 40. En este caso la complementariedad entre los proyecto C y D es igual a 80.

Los proyectos E y F son independientes y se recomienda ejecutar sólo el proyecto F.

Los proyectos G y H son competitivos y se recomienda ejecutar ambos proyectos.

Los proyectos I y J son competitivos a tal extremo que no pueden coexistir, es decir, son Mutuamente Excluyentes, se debe ejecutar sólo el proyecto J.

5.8. El VAN del proyecto puro y del proyecto financiado

a. No existe impuesto ($t=0$)

Si no existe impuesto a las utilidades el Proyecto y el Financiamiento se comportan como proyectos independientes, de manera que el VAN del Proyecto Financiado será la simple suma del VAN del Proyecto Puro más el VAN del Financiamiento, entonces si

$$PF = PP + Fin \quad (29)$$

Aplicando VAN se tiene:

$$VAN_{PF} = VAN(PP + Fin) \quad (30)$$

$$VAN_{PF} > VAN_{PP} + VAN_{Fin} \quad (31)$$

Dado un Proyecto Puro cualquiera, el Proyecto Financiado será más conveniente, $VAN_{PF} > VAN_{PP}$, sólo si $VAN_{Fin} > 0$ y esto se logra si la tasa de interés es menor que la tasa de descuento ($i < r$).

b. Existe Impuesto a las Utilidades ($t > 0$)

Si existe impuesto a las utilidades el Proyecto y el Financiamiento se comportan como proyectos complementarios, de manera que el VAN del Proyecto Financiado será mayor que la simple suma del VAN del Proyecto Puro y el VAN del Financiamiento, entonces se tiene la relación:

$$VAN_{PF} > VAN_{PP} + VAN_{Fin} \quad (32)$$

Esta diferencia se explica por la complementariedad que se produce entre el cálculo de impuesto a las utilidades, por parte del proyecto y el pago de intereses asociado al financiamiento. Por un lado, el Proyecto debe pagar impuestos a la utilidades netas deducidos todos los gastos relativos al proyecto y por otro lado el Financiamiento debe pagar intereses que podrían ser deducidos de las utilidades, de manera que si ambos (Proyecto y Financiamiento) se realizan juntos se tendrá una ventaja tributaria, ahorro de impuesto, que mejora el Proyecto Financiado. De esta forma la expresión del VAN del Proyecto Financiado esta dada por:

$$VAN_{PF} = VAN_{PP} + VAN_{Fin} + VAN_{AI} \quad (33)$$

Donde VAN_{AI} corresponde al Valor Actual Neto de los Ahorros de Impuesto asociados a los gastos de intereses del Financiamiento. Los gastos de intereses reducen la Utilidad Neta antes de Impuesto, por tanto por cada peso de interés (i) se genera un ahorro igual a la tasa de impuesto (t), de esta manera los ahorros de impuestos en cada periodo serán $i \cdot t$. El VAN_{AI} siempre será positivo en el extremo, será igual a cero cuando no exista Financiamiento o cuando no exista impuesto ($t=0$).

Consideremos la siguiente situación:

Proyecto Puro No conveniente ($VAN_{PP} < 0$) debido principalmente a una alta tasa de impuesto.

Financiamiento No conveniente ($VAN_{Fin} < 0$) debido a la tasa de interés superior a la tasa de descuento.

Con esto, cada uno de los proyectos (Puro y Financiamiento) en forma separada son No convenientes, sin embargo al realizarlos juntos, Proyecto Financiado, podría ser conveniente, pues el VAN_{AI} será positivo producto de la complementariedad, la cual es mayor, mientras mayor sea la tasa de impuesto y mayor la tasa de interés.

$$VAN_{PF} = VAN_{PP} + VAN_{Fin} + VAN_{AI} \quad (34)$$

Por tanto, producto de la complementariedad podemos ver que dos Proyectos Malos, realizados en forma conjunta se transforman en un proyecto bueno.

Por ejemplo, el Proyecto Puro podría tener un $VAN = -15$, el Financiamiento un $VAN = -8$, ambos son no convenientes, pero el Proyecto Financiado podría tener un VAN positivo, por ejemplo igual a 5 y por tanto conveniente. En este caso, la conveniencia del Proyecto Financiado se debería a la complementariedad Impuesto-Intereses que es igual a 28. La complementariedad es tan alta que compensa las pérdidas individuales de cada proyecto provocadas por la alta tasa de impuesto y la alta tasa de interés de la deuda.

A continuación se desarrolla analíticamente una expresión que determinará en qué situaciones el Proyecto Financiado es más conveniente que el Proyecto Puro. Para esto se considerará un Proyecto Puro dado, es decir las características del proyecto, costos y beneficios, no van a cambiar con el financiamiento, por tanto el VAN del Proyecto Puro se asumirá constante.

$$VAN_{PF} = \overline{VAN_{PP}} + VAN_{Fin} + VAN_{AI} \quad (35)$$

Dada la identidad planteada en (35) el Proyecto Financiado será más conveniente que el Proyecto Puro si la suma de VAN_{Fin} y VAN_{AI} es positiva.

Algunas definiciones y supuestos para el desarrollo de la expresión de VAN_{PF} .

Definiciones:

- Monto Inversión: I_0
- Tasa de Impuesto: t
- Monto Préstamo: 100% de la Inversión
- Vida Útil Proyecto: n
- Plazo del Préstamo: n
- Tasa de Interés Préstamo: i
- Tasa de descuento: r

Supuesto:

El total del Préstamo se amortiza 100% al final de la vida útil del proyecto.

Con estos antecedentes se construirá la expresión del VAN_{PF} y VAN_{AI} y así determinar en qué caso la suma de ambas expresiones toma el valor cero, que establecería la indiferencia entre Proyecto Puro y Financiado.

Perfil del Proyecto Financiamiento

En la Tabla 5.22 se muestran los flujos asociados al Financiamiento en las condiciones establecidas.

Tabla 5.22. Perfil Proyecto Financiamiento.

Año	0	1	2	3	...	n-1	n
Perfil	$+I_0$	$-iI_0$	$-iI_0$	$-iI_0$	...	$-iI_0$	$-iI_0$ $-I_0$

A continuación se calcula el VAN_{pf}

$$VAN_{Fin} = +I_0 - iI_0 \left[\frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n r} \right] - \frac{I_0}{(1+r)^n} \tag{36}$$

Juntando primer y último término se tiene

$$VAN_{Fin} = +I_0 \left[\frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n} \right] - iI_0 \left[\frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n r} \right] \quad (37)$$

Observando los paréntesis cuadrados del primer y segundo término se ve que serían iguales si se agrega r en denominador del primer término, para lo cual habría que agregarlo también en el numerador, con esto se tiene:

$$VAN_{Fin} = +rI_0 \left[\frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n r} \right] - iI_0 \left[\frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n r} \right] \quad (38)$$

Reordenando la expresión (38) se tiene

$$VAN_{Fin} = (rI_0 - iI_0) \left[\frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n r} \right] \quad (39)$$

$$VAN_{Fin} = (r - i)I_0 \left[\frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n r} \right] \quad (40)$$

De la expresión (40) se observa que el VAN_{pp} será igual a cero si la tasa de interés del préstamo es igual a la tasa de descuento, será positivo si la tasa de interés del préstamo es menor que la tasa de descuento y negativo si se da lo contrario.

Perfil Ahorros de Impuestos

En la Tabla 5.23 se presentan los ahorros de impuesto provocados por el Financiamiento, esto corresponde al monto de intereses (iI_0) multiplicado por la tasa de impuesto.

Tabla 5.23. Perfil Ahorros de Impuesto.

Año	0	1	2	3	...	n-1	n
Perfil		iI_0t	iI_0t	iI_0t		iI_0t	iI_0t

El VAN de los Ahorros de Impuesto, dado que son constantes para todo el horizonte de evaluación es igual a:

$$VAN_{AI} = iI_0t \left[\frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n r} \right] \quad (41)$$

Ahora, reemplazando en la ecuación (35) las ecuaciones (40) y (41) podemos construir la expresión del VAN_{PF}

$$VAN_{PF} = \overline{VAN}_{PP} + (r-i)I_0 \left[\frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n r} \right] + iI_0t \left[\frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n r} \right] \quad (42)$$

Arreglando la ecuación (42) se tiene

$$VAN_{PF} = \overline{VAN}_{PP} + ((r-i) + it)I_0 \left[\frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n r} \right] \quad (43)$$

De la expresión (43) se observa que el VAN_{PF} será mayor que VAN_{PP} sólo si el segundo miembro es positivo. Dado que la Inversión y el factor de actualización son positivos, se requiere solamente que el paréntesis sea positivo

$$((r-i) + it) > 0 \quad (44)$$

Reordenando e igualando a cero

$$r = i(1-t) \quad (45)$$

De la ecuación (45) se obtiene la relación entre la tasa de descuento, tasa de interés y tasa de impuesto que logra la indiferencia entre el Proyecto Puro y el Proyecto Financiado. Por tanto, si la tasa de descuento es igual a la tasa de interés del préstamo después de impuesto, ambas alternativas, Proyecto Puro y Proyecto Financiado son igualmente convenientes. Ahora si la tasa de interés después de impuesto es menor que la tasa de descuento, el Proyecto Financiado es más conveniente que el Proyecto Puro. Con esto, dependiendo de la tasa de impuesto (complementariedad) podemos tener proyectos financiados con tasa de interés superior a la tasa de descuento.

Reordenando la ecuación (45) se obtiene la tasa de interés de indiferencia entre Proyecto Puro y Financiado. Esta tasa corresponde a la máxima tasa de interés que se puede aceptar por el financiamiento del proyecto:

$$i = \frac{r}{1-t} \quad (46)$$

Bibliografía

- Coss, R. (1994). *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*. México: Limusa.
- Fontaine, E. R. (2008). *Evaluación social de proyectos*. México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- Hillier, F. y Liberman, G. (1997). *Introducción a la investigación de operaciones*. 6ª ed. México: McGraw-Hill.
- Sapag, N. (2007). *Proyectos de inversión, formulación y evaluación*. México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- Sapag, N. y Sapag, R. (2000). *Preparación y evaluación de proyectos*. México: Mc Graw-Hill Interamericana de Chile.
- Taha, Handy A. (2004). *Investigación de operaciones*, 7ª ed. México: Pearson Prentice Hall.
- Torche, A. (1981). "Evaluación de proyectos tecnológicos". *Trabajo Docente* N° 32. Facea, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Capítulo 6

Análisis de riesgo e incertidumbre



JOSÉ FUENTES VALDÉS

En toda decisión donde intervienen valores que están en el futuro, que deben ser estimados, donde puede haber más de un resultado, se tiene situaciones de riesgo o incertidumbre, porque el resultado que se ha calculado puede que no se dé efectivamente y entonces la decisión que parecía la correcta es probable que ya no lo sea, producto de los cambios que pudieran experimentar las variables que intervienen en el cálculo de la rentabilidad de la decisión en estudio.

6.1. Incertidumbre y riesgo

Toda situación en que no es posible predecir un resultado único de un hecho o acontecimiento se denomina situación incierta o riesgosa. Ejemplos: lanzamiento de un dado, investigación tecnológica, entre otros.

Estas distintas situaciones se clasifican según el grado de información disponible respecto a sus posible resultados, en situación incierta o en situación riesgosa:

Situación riesgosa. Cuando se tiene alguna información de los posibles resultados de un experimento y de esta forma se puede saber cuál será su probabilidad de ocurrencia de cada resultado posible. Ejemplo: al lanzar un dado no se sabe su resultado pero sí cuál es la probabilidad.

Situación incierta. Cuando no es posible definir dicha probabilidad. En condiciones de incertidumbre no es posible asignar probabilidades.

No existe ningún hecho o acontecimiento que “a priori” dé origen a una situación de incertidumbre o de riesgo. Todo depende de la información que se tenga de sus posibles resultados. Si la información permite construir distribuciones de probabilidad, se habla de riesgo.

En la evaluación de un proyecto de inversión se tienen que tomar decisiones con información histórica sobre hechos que ocurrirán en el futuro, por lo tanto, una de las grandes dificultades consiste en predecir con certeza los valores de las variables que ocurrirán en el futuro.

En una primera etapa la preparación del proyecto se hace en forma determinística considerando valores únicos y ciertos de las variables que afectan los criterios de rentabilidad, en este caso se tienen resultados únicos que podrían distar en menor o mayor grado de los valores que ocurrirán finalmente. En la Figura 6.1 se presenta el esquema de una situación determinística.



Figura 6.1. Esquema de Evaluación en Condiciones de Certeza.

En esta situación, para cada una de las variables de entrada se considera un único valor. Por lo tanto, el resultado de la evaluación, variable de salida, es único, situación que se sabe no ocurrirá. Es ingenuo pensar que todas y cada una de las variables cuyos valores se han pronosticado se den efectivamente en el futuro y por lo tanto se obtuviera como rentabilidad lo estimado. Lo cierto es que lo más probable es que alguna o varias, sino todas las variables de entrada pueden cambiar a causa de muchísimas razones y, por lo tanto, la medida de rentabilidad ya no será válida y se desviará del valor pronosticado, induciendo a una decisión que podría no ser la correcta. Por ejemplo, el precio del producto podría aumentar o disminuir afectando directamente los beneficios del proyecto, así como también podrían variar los precios de los insumos modificando los costos del proyecto y muchas otras variables. Estos cambios podrían darse en la misma dirección, amplificando los efectos, por ejemplo disminución de precio de venta y aumento de precio de insumos, o bien en dirección contraria compensando efectos, aumento de precio del producto final y de insumos.

Por lo tanto, el esquema de la Figura 6.1 tendrá utilidad sólo para especificar la relación ente las variables que intervienen en el modelo, pero no en cuanto a la validez de los resultados.

En las Figuras 6.2 y 6.3 se muestran los esquemas de evaluación en condiciones de incertidumbre y de riesgo respectivamente. En condiciones de incertidumbre se acepta variabilidad en las variables de entrada lo que significa variabilidad en los indicadores de rentabilidad, pero no existe la información suficiente para asignar probabilidades para cada uno de los posibles estados de la naturaleza.

En la Figura 6.3, bajo condiciones de riesgo, además de la variabilidad, se tiene la información sobre las probabilidades de ocurrencia para cada estado de la naturaleza y, por lo tanto, para cada indicador de rentabilidad asociado a la variable de entrada¹.

¹ Sólo cuando existe una sola variable de entrada riesgosa se puede asociar directamente la probabilidad de la variable al indicador de rentabilidad.

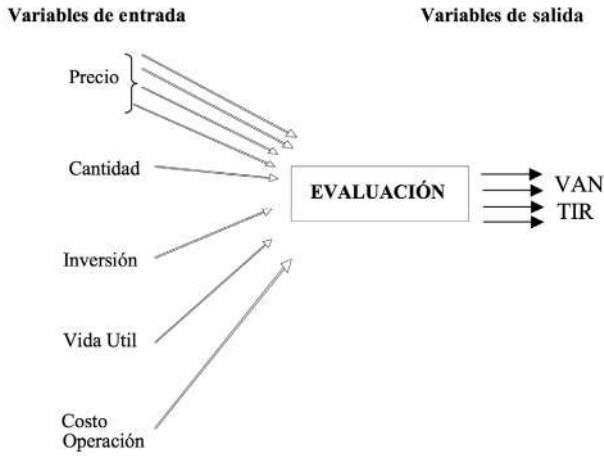


Figura 6.2. Esquema de Evaluación en Condiciones de Incertidumbre.

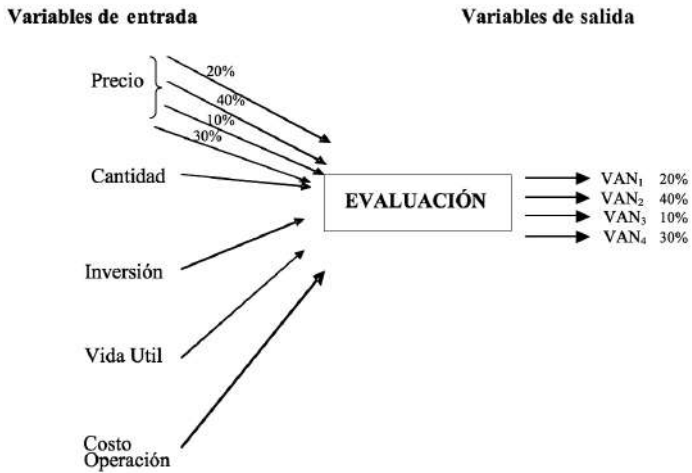


Figura 6.3. Esquema de Evaluación en Condiciones de Riesgo.

La forma de cómo actuar o la técnica a utilizar va a depender en qué condiciones se encuentra el proyecto, análisis de riesgo o incertidumbre.

6.2. Análisis de incertidumbre

En la etapa de la preparación del proyecto la principal tarea es la construcción del flujo de caja, para lo cual se debe realizar una estimación de cada una de las variables de entrada que intervienen en el modelo. Muchas variables, principalmente las de mercado, precio y cantidad vendida, son de difícil pronóstico, por lo que los indicadores de rentabilidad dependerán de los valores que estas variables tomen efectivamente.

Para tratar este problema se han utilizado algunas técnicas, entre las cuales están los métodos MaxiMin y MíniMax desarrollados por Wald y Savage respectivamente, que consisten en suponer –en el primer caso– que la naturaleza será desfavorable y luego se selecciona el mejor de ellos, o sea maximizar en el peor de los casos. En el segundo se definen las máximas pérdidas de oportunidad y se selecciona la mínima, o sea cuánto es lo menos que se perdería.

Otros métodos utilizados son los ajustes a la tasa de descuento y factores de conversión. El primero consiste en castigar los proyectos inciertos o riesgosos, agregando una prima por riesgo en la tasa de descuento, de manera que si el proyecto resulta rentable después del ajuste, significaría que ha superado el castigo. La principal debilidad de este método ha sido tratada ampliamente en otros textos, y tiene que ver con la determinación de la prima por riesgo o bien cómo diferenciar entre proyectos de distinto riesgo, además que una prima por riesgo constante asume un riesgo creciente en el tiempo.

El método del factor de conversión no modifica la tasa de descuento, sino que trata de ajustar los flujos, tratando de convertir flujos inciertos a flujos ciertos mediante juegos de valoración. El inversionista deberá explicitar su valoración por un flujo incierto en términos de un flujo cierto, por ejemplo, si el inversionista está dispuesto a pagar \$100 por un flujo incierto de \$100, su factor de

ponderación será igual a 1,0 y significaría que para él ese flujo no es incierto, ahora si por el mismo flujo incierto está dispuesto a pagar sólo \$90 su factor de ponderación será de 0,9. Por tanto a menor factor de ponderación mayor será el riesgo asociado al flujo. Una vez determinados los factores de ponderación, se aplican a los flujos del proyecto y se evalúa a la tasa de descuento sin ajustes. La mayor limitación de este método radica en la subjetividad en la determinación de los factores de conversión.

Para decisiones de un solo período, existe una relación entre el método de ajuste a la tasa de descuento y el método de factor de conversión, donde es posible encontrar una equivalencia entre una prima por riesgo en la tasa de descuento y un factor de conversión. Sin embargo, para más periodos no se cumple, pues una prima por riesgo constante asume riesgo creciente, que debiera relacionarse con un factor de conversión decreciente en el tiempo.

La técnica que se desarrollará para tratar el tema de la incertidumbre será el análisis de sensibilidad, que busca ver cómo las variaciones de las variables de entrada pueden modificar los indicadores de rentabilidad y así las recomendaciones de decisión.

6.2.1. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad tiene por objetivo estudiar el impacto que tiene en la variable de salida (VAN o TIR) un cambio en la variable de entrada (precio, cantidad ...), esto es muy útil en la preparación y evaluación de proyectos pues lo más frecuente es que no se tenga seguridad del valor que tomará la variable al ejecutar el proyecto. Por lo tanto, en primera instancia se deberá asumir un valor, el más probable, que permita el cálculo de los indicadores de rentabilidad. A continuación se realiza el análisis de sensibilidad que consistirá en provocar cambios en la variable y estudiar el impacto en la variable de salida, en cuanto a si cambia o no cambia la decisión original. No hacer este análisis significa que se estaría apostando 100% a que el valor más probable se dará efectivamente, es decir no habría variabilidad, lo cual es muy difícil.

Existen dos enfoques en el análisis de sensibilidad, el enfoque tradicional o “hacia adelante” (Ver Figura 6.4) y el enfoque de valores críticos o “hacia atrás”.

En el enfoque “hacia adelante” lo que se plantea es provocar cambios en las variables de entrada y estudiar los cambios provocados en una variable de salida, todo esto manteniendo constante el resto de las variables, para así poder evaluar el impacto de la variable sensibilizada. Los cambios propuestos en la variable a sensibilizar pueden ser positivos o negativos, sin embargo lo que no debe interesar son los que están en la dirección que modifique la decisión, es decir, si con los valores propuestos, por ejemplo del precio, el proyecto es conveniente se debiera sensibilizar con disminuciones de precio; si por el contrario el proyecto no es conveniente se debería sensibilizar con aumentos de precio.



Figura 6.4. Análisis de sensibilidad hacia adelante.

Considere el siguiente ejemplo. Se está estudiando la factibilidad de un negocio que requiere una inversión inicial de \$1.000, que tendrá una vida útil de 5 años, durante los cuales se tendrá un costo fijo de \$500. El volumen de producción estimado es de 100 unidades al año que se estima se venderían al precio de \$20. El proceso productivo tiene costos variables que en forma agregada representan un costo unitario de \$8. Por simplicidad se supondrá que no existe capital de trabajo, valores residuales ni impuestos a las utilidades. La tasa de descuento es de 10% anual.

Con estos antecedentes el proyecto resulta conveniente, con un VAN de \$1.656 y una TIR de 64%. Estos indicadores se obtendrán si y solo si cada una de los valores especificados en la preparación del proyecto se den efectivamente cuando éste se ejecute. Se debe entender que la preparación y evaluación del proyecto está en tiempo

presente y los flujos del proyecto están proyectados en el futuro, por lo tanto las posibilidades que éstos cambien son muchas y, por lo tanto, lo más probable es que el VAN y la TIR no sean los proyectados. Entonces, la obligación del evaluador es analizar qué tan sensible son los indicadores de rentabilidad frente a posibles cambios en las variables de entrada.

En el ejemplo anterior, considere que se trata de un producto exportable, por lo tanto la demanda que enfrenta es infinitamente elástica², es decir, toda la producción se podrá vender al precio de mercado, entonces, aun cuando la producción también podría cambiar por factores de rendimiento, calidades de factores productivos u otros, la idea es centrarse sólo en el precio. Si éste aumenta, el VAN del proyecto también lo hará, por lo tanto la decisión se refuerza, entonces interesa saber qué sucede con el VAN cuando el precio disminuye, por ejemplo si éste disminuye en 10% el VAN lo hace en 46%, pasando de \$1.656 a \$895, siendo aún rentable el proyecto, pero bastante sensible frente a los cambios de precio. La pregunta que de inmediato surge es: ¿Y qué sucede si el precio disminuye en un 20%? Cuando el precio disminuye en un 20% el proyecto sigue siendo rentable con un VAN de \$137, representando una caída de 92%. La siguiente pregunta es: ¿Hasta dónde puede caer el precio sin que cambie la decisión?

Frente a esta última pregunta surge el enfoque de valores críticos o “hacia atrás” (ver Figura 6.5) cuyo interés es encontrar los valores límites de las variables de entrada manteniendo la decisión. En este caso, el análisis se centrará en la variable de salida, fijando su valor en cero, valor en el cual se recuperan todos los costos y se obtiene la rentabilidad exigida.



Figura 6.5. Análisis de sensibilidad hacia atrás.

² Se supone un país pequeño que no puede influir en el precio internacional.

Entonces, fijando el VAN en el valor cero, se debe encontrar el precio que logra este objetivo, el cual corresponde al precio crítico para el proyecto; para valores inferiores a este precio el proyecto no será rentable. Para cualquier precio superior al valor crítico el proyecto será conveniente.

El cálculo de este valor crítico puede ser obtenido por prueba y error, modificando el precio y recalculando el VAN hasta alcanzar el valor objetivo. En el caso de proyectos sencillos con flujos constantes el planteamiento analítico es sencillo y se plantea en la ecuación:

$$VAN = -I_0 + (P * Q - Q * CV - CF) * A_n^r \quad (6.1)$$

Donde:

I_0 : Monto de la inversión.

P: Precio unitario.

Q: Volumen de producción anual.

CV: Costo variable unitario.

CF: Costo fijo anual.

A_n^r : Factor de actualización de una renta constante a una tasa r para n años.

n : Vida útil.

r : Tasa de descuento anual.

Si el valor objetivo del VAN es igual a cero, entonces se obtiene la ecuación:

$$I_0 = (P * Q - Q * CV - CF) * A_n^r \quad (6.2)$$

Cuando el factor A_n^r se usa dividiendo se transforma en un factor de anualización, de manera que al dividir la inversión por este factor se obtiene el Costo Anual de la Inversión (CAI), presentado en la ecuación:

$$CAI = P * Q - Q * CV - CF \quad (6.3)$$

Sumando el costo fijo (CF) con el CAI se tendrá un costo total fijo anual (CFT), el que se presenta en la ecuación:

$$CFT = P * Q - Q * CV \quad (6.4)$$

Ahora factorizando por el nivel de producción (Q) se puede despejar la variable precio (P) obteniendo la ecuación (6.5) que representa el precio crítico, que es el precio mínimo necesario para que el proyecto tenga un VAN igual a cero.

$$P^* = \frac{CFT}{Q} + CV \quad (6.5)$$

Evaluando la ecuación (6.5) con los datos del ejemplo anterior, se obtiene que el precio crítico es \$15,64. Con respecto al valor propuesto de \$20, significa que éste podría disminuir en 21,8% y el proyecto seguiría siendo conveniente, disminuciones mayores harían cambiar la decisión.

Lo mismo se puede hacer con las otras variables, por ejemplo la cantidad vendida de 100 unidades podría disminuir a 63,65, significando una reducción de 36,35%.

También se puede calcular las elasticidades del VAN respecto de cada una de estas variables, con el fin de estudiar el grado de respuesta del VAN frente a cambios en estas variables. Así, para un cambio de precio del bien que produce el proyecto, la elasticidad del VAN con respecto al precio es la expresada en (6.6).

$$Elasticidad(VAN - PRECIO) = \frac{\Delta\%VAN}{\Delta\%PRECIO} \quad (6.6)$$

En la Tabla 6.1 se muestra un resumen del análisis de sensibilidad para las variables precio y cantidad, donde se observan los valores críticos, los cambios porcentuales máximos y las elasticidades para cada variable. Así, para el precio, la elasticidad indica que por cada punto porcentual de cambio en el precio, el VAN cambia en 4,58 pun-

tos. Para la cantidad vendida se obtiene una elasticidad menor, igual a 2,75, revelando que el VAN es más sensible a cambios de precio, indicando además que soporta, en términos porcentuales, un menor cambio, un 21,8% frente al 36,4% de la cantidad.

Tabla 6.1. Resumen Análisis de Sensibilidad.

Variable	Valor	Valor crítico	Cambio %	Elasticidad
Precio	20	15,64	-21,8%	4,58
Cantidad	100	63,65	-36,4%	2,75

Para ambas variables los cambios permitidos son disminuciones y las elasticidades son positivas. Para variables como el Costo Variable, los cambios permitidos serían positivos y la elasticidad negativa.

Estos resultados se pueden ver gráficamente en la Figura 6.6, estableciendo una relación VAN-Precio, donde la relación es positiva y el valor de P^* muestra el punto donde el VAN se hace igual a cero.

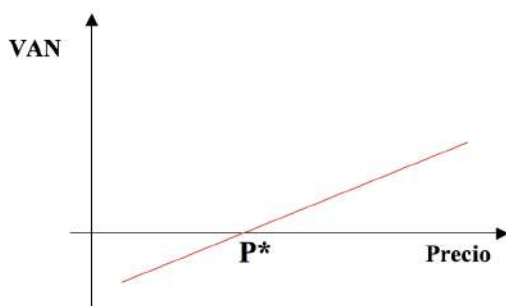


Figura 6.6. Análisis de sensibilidad - Precio Crítico.

Si se establece esta relación con el costo variable se obtendría una relación negativa, indicando que aumentos en esta variable provocan disminuciones en el VAN, como se observa en la Figura 6.7.

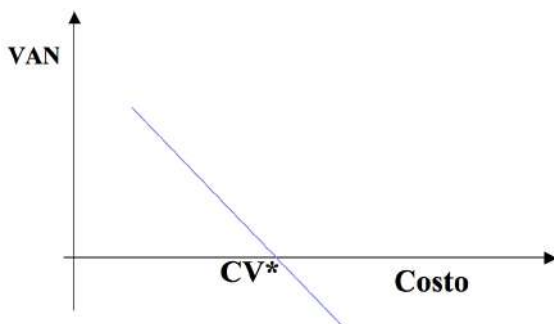


Figura 6.7. Análisis de sensibilidad – Costo Variable Crítico.

Este análisis se puede realizar para todas las variables involucradas en el proyecto y que inciden en el cálculo de los indicadores de rentabilidad, con la única condición que sea realizado para cada una de ellas en forma separada.

Uno de los grandes problemas en la evaluación de proyectos es definir la tasa a la cual se descontarán los flujos futuros, pues ésta incide fuertemente en el resultado de la evaluación, ya que aumentos de ésta significa disminuciones en el VAN y viceversa. En el ejemplo presentado se ha definido una tasa de 10%, pero podría ser 8 o 12%. Una alternativa sería evaluar qué sucede con la decisión para cada una de esas tasas (Análisis hacia adelante). La otra alternativa sería directamente calcular la máxima tasa de descuento que soporta el proyecto, es decir calcular la TIR (Análisis hacia atrás). Por lo tanto, la TIR puede ser interpretada como la sensibilización de la tasa de descuento y ambos criterios, VAN y TIR, debieran ser usados en forma complementaria, ver Figura 6.8.

Con esta información sobre los valores críticos se puede volver al mercado y evaluar la factibilidad de que estos cambios ocurran. En el caso del precio, se puede estudiar su comportamiento y decidir con la información que se tiene si es posible que el precio caiga a niveles de \$15,64. Si, por ejemplo, históricamente el precio se ha mantenido

estable en torno al valor de \$20 y no existen razones para pensar que a futuro cambie, se diría que es un proyecto relativamente “seguro” en cuanto a la variable precio, si por el contrario esta variable se ha mostrado oscilante con rangos superiores al valor crítico, este sería un proyecto “riesgoso”.

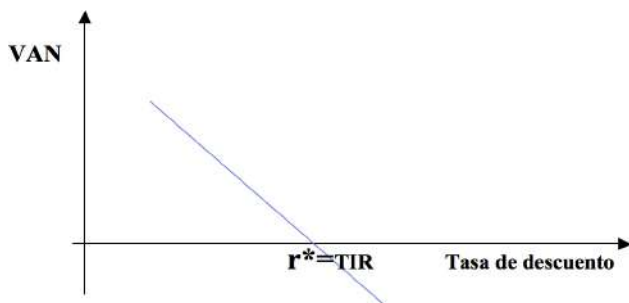


Figura 6.8. Análisis de sensibilidad - tasa de descuento.

En la Figura 6.9 se muestran diferentes situaciones que se pueden dar para la variable precio, las líneas a trazos muestran situaciones donde sería difícil prever que el precio caiga a niveles inferiores al valor crítico. En cambio, la situación representada por la línea continua roja indica que el valor crítico de \$15,64 es posible que se dé y por lo tanto el proyecto podría ser no rentable.

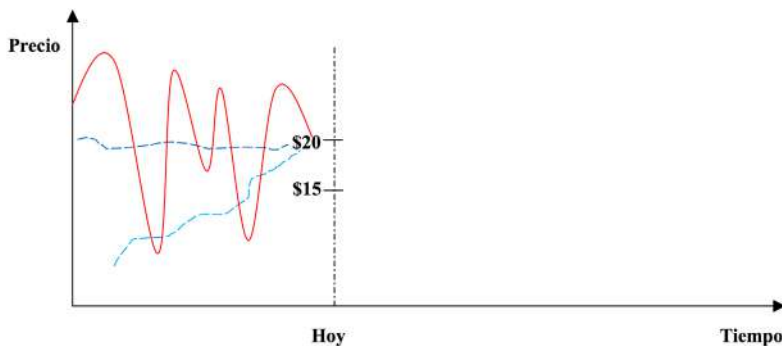


Figura 6.9. Comportamiento de la variable precio.

6.2.2. Cálculo de valores críticos

Para modelos sencillos, con flujos constantes y pocas variables, el cálculo de valores críticos puede ser resuelto de forma analítica, solucionando las ecuaciones en cada caso. Sin embargo, para modelos más complejos, con muchas variables y flujos no constantes en el tiempo, la solución analítica puede ser muy engorrosa. En este caso, la solución es a través de las ventajas que presta la planilla electrónica Excel, la cual, además de incorporar las funciones financieras, tiene funciones que permiten buscar valores que satisfagan ciertas condiciones, “buscar objetivos”. Esta función se encuentra en el menú de Herramientas, como se muestra en la Figura 6.10.

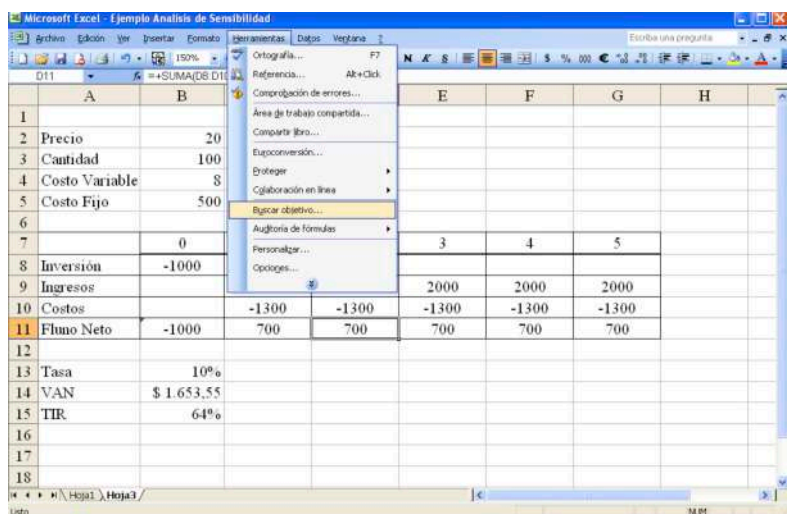


Figura 6.10. Función “Buscar objetivo”.

Para usar esta función al igual que todas las funciones financieras, el modelo debe estar completamente relacionado y las variables de entrada deben estar definidas en celdas independientes; tal como se muestra en la Figura 6.10, la variable precio se encuentra en la celda B2 y la variable cantidad en la celda B3.

En la Figura 6.11 se muestra los requerimientos de la función “*buscar objetivo*”. Primero, se debe “*definir la celda*”, que corresponde a la celda objetivo, en este caso debe especificarse la celda donde se calcula el VAN (B14). Luego, en la casilla “*con el valor*”, se define el valor crítico de la variable, o el valor que se quiere alcanzar como objetivo, en este caso es cero, valor para el cual cambiaría la decisión. Finalmente, en la casilla “*para cambiar la celda*”, se debe especificar cuál es la variable que se desea cambiar para alcanzar este objetivo, en este caso es la celda B2 que corresponde al precio.

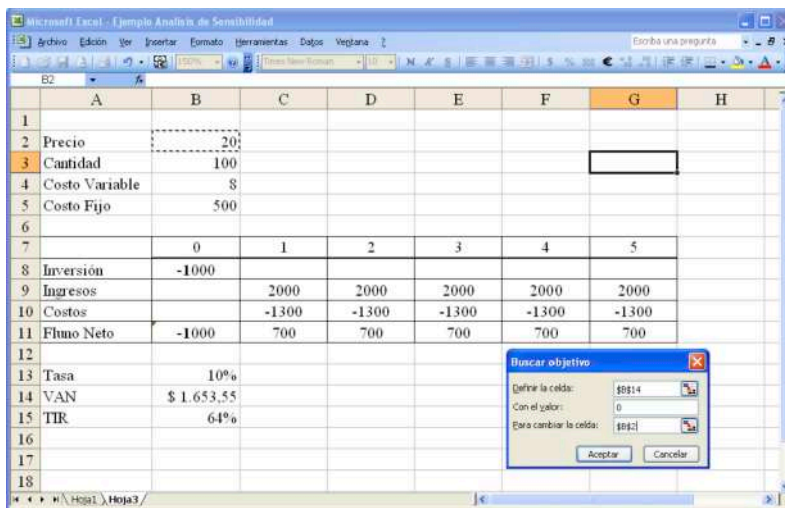


Figura 6.11. Sintaxis de la Función “*Buscar objetivo*”.

El computador hará los cálculos correspondientes y entregará como resultado el precio que hace el VAN igual a cero o bien entregará un mensaje que este valor no existe.

6.2.3. *Uso del Programa SensiBar*¹

SensiBar es un software que permitirá realizar las sensibilizaciones

¹ Software gratuito en: www.sensibar.cl

del proyecto, cualquiera sea su naturaleza, la única condición que debe cumplir es que esté desarrollado en una hoja Excel, en un modelo completamente relacionado, y que las variables de entrada estén claramente identificadas en celdas independientes.

SensiBar se instala en la Hoja Excel como una barra de menú, que tiene dos módulos, análisis de sensibilidad y simulación. Para realizar el análisis de sensibilidad se debe definir cuál es la variable de salida (VAN) y cuáles son las variables de entrada que interesa sensibilizar, puede ser más de una. SensiBar, para cada una de ellas, entrega el valor crítico, el cambio porcentual que representa y la elasticidad para ese punto. Cada uno de estos análisis en forma separada. A continuación se indica la forma de uso. En la Figura 6.12 se muestra un ejemplo de planilla.

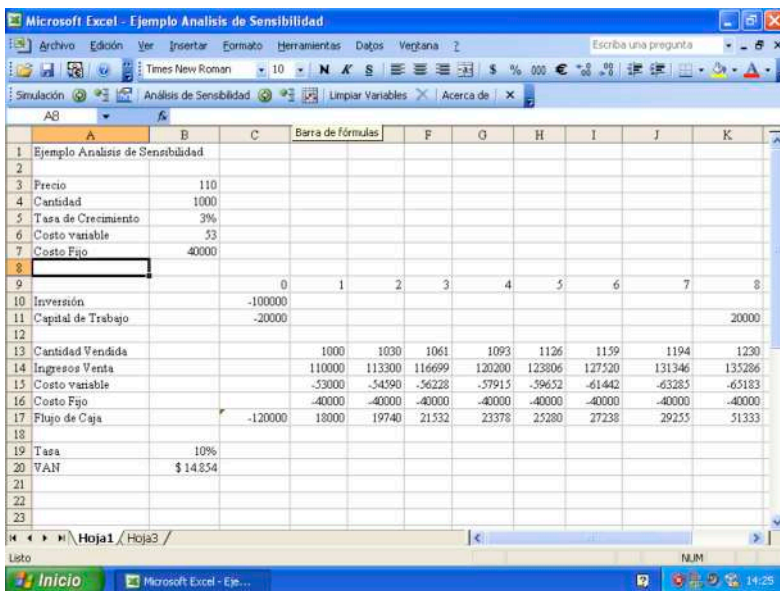



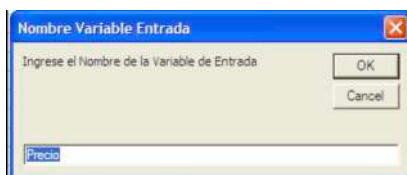
Figura 6.12. Planilla de cálculo sobre la que se ejecutará el análisis de sensibilidad y/o simulación.

En la planilla de la Figura 6.12 se observan claramente cinco variables de entrada sobre las cuales se puede aplicar uno u otro análisis. La variable de salida es el VAN, sobre la cual se miden los efectos de la variabilidad de las variables de entrada. También en esta figura se muestra la barra de herramientas del programa SensiBar (►).


El módulo “análisis de sensibilidad” tiene tres íconos, que se explican a continuación:



 *Selección de variables de entrada.* Este ícono permite seleccionar las variables de entrada que serán analizadas por la rutina de sensibilidad. Para aplicarla basta con situarse con el cursor sobre la celda que contiene la variable de entrada, por ejemplo el precio (celda B3) y luego hacer clic sobre el ícono en cuestión. A continuación el programa pedirá que ingrese el nombre de la variable seleccionada, sin embargo, el programa asumirá como nombre por defecto la etiqueta o título ubicada en la celda adyacente a la izquierda:



Una vez introducida la información, la celda de la variable seleccionada se tornará de color azul y a continuación se pueden seleccionar las siguientes variables de entrada.

 *Selección variable de salida.* Una vez seleccionadas todas las variables de entrada, se debe seleccionar la variable a sensibilizar, para esto debe situarse sobre la celda que contiene la variable de sali-

da (fórmula) y luego se hace clic sobre el ícono indicado. La celda de la variable de salida tomará el color morado.

En la Figura 6.13 se muestran marcadas tres variables de entrada, el precio de venta, la cantidad vendida y el costo de variable que se mostrarán destacadas en color azul. Como variable de salida se ha seleccionado la celda B20, que corresponde a la celda donde se calcula el VAN, que en este caso es la variable a sensibilizar y se denomina variable de salida y se mostrará destacada en color morado.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Ejemplo Analisis de Sensibilidad											
2												
3	Precio	110										
4	Cantidad	1000										
5	Tasa de Crecimiento	3%										
6	Costo variable	-33										
7	Costo Fijo	40000										
8												
9			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Inversión		-100000									
11	Capital de Trabajo		-20000								20000	
12												
13	Cantidad Vendida			1000	1030	1061	1093	1126	1159	1194	1230	
14	Ingresos Venta			110000	113300	116699	120200	123806	127520	131346	135286	
15	Costo variable			-33000	-34590	-36228	-37915	-39652	-41442	-43285	-45183	
16	Costo Fijo			-40000	-40000	-40000	-40000	-40000	-40000	-40000	-40000	
17	Flujo de Caja			-120000	18000	19740	21532	23378	25280	27238	29255	31333
18												
19	Tasa		10%									
20	VAN											\$ 14.854
21												

Figura 6.13. Variables de entrada y variable de salida.



Analizar. Una vez seleccionadas las variables de entrada y variable de salida se puede iniciar el proceso de sensibilización haciendo click en el ícono indicado. Este proceso crea una nueva hoja llamada “Análisis de Sen”, en la cual se muestra para cada variable de entrada seleccionada el valor original, el valor crítico calculado, el cambio porcentual que representa sobre el valor original, y la elasticidad con respecto a la variable de salida (VAN). En la Figura 6.14 se muestra una hoja de resultado de análisis de sensibilidad.

	A	B	C	D	E	F	
1	Resultados Análisis de Sensibilidad						
2							
3	Nombre Variable	Valor Original	Valor Crítico	Cambio Porcentual	Elasticidad		
4	Precio	110	107,46	-2,31%	43,27		
5	Costo variable	53	55,54	4,80%	-20,85		
6	Cantidad	1000	956,17	-4,38%	22,82		
7							

Figura 6.14. Resultados Análisis de Sensibilidad.

Resultados. En la Figura 6.14 se muestra la hoja de resultados que se genera luego de haber activado el icono “analizar”. Estos resultados indican que la variable precio tiene un valor original de 110 y que podría disminuir a 107,46, lo que significaría una variación máxima de 2,31%, sin que el VAN se haga negativo. Además la Elasticidad VAN-Precio es 43,27, lo cual indica que la variable VAN es altamente sensible a la variable precio. Así, la disminución de 1% en el precio significa una disminución de 43,27% en la variable VAN (elasticidad positiva). Por otro lado el costo variable puede aumentar como máximo en 4,8% y tiene una Elasticidad VAN-costo variable negativa igual a 20,85.

6.2.4. Análisis de sensibilidad con dos variables

El análisis de sensibilidad con una variable, lo que hace es encontrar un valor crítico para la variable en cuestión manteniendo constante el resto, de esta forma se encuentra un valor único que alcanza el objetivo ($VAN=0$), como se muestra en la Figura 6.15, donde el valor crítico de la variable Precio es P^* . En esta figura se explicita que la única variable que está cambiando es el Precio, el resto, como Cantidad (Q_0), Costo Variable (CV_0), Costo Fijo (CF_0) y Otras están fijas.

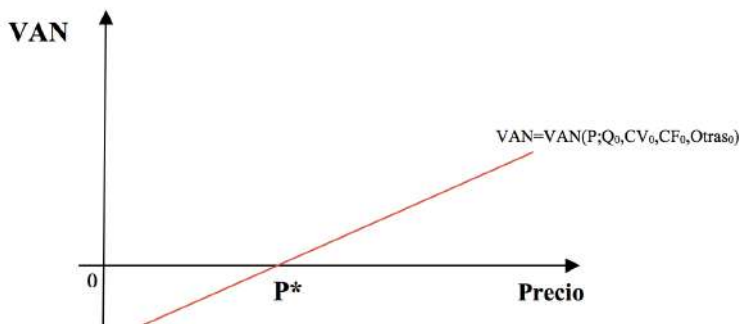


Figura 6.15. Valor Crítico Análisis unidimensional.

No obstante, en muchos casos se requerirá analizar simultáneamente dos variables, ya sea porque están relacionadas o simplemente porque se espera que ambas puedan cambiar. En este caso el procedimiento es similar al caso unidimensional, se plantea el modelo del VAN y se resuelve para VAN=0. Esto corresponde a la ecuación:

$$VAN = -I_0 + (P * Q - Q * CV - CF) * A_n^r \quad (6.1)$$

Sin embargo, en este caso, al resolver la ecuación (6.1) la variable Precio no tendrá un valor único, sino que estará en función de la variable Cantidad, tal como se muestra en la ecuación:

$$P^* = \frac{CFT}{Q^*} + CV \quad (6.7)$$

La ecuación 6.7, ya no resuelve un único valor crítico, sino una función de valores críticos que representa una *curva de indiferencia*, donde todos los puntos sobre esta curva significan VAN=0 y además define una *Frontera de Conveniencia*.

En la Fig. 6.16 se muestra la curva de indiferencia para precio y cantidad que representa VAN=0, ésta tiene pendiente negativa pues

si la cantidad aumenta se requeriría un menor precio para alcanzar el objetivo. Si el precio fuera mayor, el VAN sería positivo y se alcanzaría una curva de indiferencia mayor situada a la derecha y sobre la indicada con $VAN=0$. De esta forma la línea gruesa ($VAN=0$) es la frontera de conveniencia, así, todas las combinaciones de precio y cantidad situadas a la derecha y sobre esta curva son puntos de conveniencia ($VAN>0$), en cambio las combinaciones ubicadas a la izquierda o bajo esta curva representan puntos de no conveniencia ($VAN<0$).

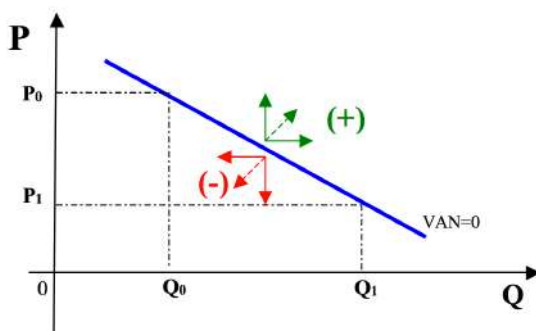


Figura 6.16. Curva de Indiferencia para Precio y Cantidad.

Si la relación se estableciera entre las variables Precio y Costo Variable, la curva de indiferencia tendría pendiente positiva, reflejando que a mayores costos variables mayor será el precio necesario para logra el objetivo de $VAN=0$; por otro lado, si el precio aumenta los costos variables también podrían aumentar y mantenerse el objetivo de $VAN=0$. Esta relación positiva se observa en la ecuación (6.7).

En la Figura 6.17 se muestra la curva de indiferencia entre Precio y Costo Variable que representa la Frontera de conveniencia, la cual presenta un área de conveniencia ($VAN>0$) y área de no conveniencia ($VAN<0$).

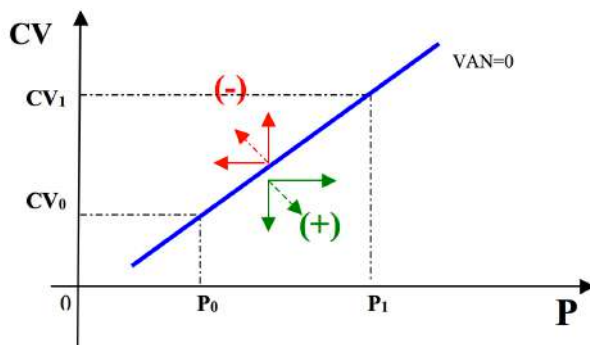


Figura 6.17. Curva de Indiferencia para Precio y Costo Variable.

6.3. Análisis de riesgo

Cuando frente a una decisión se tiene más de un posible resultado y además se conocen las probabilidades de ocurrencia se está en presencia de una situación riesgosa.

Considere como ejemplo el caso de una empresa pesquera que tiene que decidir por la adquisición de un barco. En el mercado existen 3 tipos de barcos pesqueros, cuya diferencia es la capacidad. La empresa debe decidir qué tipo de barco comprar, sabiendo que el éxito de esta empresa depende de la ocurrencia o no de la Corriente “El Niño”. Los valores actuales netos (medidos en millones de pesos) para cada capacidad, en las situaciones sin y con la Corriente “El Niño”, son los que se presentan en la Tabla 6.2.

Tabla 6.2. Valores Actuales Netos Barcos Pesqueros, según capacidad en \$MM.

	Con Niño	Sin Niño
10 toneladas	5,0	8,0
50 toneladas	4,0	9,0
100 toneladas	3,0	9,8

Si no se conocen las probabilidades de ocurrencia de la Corriente “El Niño”, la decisión que se tome dependerá de cuál sea la apreciación del analista respecto de este fenómeno, dependiendo entonces la decisión de quién realice el análisis, siendo bastante subjetivo.

Si se conocen las probabilidades de ocurrencia de la Corriente “El Niño”, entonces para cada alternativa de tamaño es posible calcular su Valor Actual Neto Esperado y así poder elegir cuál es la mejor alternativa de decisión. Si la probabilidad de ocurrencia de la Corriente “El Niño” es de un 30%, los resultados obtenidos son los que se muestran en la Tabla 6.3.

Tabla 6.3. Valores Actuales Netos Esperados Barcos Pesqueros, según capacidad (\$MM).

	Con “Niño”	Sin “Niño”	Valor esperado VAN
Probabilidad	30%	70%	
10 toneladas	5,0	8,0	7,1
50 toneladas	4,0	9,0	7,5
100 toneladas	3,0	9,8	7,8

Con esta información, la decisión recomendada sería el barco de mayor capacidad, pues su valor esperado es superior. Sin embargo, aun cuando sean conocidas las probabilidades, éstas pueden ser subjetivas o poco confiables, por lo tanto a este análisis de riesgo también se puede aplicar el método de valores críticos (análisis de sensibilidad hacia atrás).

Por ejemplo, con probabilidades de 30 y 70% la decisión recomendada es el barco de 100 toneladas, con un Valor Actual Neto Esperado de \$7,8 pero ¿qué sucedería si las probabilidades cambiaran, ¿hasta dónde seguiría siendo válida esta decisión?, ¿para qué valor de probabilidad sería más conveniente el barco de 50 toneladas? Existen dos formas de realizar esto, la primera es estudiar el comportamiento (gráfico o analíticamente) de los valores esperados para distintos valores de probabilidades de ambas situaciones (situacio-

nes sin y con Corriente “El Niño”), la segunda es encontrar directamente los valores críticos de la probabilidad que cambia la decisión de 100 toneladas a 50 toneladas y después de 50 a 10 toneladas.

Analíticamente, se debe definir la condición de indiferencia entre las dos alternativas, esto es aquella en que los valores actuales esperados sean iguales, definiendo como variable la probabilidad de ocurrencia de la Corriente “El Niño”.

Así, si se define:

p = Probabilidad de ocurrencia de la Corriente “El Niño”

$1-p$ = Probabilidad de no ocurrencia de la Corriente “El Niño”

Entonces:

Valor Actual Neto Esperado 50 ton = Valor Actual Neto Esperado 100 ton

$$\begin{aligned}4 * p + 9 * (1-p) &= 3 * p + 9,8 * (1-p) \\9 - 5p &= 9,8 - 6,8p \\1,8p &= 0,8 \\p &= 0,44\end{aligned}$$

Entonces, si la probabilidad de que ocurra la corriente “El Niño” es menor que 44%, es conveniente el barco de 100 toneladas. Si es igual a 44%, es indiferente entre el de 100 y 50 toneladas. Para encontrar la indiferencia entre el barco de 50 toneladas y el de 10 se debe plantear la siguiente condición de indiferencia.

Valor Actual Neto Esperado 50 ton = Valor Actual Neto Esperado 10 ton

$$\begin{aligned}4 * p + 9 * (1-p) &= 5 * p + 8 * (1-p) \\9 - 5p &= 8 - 3p \\2p &= 1 \\p &= 0,50\end{aligned}$$

De acuerdo a este resultado se puede apreciar que si la probabi-

lidad de ocurrencia de la Corriente “El Niño” es mayor que 50%, el barco más conveniente es el de 10 toneladas, entonces los rangos de decisión son los que se presentan en la Tabla 6.4.

Tabla 6.4. Rangos de decisión.

Probabilidad Corriente “El Niño”	Decisión
$p < 44\%$	Barco 100 ton
$44\% < p < 50\%$	Barco 50 ton
$p > 50\%$	Barco 10 ton

Estos rangos de probabilidades definen una frontera de conveniencia que indica para qué rangos de probabilidades es conveniente una u otra alternativa de tamaño. En la Figura 6.18 se muestra la frontera de conveniencia de las tres alternativas de tamaño.

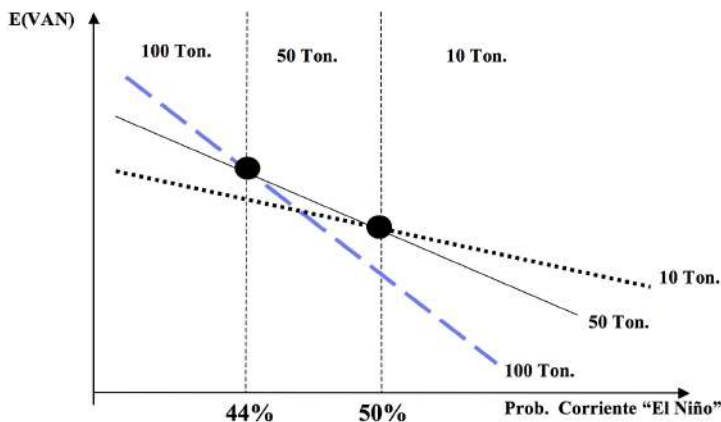


Figura 6.18. Frontera de Conveniencia según Tamaño del Barco.

Con este ejemplo se muestra que no es necesario conocer explícitamente las probabilidades de ocurrencia de tal o cual evento, ya que bastaría con calcular los valores críticos de las probabilidades para

poder tomar alguna decisión. ¿La probabilidad de ocurrencia de la Corriente “El Niño” será menor a 44%? ¿O será mayor a 50%?

La otra forma de encontrar los valores críticos es usando la planilla Excel, para lo cual previamente se debe crear una variable auxiliar que defina el punto de indiferencia entre dos alternativas. En la Figura 6.19 se muestra esta aplicación usando la Función “Buscar Objetivo”. La celda E5 se ha definido como la diferencia entre los Valores Esperados de los tamaños de 100 y 50 toneladas, por lo tanto se buscará qué valor de la probabilidad de ocurrencia de la Corriente “El Niño” hace el valor de esta celda igual a cero, representando así un punto de indiferencia.

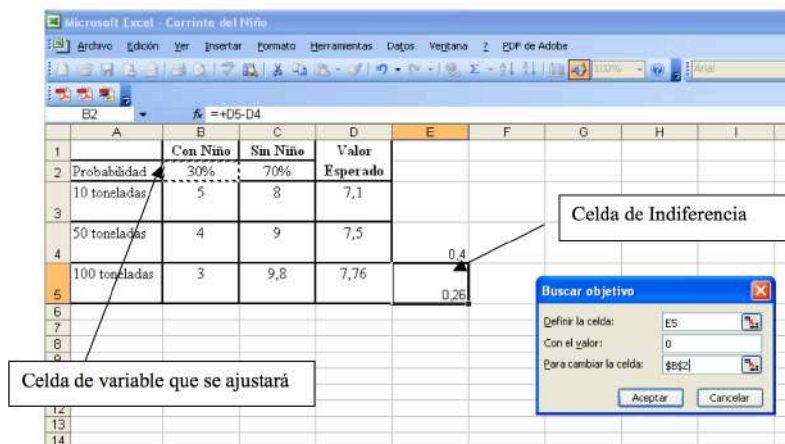


Figura 6.19. Uso de Función Buscar Objetivo.

Como resultado de la búsqueda se obtendrá para la celda B2 el valor de 0,44, que hace indiferente los tamaños de 50 y 100 toneladas.

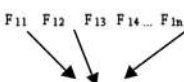
6.3.1. El VAN como variable aleatoria

En el caso determinístico, la función VAN plantea una relación única, con los flujos del proyecto, entregando, de esta forma, un único resultado para el VAN, como se muestra en la ecuación:

$$VAN = -I + \frac{F_1}{(1+r)} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+r)^n} \quad (6.8)$$

Sin embargo, como ya se ha planteado, los valores que aún no ocurren por definición serán siempre inciertos, por lo tanto apostar por un solo valor es altamente riesgoso.

En la ecuación (6.9) se muestra la función VAN como una variable aleatoria, cuyo valor final va a depender de los valores que efectivamente tomen los flujos en cada período, que indudablemente van a depender de los valores que tomen las variables con las que se han construidos estos flujos.

$$VAN_i = -I + \frac{F_{1i}}{(1+r)} + \frac{F_{2i}}{(1+r)^2} + \dots + \frac{F_{ni}}{(1+r)^n} \quad (6.9)$$


Cuando se conocen las probabilidades asociadas a cada flujo, es posible transformar la variable aleatoria VAN_i en el Valor Esperado del VAN ($E(VAN)$), por medio de los valores esperados de cada flujo, dado que la esperanza es un operador lineal. En la ecuación (6.10) se muestra la expresión del Valor Esperado del VAN.

$$E(VAN) = -I + \frac{E(F_1)}{(1+r)} + \frac{E(F_2)}{(1+r)^2} + \dots + \frac{E(F_n)}{(1+r)^n} \quad (6.10)$$

El valor esperado de cada flujo, $E(F)$, estará dado por la expresión:

$$E(F) = \sum BN_i * Pr_i \tag{6.11}$$

donde BN_i es el beneficio neto del estado de la naturaleza³ i y Pr_i es la probabilidad de ocurrencia de ese estado.

Considere como ejemplo un proyecto que tiene tres años de vida útil, donde para cada año existen cinco estados de la naturaleza, situaciones que se pueden dar en el futuro. En este ejemplo la inversión se supondrá igual a \$100 como un valor no sujeto a variabilidad. Los datos de flujos y probabilidades se muestran en la Tabla 6.5.

Tabla 6.5. Flujos (en \$) y Probabilidades del Proyecto A.

Estado de la naturaleza	Período					
	Año 1		Año 2		Año 3	
	BN	Pr	BN	Pr	BN	Pr
1	50	10%	20	10%	-40	10%
2	60	20%	40	25%	30	30%
3	70	40%	60	30%	50	30%
4	80	20%	80	25%	80	20%
5	90	10%	100	10%	140	10%

Calculando la esperanza para cada periodo se obtiene el flujo esperado que corresponde al beneficio neto promedio de cada año, ponderado por las probabilidades de cada caso. Éstos se muestran en la Tabla 6.6.

Tabla 6.6. Valores Esperados de Flujos (en \$).

	Año 1	Año 2	Año 3
E(F)	70	60	50

³ Situaciones probables que pueden ocurrir y de las cuales se conoce su probabilidad de ocurrencia.

Con esto el E(VAN) se calcula de la forma presentada en la expresión 6.12 suponiendo una tasa de descuento de 10%.

$$E(VAN) = -100 + \frac{70}{(1+10\%)} + \frac{60}{(1+10\%)^2} + \frac{50}{(1+10\%)^3} \quad (6.12)$$

$$E(VAN) = \$50,78$$

Este resultado indica que el Valor Esperado del VAN es \$50,78, con lo cual el proyecto, en promedio, sería rentable.

Para complementar el ejemplo anterior se supondrá otro proyecto de similares características, en vida útil y monto de inversión, cuyos flujos, probabilidades y valores esperados de los flujos se muestran en la Tabla 6.7.

Tabla 6.7. Flujos, Probabilidades y Valores Esperados Proyecto B (en \$).

Estado de la naturaleza	Periodo					
	Año 1		Año 2		Año 3	
	BN	Pr	BN	Pr	BN	Pr
1	40	10%	30	10%	20	10%
2	50	20%	40	25%	30	30%
3	60	40%	50	30%	40	30%
4	70	20%	60	25%	50	20%
5	80	10%	70	10%	60	10%
E(Flujo)	60		50		40	

Con esto, el valor esperado del VAN del proyecto B es igual a \$25,9. Si estos proyectos fueran Mutuamente Excluyentes. ¿Cuál de ellos elegiría?

$$E(VAN^A) = \$50,78$$

$$E(VAN^B) = \$25,9$$

A primera vista, la decisión básica sería elegir el proyecto A dado que tiene un mayor VAN esperado, es decir genera mayor rentabili-

dad. Una decisión de este tipo estaría indicando que hay neutralidad frente al riesgo, es decir, que el agente que toma decisiones no se preocupa de la variabilidad de los flujos sino que sólo del resultado final, en este caso del $E(VAN)$, mientras mayor sea éste, cualquiera sea la variabilidad de los flujos, mayor será el nivel de “utilidad” del inversionista. Las curvas de indiferencia que grafican esta situación se muestran en la Figura 6.20.

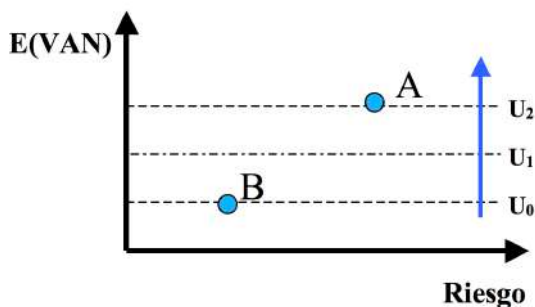


Figura 6.20. Curvas de Indiferencia de Neutralidad al Riesgo.

A continuación se presenta otro ejemplo, donde el individuo debe elegir entre dos juegos alternativos:

Juego 1: Ganar \$100 con seguridad.

Juego 2: Ganar \$500 con 40% de probabilidad o perder \$100 con 60% de probabilidad.

El cálculo de valores esperados de los juegos daría los siguientes resultados:

$$E(\text{Juego 1}) = \$100$$

$$E(\text{Juego 2}) = \$140$$

Si el individuo elige el Juego 1, con un valor esperado menor, pero

sin la probabilidad de perder, significaría que implícitamente existe una valoración del riesgo, es decir el individuo no es neutral al riesgo y por tanto éste debe ser medido. Entonces, al tomar una decisión de juego o negocio se debe considerar tanto el valor esperado como su variabilidad. En la Figura 6.21 se muestra el valor esperado y la variabilidad de ambas alternativas. El juego 1 tiene un valor esperado igual a \$100 y cero variabilidad, en cambio el juego 2 tiene un valor esperado de \$140 y una variabilidad dada por los valores extremos de \$500 y -\$100.

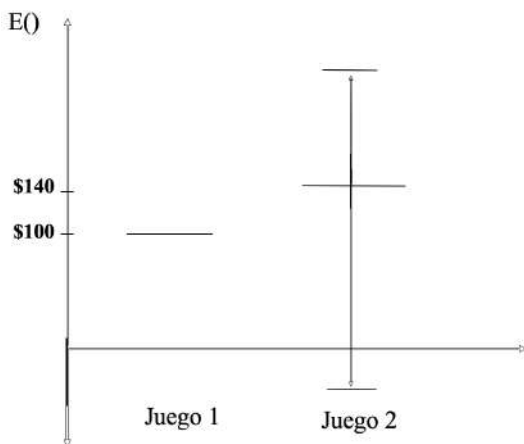


Figura 6.21. Variabilidad y Valor Esperado.

Del juego anterior se observa que las decisiones que toman los inversionistas revelan cierta aversión al riesgo, en el sentido que ellos aceptarán *más riesgo sólo en la medida que se tenga más rentabilidad*, de manera que las curvas de indiferencia de los inversionistas ya no serán paralelas al eje de riesgo, sino que tendrán una pendiente positiva, mostrando un “trade off” entre rentabilidad y riesgo. Esta relación se muestra en la Figura 6.22.

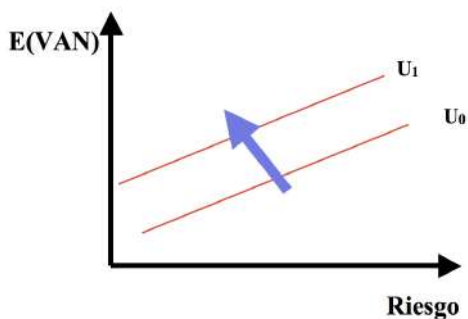


Figura 6.22. Curvas de Indiferencia de Aversión al Riesgo.

6.3.2. Medición del riesgo

El riesgo asociado a un juego o proyecto se medirá por la variabilidad de sus flujos a través de la desviación estándar (σ), que se calcula de acuerdo a la expresión:

$$\sigma = \sqrt{\sum [F_i - E(F)]^2 * Pr_i} \quad (6.13)$$

En el caso de los juegos 1 y 2, el primero tiene variabilidad igual a cero y el segundo una variabilidad igual a \$294, lo que se muestra a continuación:

$$\sigma_A = 0$$

$$\sigma_B = \sqrt{(500 - 140)^2 * 0,4 + (-100 - 140)^2 * 0,6} \quad (6.14)$$

$$\sigma_B = \$294$$

Entonces la pregunta es ¿valdrá la pena aceptar un riesgo de \$294 para obtener un valor probable de \$140?, o quizás ¿es preferible aceptar un valor esperado menor pero también con menos riesgo?

Una forma de tratar esto es relativizar el riesgo, es decir, calcular un indicador que mida riesgo por unidad de rentabilidad o a la inversa, rentabilidad por unidad de riesgo, el cual se denomina coeficiente de variabilidad. Si se define riesgo por unidad de rentabilidad, la mejor opción será aquella que minimice este indicador, si se define al revés será aquella que lo maximice.

$$CV = \frac{\sigma}{E(VAN)} \quad (6.15) \qquad CV^* = \frac{E(VAN)}{\sigma} \quad (6.16)$$

Las expresiones (6.15) y (6.16) muestran los coeficientes de variabilidad que indican Riesgo por unidad de Rentabilidad y Rentabilidad por unidad de Riesgo respectivamente.

En el caso de proyectos de inversión donde existen varios flujos, con sus correspondientes distribuciones de probabilidad, cada uno tendrá su desviación estándar. En la Tabla 6.8 se muestran las desviaciones estándar para los flujos de los proyectos A y B.

Tabla 6.8. Desviaciones Estándar de los Flujos de Proyectos A y B (en \$).

Desviación estándar	Período		
	Año 1	Año 2	Año 3
Proyecto A	10,95	22,8	43,82
Proyecto B	10,95	11,4	11,4

La inspección visual de la Tabla 6.8 indica que el Proyecto A es más riesgoso que el Proyecto B, pues los flujos del primero tienen mayor variabilidad. Sin embargo, para efectos de comparación y de relativización, se requiere de un indicador de variabilidad del proyecto como un todo, o sea la desviación estándar del proyecto. Para el cálculo de la desviación estándar previamente se debe calcular la varianza, que representa la suma ponderada, por las probabilidades de las desviaciones con respecto al valor esperado, al cuadrado, tal como se muestra en la expresión.

$$VAR(Flujo) = \sum_{i=1}^n [F_i - E(F)]^2 * Pr_i \quad (6.17)$$

6.3.3. Varianza del VAN

La función VAN, como variable aleatoria, se muestra en la expresión:

$$VAN_i = -I + \frac{F_{1i}}{(1+r)} + \frac{F_{2i}}{(1+r)^2} + \dots + \frac{F_{ni}}{(1+r)^n} \quad (6.18)$$

Si se supone que los flujos son independientes entre sí, es decir, que las ganancias o pérdidas de un período no dependen de las ganancias o pérdidas de otro periodo, la expresión de la varianza del VAN_i es la indicada en:

$$VAR(VAN) = VAR \left\{ -I_0 + \frac{F_{1i}}{(1+r)} + \frac{F_{2i}}{(1+r)^2} + \dots + \frac{F_{ni}}{(1+r)^n} \right\} \quad (6.19)$$

Si se acepta que la inversión inicial (I₀) y la tasa de descuento (r) son constantes entonces, por propiedades de la varianza, la varianza del VAN se expresaría como se indica en (6.20).

$$VAR(VAN) = \frac{VAR(F_1)}{(1+r)^2} + \frac{VAR(F_2)}{(1+r)^4} + \dots + \frac{VAR(F_n)}{(1+r)^{2n}} \quad (6.20)$$

Como se sabe, la desviación estándar corresponde a la raíz cuadrada de la varianza, lo cual se expresa en:

$$\sigma(VAN) = \sqrt{\frac{VAR(F_1)}{(1+r)^2} + \frac{VAR(F_2)}{(1+r)^4} + \dots + \frac{VAR(F_n)}{(1+r)^{2n}}} \quad (6.21)$$

Entonces, teniendo las varianzas de cada flujo se calcula la varianza total del proyecto y así la desviación estándar, tal y como se muestra en:

$$\sigma(VAN) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{\sigma_i^2}{(1+r)^{2i}}} \quad (6.22)$$

Si los flujos del proyecto no fueran independientes la expresión de varianza sería la que se indica en la expresión (6.23), para un proyecto de dos periodos.

$$VAR(VAN) = \frac{VAR(F_1)}{(1+r)^2} + \frac{VAR(F_2)}{(1+r)^4} + \frac{2Cov(F_1 F_2)}{(1+r)^3} \quad (6.23)$$

Si se sabe que el coeficiente de correlación entre los flujos es lo expresado en (6.24), entonces la nueva ecuación de la varianza queda formulada por (6.25).

$$\rho_{12} = \frac{Cov(F_1 F_2)}{S_1 S_2} \quad (6.24)$$

$$VAR(VAN) = \frac{VAR(F_1)}{(1+r)^2} + \frac{VAR(F_2)}{(1+r)^4} + \frac{2\rho_{12}S_1S_2}{(1+r)^3} \quad (6.25)$$

La expresión general de la desviación estándar de un proyecto de “n” flujos es la indicada en la expresión (6.26).

$$\sigma_{VAN} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2 + \sum_{\forall i \neq j} \sum_{\forall j \neq i} \frac{\rho_{ij} S_i S_j}{(1+r)^{i+j}}} \quad (6.26)$$

Para el ejemplo anterior de los proyectos A y B, las desviaciones estándar son las siguientes:

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{120}{(1+10\%)^2} + \frac{520}{(1+10\%)^4} + \frac{1920}{(1+10\%)^6}} = \$39,2$$

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{120}{(1+10\%)^2} + \frac{130}{(1+10\%)^4} + \frac{130}{(1+10\%)^6}} = \$16,2$$

Ahora que se tiene medida la rentabilidad esperada y riesgo para cada proyecto, se debe tomar una decisión. ¿Qué proyecto elijo?

$$E(\text{VANA})=\$50,9 \quad \sigma(\text{VANA})=\$39,2$$

$$E(\text{VANB})=\$25,9 \quad \sigma(\text{VANB})=\$16,2$$

La decisión no es clara, pues el proyecto A es más rentable pero también es más riesgoso. La decisión final va depender en definitiva de la valoración que el inversionista tenga del riesgo. Para inversionistas adversos al riesgo, el indicador de coeficiente de variabilidad puede ayudar, ya que proyectos con igual coeficiente serían equivalentes, en el sentido que estarían sobre una misma curva de indiferencia.

En este caso se utilizará el coeficiente de variabilidad, definido como rentabilidad por unidad de riesgo, ver ecuación (6.15). El cálculo de estos coeficientes indicaría que las curvas de indiferencia del inversionista son como las líneas punteadas de la Figura 6.23, donde el proyecto B tiene mayor rentabilidad por unidad de riesgo.

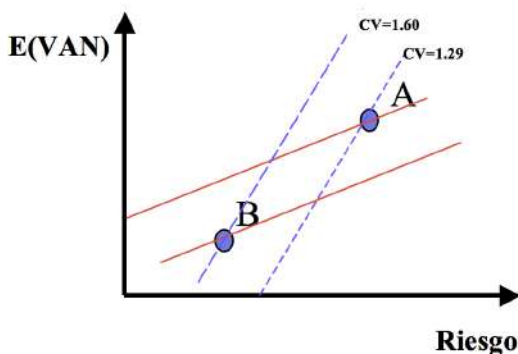


Figura 6.23. Curvas de Indiferencia Aversión al Riesgo.

6.3.4. Distribución de probabilidades del VAN

Si se supone que los flujos del proyecto siguen una distribución de probabilidades normal, el VAN también seguirá una distribución normal. De esta forma se puede calcular cuál será la probabilidad de obtener un determinado VAN utilizando las tablas de distribución normal, especialmente interesará conocer cuál es la probabilidad de tener un VAN negativo.

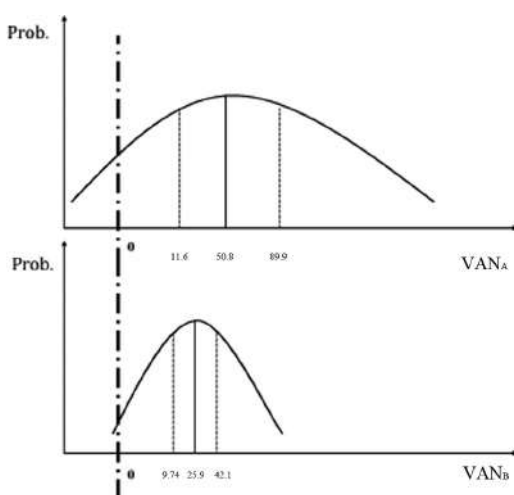


Figura 6.24. Distribución del VAN.

En la Figura 6.24 se muestran las distribuciones de probabilidad del VAN de ambos proyectos, donde se observa claramente que el proyecto A es más rentable pero también tiene mayor dispersión. Usando las propiedades de la Distribución Normal es posible construir intervalos de confianza para el VAN, de manera que ya no solo se tendrá el valor puntual del VAN sino que también su distribución, así por ejemplo, para el proyecto A existe un 68% de probabilidad que su VAN se encuentre en el intervalo (\$11,4 – \$89,9).

Para el cálculo de la probabilidad, previamente se debe trans-

formar la distribución normal en una normal estándar, es decir, $z \sim N(0,1)$. La transformación es la expresada en:

$$z = \frac{VAN - E(VAN)}{\sigma VAN} \quad (6.27)$$

De manera que la probabilidad de tener un VAN negativo es lo señalado en:

$$\Pr(VAN < 0) = \Pr\left(z < \frac{0 - E(VAN)}{\sigma}\right) \quad (6.28)$$

El cálculo de estas probabilidades puede ser usando una tabla de distribución normal estandarizada o bien usando las funciones estadísticas de la hoja de cálculo Excel.

Las probabilidades calculadas para los proyectos A y B son las siguientes:

$$\Pr(VAN_A \leq 0) = 9,85\%$$

$$\Pr(VAN_B \leq 0) = 4,75\%$$

Con el objeto de ordenar la información se puede construir curvas de distribución acumulada y de esta forma saber cuál será la probabilidad de obtener un VAN superior o inferior a cierta cantidad de \$.

6.3.5. Curvas de máximo riesgo

También se pueden construir curvas de *máximo riesgo* con el objeto de facilitar la toma de decisiones y hacerlas más consistentes en el tiempo.

Lo que se hace es convertir la distribución de probabilidad que está en valor absoluto a valor relativo, es decir, reemplazar las distribuciones de VAN por distribuciones de *índices de rentabilidad (IR)*, cuya expresión es:

$$IR = \frac{I_0 + VAN}{I_0} \quad (6.29)$$

El índice de rentabilidad del monto más probable de la distribución del VAN del proyecto A, para el caso del ejemplo, será lo siguiente:

$$E(IR) = \frac{I_0 + E(VAN)}{I_0} = \frac{100 + 50,9}{100} = 1,509$$

Para un VAN=0, el IR es igual 1, de esta forma se puede transformar toda la distribución VAN a una distribución de IR. Ver Figura (6.25).

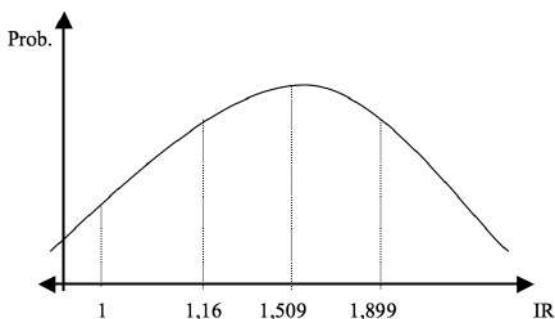


Figura 6.25. Distribución de Índice de Rentabilidad.

Quien debe tomar la decisión deberá definir ciertas curvas de máximo riesgo para diversos valores probables de los índices de rentabilidad, es decir, definir cuál es el máximo riesgo que se aceptará para un determinado índice de rentabilidad.

Con esto, sólo habrá que comparar la curva de IR del proyecto con la definida para el correspondiente valor probable del IR. Por ejemplo, en el caso del proyecto A, su curva deberá compararse con la curva de máximo riesgo para un índice más probable de 1,509. Si la curva del proyecto es menor que la definida como máximo se acepta el proyecto, de lo contrario se rechaza.

El máximo riesgo aceptado irá aumentando a medida que aumenta el índice de rentabilidad. En la Figura 6.26 se muestran curvas de máximo riesgo, para Índices de rentabilidad más probable de 1,0, 1,1 y 1,2.

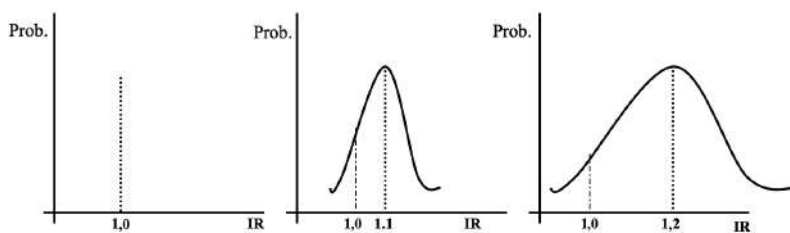


Figura 6.26. Curvas de Máximo Riesgo.

Sin embargo, la medición del riesgo no es suficiente para la toma de decisiones, solamente se dispondría de más información. Se requiere nuevos criterios para la toma de decisiones, algunos que incluyan las preferencias subjetivas de aquellos que toman las decisiones. Por lo tanto la gerencia debiera explicitar de alguna forma estas preferencias de manera de operativizar la toma de decisiones y establecerlo como política de decisión.

Por ejemplo, se debieran emprender todos los proyectos que cumplan las siguientes condiciones:

$$\begin{aligned}
 E(\text{VAN}) &\geq \$500 \\
 P_r(\text{VAN} < 0) &\leq 5\% \\
 P_{\text{RK}} &\leq 3 \text{ períodos}
 \end{aligned}$$

6.4. Simulación

El análisis de riesgo es útil cuando se tienen pocas variables afectas a probabilidad y por tanto es fácil extrapolar a través del valor espera-

do la distribución a la variable de salida (VAN). Sin embargo, cuando existen muchas variables, con distintas distribuciones, se presentan algunos problemas: ¿Cuál será la distribución resultante? ¿Será representativo considerar sólo los valores esperados de las variables de entrada? Ver Figura 6.27.

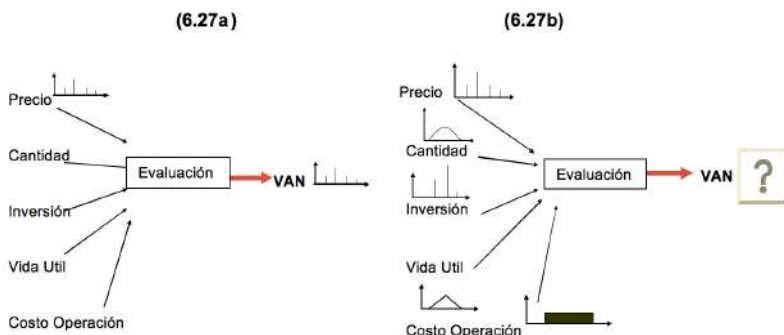


Figura 6.27. Análisis de Riesgo y Simulación.

La Figura 6.27a muestra la situación donde sólo una de las variables de entrada, en este caso el precio, está sujeta a variabilidad definida por una distribución de probabilidad. En este caso, la variable de salida resultante (VAN) tendrá asociada igual distribución de probabilidad. Sin embargo, cuando son muchas las variables de entrada afectas a variabilidad y con distintas distribuciones de probabilidad, tal como se muestra en la Figura 6.27b, donde el precio y la inversión tienen distribución discreta, la cantidad distribución normal, la vida útil distribución triangular y el costo de operación distribución uniforme, la distribución de la variable de salida es desconocida.

La simulación es la técnica que permite combinar todos los factores inciertos identificados en las variables a modelar. Así, es posible reducir a un solo número todo lo que se sabe de las variables de entrada, incluyendo su rango completo de valores posibles y sus probabilidades asociadas. Es como si se pudiera llevar a cabo miles de

escenarios al mismo tiempo, que corresponden a las distintas combinaciones de los distintos valores que pueden tomar las variables incluidas en el modelo.

La *simulación de Monte Carlo* permite considerar todas las combinaciones posibles de las variables que afectan los resultados de un proyecto. Es decir, no se sensibiliza el proyecto ante el cambio en una variable, sino que se analiza el impacto que tienen todas ellas, en diferentes combinaciones, en los beneficios y costos del proyecto, lo que hace más real el análisis.

A diferencia del *Análisis de Riesgo Básico*, se considera toda la distribución de probabilidad y no sólo los valores esperados, es decir, se construyen todos los escenarios posibles de ocurrencia.

La *simulación de Monte Carlo* permite determinar el valor esperado de la variable de salida (VAN) y asignarle una probabilidad de ocurrencia, así como a todos los valores posibles, de esta forma se define la distribución de probabilidad de la variable de salida.

6.4.1. Etapas en un proceso de simulación

- Desarrollar el modelo determinístico.
- Identificar variables inciertas.
- Cuantificar incertidumbre con distribuciones de probabilidad.
- Usar distribuciones para generar (simular) muchos probables resultados.
- Evaluar la distribución de la variable de salida.

Una iteración del método de Monte Carlo consiste en generar un valor de cada distribución y resolver el modelo. El método de Monte Carlo recoge los resultados de múltiples iteraciones y calcula la distribución de probabilidad de la Variable de Salida (VAN).

SensiBar es una rutina que utiliza la técnica de simulación generando todos los escenarios posibles. SensiBar está desarrollado sobre Excel, de manera que este análisis puede ser aplicado a cualquier mo-

delo que establezca las relaciones entre variables de entrada y variables de salida.

El análisis de simulación de SensiBar permite:

- Asignar a cada variable de entrada una distribución de probabilidad, con lo cual se permite calcular el impacto que tiene la variabilidad no sólo de una variable sino de muchas variables en forma simultánea sobre la rentabilidad del proyecto.
- A diferencia del análisis de riesgo tradicional, la simulación incorpora toda la distribución de la variable y no sólo el valor esperado de ésta. Con esto se genera una distribución de probabilidad para el VAN, lo cual permite calcular un intervalo de ocurrencia para el VAN asociado a una determinada probabilidad.
- Esto cobra relevancia, ya que la estimación puntual es sustituida por un intervalo de confianza de la variable de salida (VAN), lo cual torna el análisis de rentabilidad más realista, sobre todo cuando la base de cálculo son estimaciones de valores que ocurrirán en el futuro.

A continuación se explica la barra de Menú del ambiente Simulación de SensiBar.

6.4.2. Simulación Montecarlo



Selección Variables de Entrada. Esta herramienta selecciona la variable de entrada que participará en el proceso de Simulación de Monte Carlo. Para aplicarla basta con situarse en la celda y luego hacer *click* sobre el ícono de variable de entrada. A continuación aparecerán las siguientes ventanas:

- Una ventana mostrando las distribuciones de probabilidad que se pueden elegir para las variables de entrada: distribución uni-

forme, distribución normal, distribución discreta y distribución triangular. Ver Figura 6.28. Para seleccionar la distribución sólo debe hacer *click* en la figura de la distribución seleccionada.

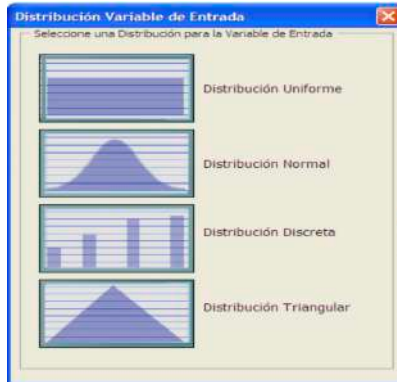


Figura 6.28. Ventana de Selección de Distribución de Probabilidades.

–A continuación se abrirá una ventana particular para cada distribución en la que se deberá ingresar los parámetros que la definen.

(i) *Distribución Uniforme*. Esta es una distribución continua, donde todos los valores tienen igual probabilidad de ser seleccionados en el rango definido. La ventana de esta distribución requiere que se ingrese el valor mínimo y el valor máximo, y luego aceptar. Ver Figura 6.29.

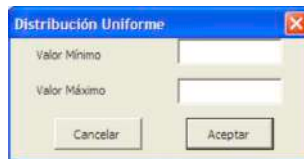


Figura 6.29. Distribución Uniforme.

(ii) *Distribución Normal*. Distribución continua y simétrica, centrada en el valor esperado, su concentración o dispersión depende de la desviación estándar. Estos son los parámetros que se debe ingresar para que el programa genere la variable de entrada de acuerdo a esta distribución. Ver Figura 6.30.

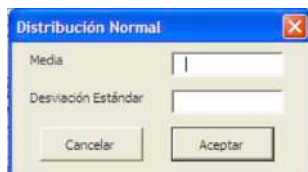


Figura 6.30. Distribución Normal.

(iii) *Distribución Discreta*. Esta distribución permite ingresar valores individuales con sus respectivas probabilidades. En la ventana de esta distribución se debe ingresar el valor específico que la variable puede tomar y su probabilidad, luego hacer *click* en el botón *agregar intervalo*. Sólo cuando se ha completado el 100% de probabilidad se puede hacer *click* en el botón aceptar. Ver Figura 6.31.

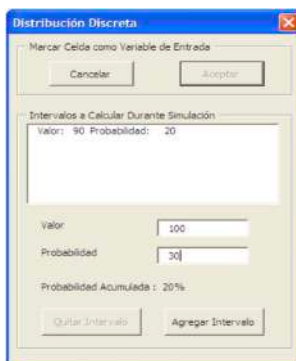


Figura 6.31. Distribución Discreta.

(iv) *Distribución Triangular*. Es una distribución continua muy parecida a la distribución uniforme, con la diferencia de que en esta distribución se ingresa un valor más probable que acumula mayor probabilidad de ser generado. La ventana de esta distribución requiere tres parámetros, valor mínimo, valor máximo y valor más probable. Se debe cumplir que el valor más probable sea menor que el máximo y mayor que el valor mínimo. Ver Figura 6.32.

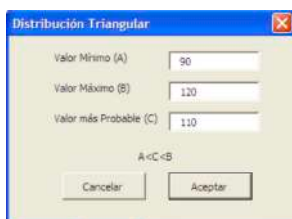


Figura 6.32. Distribución Triangular.

Una vez ingresada la información la celda de la variable tomará el color verde claro.



Selección Variables de Salida. Este ícono permite seleccionar la variable que será simulada, para esto basta con situarse sobre la celda que contiene la fórmula de la variable de salida y hacer *click* sobre ella. La celda seleccionada tomará el color verde oscuro.



Simular. Este es el ícono que comienza el proceso de simulación de Monte Carlo. Al ejecutar esta opción se abrirá una ventana en la cual se debe ingresar el número de iteraciones a efectuar, es decir, el número de escenarios que se desea simular. Mientras mayor sea el número de iteraciones mejor (más continua) será la estimación

de la distribución de probabilidad de la variable simulada y mejor la estimación del intervalo de confianza de la variable simulada. Ver Figura 6.33.

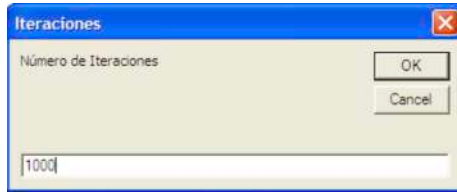


Figura 6.33. Número de Iteraciones.

La ejecución de este comando genera una nueva hoja con el nombre de *Solución* en la que se muestran los resultados del proceso de simulación.

6.4.3. Resultados de la simulación

En la hoja *Solución* se muestran los resultados del proceso de simulación de Monte Carlo, que incluye lo siguiente:

Distribución de frecuencia relativa de la variable simulada. Ver Figura 6.34.

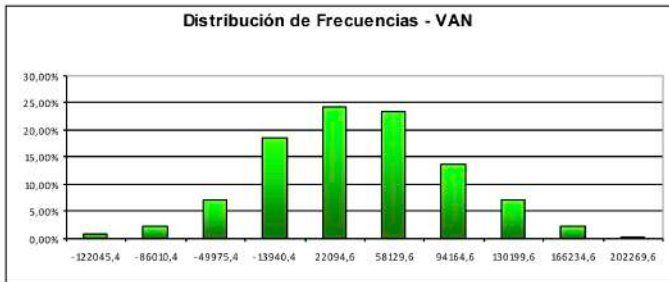


Figura 6.34. Distribución de Frecuencia del VAN.

Tabla resumen del proceso de simulación.

Tabla 6.9. Resumen estadístico proceso de simulación.

Resumen estadístico	
Mínimo	-\$ 150.080
Máximo	\$ 202.270
Promedio	\$ 18.710
Desviación estándar	\$ 56.266
% Negatividad	37,70%
Probabilidad VAN<0	36,97%

En esta tabla se muestra los valores mínimos y máximos alcanzados por la variable simulada, mostrando todo el rango de variabilidad; el valor promedio y su desviación estándar, lo cual permite saber la validez estadística del valor promedio. También se presenta *el % de negatividad*, que indica porcentualmente el número de casos en que el resultado de la simulación entrega un valor negativo. También se entrega la probabilidad que el VAN sea negativo, este valor tendrá sentido cuando la distribución resultante del VAN se aproxime a una distribución normal.

Bibliografía

Coss, R. (1994). *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*. México: Limusa.

Fontaine, E. R. (2008). *Evaluación social de proyectos*. México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.

Sapag, N. (2007). *Proyectos de inversión. Formulación y evaluación*. México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.

Sapag, N. y Sapag, R. (2000). *Preparación y evaluación de proyectos*. Santiago: Mc Graw-Hill Interamericana de Chile.

- Torche, A. (1981). "Evaluación de proyectos tecnológicos". *Trabajo Docente* N° 32. Facea, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Van Horne, J. (1976). *Administración financiera*. Buenos Aires: Ediciones Contabilidad Moderna.

LA EVALUACIÓN económica de un proyecto de inversión es un proceso que procura identificar, medir y valorizar los costos y beneficios asociados a una iniciativa de inversión con el objeto de lograr la óptima asignación de recursos a la mejor alternativa de inversión disponible. La evaluación de proyectos se ha convertido en una herramienta de uso creciente que procesa y sistematiza en forma selectiva la información necesaria para recomendar la mejor decisión de inversión al inversionista, considerando su contexto.

Este libro proporciona en forma resumida las bases de los principios económicos, conceptos y herramientas mínimas para enfrentar la preparación y evaluación de un proyecto de inversión. Con este objetivo se desarrollan seis capítulos que abordan desde la introducción y fundamentación de la evaluación económica en los estudios preinversionales hasta la incorporación del riesgo en la toma de decisiones. Es así como se revisan en ellos conceptos de planificación y proyectos, la importancia y etapas del ciclo de los proyectos, estudios a considerar en la preparación de proyectos, tipos de evaluación de proyectos, construcción del perfil de un proyecto, indicadores y criterios de decisión y, finalmente, análisis de riesgo y de sensibilización como procesos necesarios para culminar la evaluación económica de un proyecto de inversión.

