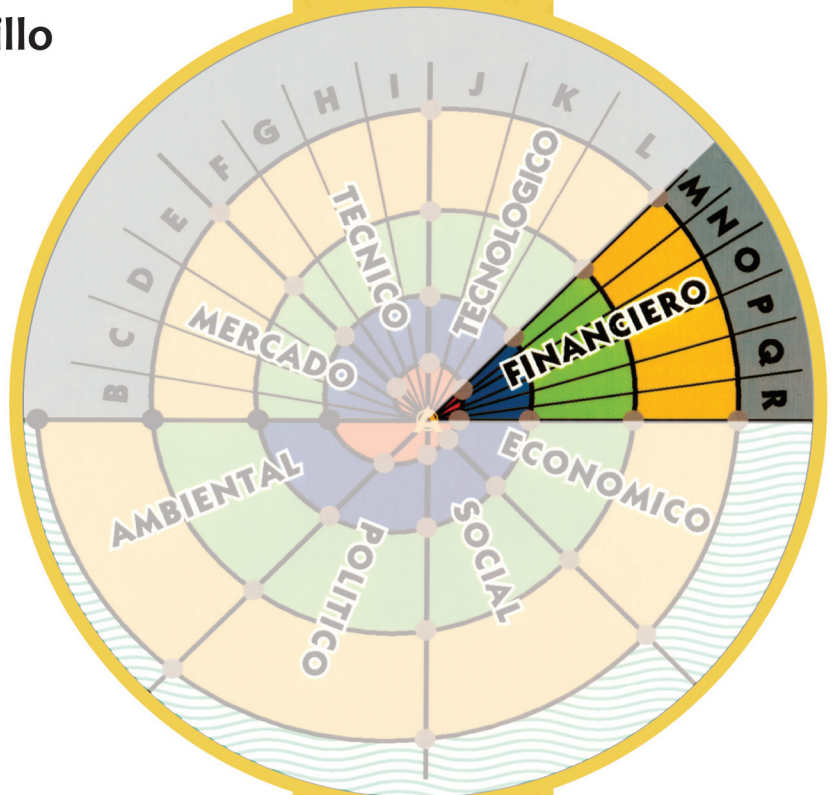


Análisis de rentabilidad en el diseño y evaluación de sistemas productivos

Octavio Francisco
González Castillo



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Análisis de rentabilidad en el diseño y evaluación de sistemas productivos

Octavio Francisco González Castillo





RECTOR GENERAL

José Antonio De los Reyes Heredia

SECRETARIO GENERAL

Norma Rondero López

UNIDAD IZTAPALAPA

RECTOR

Verónica Medina Bañuelos

SECRETARIO

Juan José Ambriz García

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE C. B. S.

José Luis Gómez Olivares

COORDINADOR DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

Federico Bañuelos Bárcena

JEFE DE LA SECCIÓN DE PRODUCCIÓN EDITORIAL

Adrian Felipe Valencia Llamas

*Análisis de rentabilidad en el diseño y evaluación
de sistemas productivos.*

Primera edición: 2022

© UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA-IZTAPALAPA

Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco, Núm. 186, Col. Leyes de Reforma
1 A Sección, Alcaldía Iztapalapa, C.P. 09310, Ciudad de México

ISBN: 978-607-28-2728-8

Impreso en México / Printed in Mexico

A la memoria de mi profesor, compañero de trabajo y amigo Marco Antonio Gerardo Ramírez Romero †, con quien tuve oportunidad de compartir interés por las temáticas de la formulación y evaluación de proyectos, así como la pasión de ser profesor. Tantas conversaciones que sobre el tema sostuvimos, sin duda hacen que numerosas ideas y reflexiones comunes quedaran plasmadas en esta obra.

*Con especial cariño y esperanza para quienes son la razón de ser de esta obra...
A los estudiantes*

Octavio Francisco González Castillo

Índice

Índice	v
Índice de tablas	xv
Índice de figuras	xix
Prefacio	xxi
Agradecimientos	xxvii
Introducción	1
Sistemas productivos y evaluación financiera	1
Diseño de sistemas productivos y evaluación financiera de proyectos	4
Estrategia para la evaluación financiera de proyectos	8
Primera parte	
Unidades monetarias y homogeneidad dimensional	
Capítulo 1. El dinero como unidad de medida	15
1.1 El dinero: un invento humano	15
1.2 ¿Precio o costo?	19
1.2.1 Mirada desde el fenómeno de la producción	20
1.2.2 Mirada desde el fenómeno de la comercialización	20
1.3 Naturaleza y propiedades atribuidas al dinero	21

1.4 La inflación	24
1.4.1 Índices de precios	25
1.5 Conversión entre diferentes unidades monetarias	28
1.6 Análisis de series de tiempo y pronósticos	29
Capítulo 2. Equivalencias del dinero a través del tiempo	33
2.1 La necesidad de trabajar con escenarios futuros	33
2.2 El requisito de la homogeneidad dimensional	35
2.3 Fundamentos y cálculo de la generación de intereses	36
2.3.1 Tasa de interés	37
2.3.1.1 Tasa de interés simple	38
2.3.1.2 Tasa de interés compuesto	39
2.3.2 Períodos de generación y capitalización de intereses	39
2.4 Fórmulas para calcular equivalencias del dinero en el tiempo	42
2.4.1 Valor futuro de una cantidad presente	42
2.4.2 Valor presente de una cantidad futura	44
2.4.3 Valor presente de una serie de pagos periódicos	46
2.4.4 Factores de recuperación de capital	47
2.4.5 Valor futuro de una serie de pagos periódicos	47
2.4.6 Factores de fondo de amortización	47
Capítulo 3. Financiamiento de proyectos	53
3.1 Inversionistas y acreedores	53
3.2 Fuentes de capital	54
3.2.1 Fuentes internas	55
3.2.1.1 Aportaciones de capital	55
3.2.1.2 Utilidades no distribuidas	55
3.2.1.3 Fondo de depreciación y amortización	55

3.2.2 Fuentes externas	55
3.2.2.1 Emisión de acciones y capital de riesgo	55
3.2.2.2 Obligaciones financieras	56
3.2.2.3 Fabricantes de bienes de capital	56
3.2.2.4 Proveedores de insumos	56
3.2.2.5 Bancos y fideicomisos	56
3.3 Condiciones y términos contractuales en la solicitud de un crédito	59
3.3.1 Empresa elegible	59
3.3.2 Monto financiable	59
3.3.3 Garantías y otros requisitos	59
3.3.4 Plazo de pago	60
3.3.5 Períodos de gracia	60
3.3.6 Forma de pago	60
3.3.7 Tasa de interés	60
3.3.8 Comisiones	60
3.3.9 Mecanismo de disposición	61
3.3.10 Información solicitada	61
3.4 Tablas para la amortización de crédito	61
3.4.1 Caso a) pago de capital constante sin períodos de gracia	66
3.4.2 Caso b) pago de capital constante con 2 períodos de gracia	67
3.4.3 Caso c) pago total constante sin períodos de gracia	68
3.4.4 Caso d) pago total constante con 2 períodos de gracia	69

Segunda parte

Ingresos y egresos en los sistemas productivos

Capítulo 4. Ingresos y ciclo de vida de un sistema productivo	81
4.1 Ingresos durante la etapa operativa del sistema productivo	82
4.1.1 Ingresos derivados de las ventas (productos, subproductos y residuos)	82
4.1.2 Ingresos derivados de los productos financieros	83
4.2 Ingresos durante la etapa del desmantelamiento y liquidación del sistema productivo	83
4.2.1 Ingresos derivados del valor de rescate	83
Capítulo 5. Egresos y ciclo de vida de un sistema productivo	85
5.1 Egresos en la etapa de diseño del sistema productivo	86
5.1.1 Inversión inicial	86
5.1.1.1 La inversión fija	87
5.1.1.2 El capital de trabajo	87
5.2 Egresos durante la etapa operativa del sistema productivo	91
5.2.1 Las reinversiones	91
5.2.1.1 Reinversiones en activos	92
5.2.1.2 Reinversiones en capital de trabajo	92
5.2.2 Egresos operativos	94
5.2.2.1 Costos de producción	95
5.2.2.2 Gastos generales	101
5.3 Egresos durante la etapa del desmantelamiento y liquidación del sistema productivo	103

Tercera parte
Estimación de la magnitud de los movimientos financieros
a lo largo del ciclo de vida de un sistema productivo

Capítulo 6. Estimaciones para la etapa de diseño	113
6.1 Inversión fija	113
6.1.1 Estimación del costo de los quipos principales de proceso	114
6.1.1.1 Métodos gráficos	116
6.1.1.2 Métodos de actualización por capacidad y tiempo	116
6.1.1.3 Métodos que utilizan programas computacionales	118
6.1.2 Método de factores de Lang para estimar la inversión fija	119
6.2 Capital de trabajo	123
6.2.1 Inventario de producto en proceso	123
6.2.2 Inventario de producto terminado	125
6.2.3 Inventario de materias primas e insumos	126
6.2.4 Efectivo en caja	126
6.2.5 Cuentas por cobrar	127
6.2.6 Cuentas por pagar	128
6.3 Vínculo entre los egresos de operación y la estimación del capital de trabajo	129
Capítulo 7. Estimaciones para la etapa de operación	131
7.1 Ingresos operativos	131
7.1.1 Ingresos derivados de la venta de productos, subproductos y residuos	131
7.1.2 Ingresos derivados de los productos financieros	131

7.2 Egresos operativos	135
7.2.1 Costos de producción	135
7.2.1.1 Materias primas y otros insumos de proceso	136
7.2.1.2 Servicios auxiliares	137
7.2.1.3 Regalías	139
7.2.1.4 Mano de obra de operación y supervisión	139
7.2.1.5 Rentas	142
7.2.1.6 Depreciación y amortización de activos	143
7.2.1.7 Mantenimiento y reparación	144
7.2.1.8 Suministros de operación	146
7.2.1.9 Impuestos sobre la propiedad	146
7.2.1.10 Seguros sobre la planta	147
7.2.1.11 Costos fijos de operación	147
7.2.2 Gastos generales	147
7.3 Las reinversiones	149
7.3.1 Reinversiones en activos para ampliar la capacidad productiva	149
7.3.2 Reinversiones en activos para remplazar a aquellos que han terminado su vida útil	150
7.3.3 Reinversiones en capital de trabajo	150
7.3.3.1 Reinversión en inventario de producto en proceso	151
7.3.3.2 Reinversión en inventario de producto terminado	151
7.3.3.3 Reinversión en inventario de materias primas e insumos	152
7.3.3.4 Reinversión en cuentas por cobrar	152
7.3.3.5 Reinversión en efectivo en caja	152
7.3.3.6 Ejemplo: conformación inicial y reinversiones en el capital de trabajo	153

Capítulo 8. Estimaciones para la etapa de liquidación	157
8.1 Ingresos derivados del valor de rescate	157
8.1.1 Recuperación del valor residual de los activos	158
8.1.2 Plusvalía y recuperación por el valor de reventa del terreno	159
8.1.3 Recuperación del valor acumulado en el capital de trabajo	160
8.1.3.1 Recuperación del inventario de producto en proceso	161
8.1.3.2 Venta del producto terminado resguardado en el almacén	162
8.1.3.3 Venta de las materias primas e insumos resguardados en el almacén	162
8.1.3.4 Recuperación de las cuentas por cobrar	163
8.1.3.5 Cancelación de las cuentas por pagar	163
8.1.3.6 Cancelación de la cuenta bancaria y recuperación del efectivo en caja	163
8.2 Egresos derivados del desmantelamiento y liquidación del sistema productivo	164

Cuarta parte
Análisis de rentabilidad en proyectos de inversión

Capítulo 9. Integración de los presupuestos de ingresos y egresos	171
9.1 Presupuesto de ingresos	171
9.2 Presupuesto de egresos	172
9.2.1 Egresos asociados a la etapa de diseño	172
9.2.2 Egresos asociados a la etapa de operación	173
9.2.3 Egresos asociados a la etapa de desmantelamiento y liquidación	174

9.3 Ejemplo: presupuesto ingresos / egresos de una empresa que elabora un bioinsecticida	174
9.3.1 Programa de producción y ventas	174
9.3.2 Requerimiento de recursos de consumo variable	175
9.3.3 Pronóstico del incremento en los precios de producto y recursos	178
9.3.4 Estimación de inversión fija, capital de trabajo y estructura financiera	182
9.3.5 Estimaciones asociadas a los costos fijos de producción	185
9.3.6 Estimaciones asociadas a los gastos generales	186
9.3.7 Estimación de los productos financieros	187
9.3.8 Presupuesto de egresos operativos	190
9.3.9 Estimación del valor de rescate	191
9.3.10 Presupuesto de ingresos del sistema productivo	191
9.3.11 Presupuesto de egresos del sistema productivo	192
9.4 Diagrama de flujo de efectivo	193
Capítulo 10. Estados proforma	195
10.1 Estado de resultados proforma	196
10.1.1 Punto de equilibrio	199
10.1.1.1 El método analítico para el cálculo del punto de equilibrio	200
10.1.1.2 El método gráfico para el cálculo del punto de equilibrio	203
10.2 Estado de flujo de caja proforma	211
Capítulo 11. Flujo neto de efectivo	215
11.1 Movimientos financieros durante la etapa de diseño	216
11.2 Movimientos financieros durante la etapa de operación	218

11.3 Movimientos financieros durante la etapa de desmantelamiento-liquidación	219
11.4 Homogeneidad dimensional utilizando la ecuación $P = F / (1 + i)^n$	221
11.4.1 Tasa mínima aceptable de rendimiento financiero	222
Capítulo 12. Indicadores financieros	225
12.1 Valor presente neto	225
12.2 Tasa interna de rendimiento financiero	227
12.3 Período de cumplimiento de las expectativas del inversionista	230
12.4 Aproximación porcentual al cumplimiento de las expectativas del inversionista	232
12.5 Complementariedad de los diferentes indicadores financieros	233
12.6 Uso de indicadores para jerarquizar proyectos alternos	237
Capítulo 13. Análisis de sensibilidad	241
Reflexiones finales para ampliar el panorama	247
Referencias bibliográficas	251
Glosario	261

Índice de tablas

Tabla 1. Resultados del estudio de mercado que influyen en la evaluación financiera	5
Tabla 2. Resultados del estudio técnico que influyen en la evaluación financiera	6
Tabla 3. Resultados del estudio tecnológico que influyen en la evaluación financiera	6
Tabla 4. Resultados del estudio financiero que influyen en la evaluación financiera	7
Tabla 5. Generación de interés a través del tiempo	40
Tabla 6. Generación de interés al periodo n	42
Tabla 7. Generación de interés al año 5	43
Tabla 8. Tipos de créditos y sus características	58
Tabla 9. Tabla para la amortización de créditos	66
Tabla 10. Tabla de amortización con pagos a capital constante sin período de gracia	67
Tabla 11. Tabla de amortización con pagos a capital constante con período de gracia	68

Tabla 12. Tabla de amortización con pagos totales constantes sin período de gracia	69
Tabla 13. Tabla de amortización con pagos totales constantes con período de gracia	70
Tabla 14. Tabla de amortización sin realizar ningún tipo de pago hasta el final del plazo	71
Tabla 15. Activos tangibles e intangibles	87
Tabla 16. Precisión de las estimaciones financieras en los diferentes niveles de estudio	109
Tabla 17. Listado de activos tangibles e intangibles del método de Lang	120
Tabla 18. Estado de cuenta para el cálculo de los productos financieros	132
Tabla 19. Costo anual de mantenimiento y reparación (% inversión fija)	144
Tabla 20. Presupuesto de ingresos	171
Tabla 21. Presupuesto de egresos	172
Tabla 22. Formato del presupuesto de egresos asociados a las actividades de operación	173
Tabla 23. Ingresos por venta	175
Tabla 24. Requerimiento de recursos consumibles acorde con el programa de producción	176
Tabla 25. Matriz de costos unitarios asociados a los recursos consumibles para la producción	178

Tabla 26. Matriz de egresos anuales asociados a los recursos consumibles para la producción	180
Tabla 27. Inversión fija de la planta	182
Tabla 28. Amortización del crédito refaccionario (pagos a capital constante por 60 meses)	183
Tabla 29. Presupuesto de egresos asociado a los costos fijos de producción	186
Tabla 30. Presupuesto de egresos asociado a los gastos generales	186
Tabla 31. Egresos asociados al capital de trabajo	187
Tabla 32. Productos financieros (60 meses con una tasa de interés $i = 1.17\%$ mcm)	187
Tabla 33. Presupuesto de egresos operativos	190
Tabla 34. Presupuesto de ingresos	191
Tabla 35. Presupuesto de egresos	192
Tabla 36. Estado de resultados proforma (ganancias o pérdidas)	196
Tabla 37. Estado de resultados proforma para una planta productora de bioinsecticida	197
Tabla 38. Flujo de caja o estado de origen y aplicación de recursos proforma	211
Tabla 39. Diferencias entre la utilidad y el saldo	213
Tabla 40. Determinación del flujo neto de efectivo (FNE) _n	219
Tabla 41. Homogeneidad dimensional y cálculos derivados del flujo neto de efectivo (FNE)	224

Tabla 42. Cálculo del valor presente neto (VPN)	226
Tabla 43. Aproximación porcentual al cumplimiento de las expectativas del inversionista (APCEI)	232
Tabla 44. Registro de datos obtenidos para la determinación del análisis de sensibilidad	243

Índice de figuras

Figura 1. Fases del ciclo de vida de un sistema productivo	1
Figura 2. Ciclo de vida de un sistema productivo	2
Figura 3. Identificación – formulación – evaluación – selección	3
Figura 4. Diagrama de flujo de efectivo	44
Figura 5. Diagrama de flujo de efectivo para 5 años	45
Figura 6. Diagrama de flujo de efectivo para pagos periódicos	46
Figura 7. Diagrama de flujo de efectivo para pagos periódicos de una hipoteca	49
Figura 8. Diagrama de flujo de efectivo de pagos periódicos para la compra de una máquina	50
Figura 9. Diagrama de flujo de efectivo de pagos periódicos para reponer una máquina	51
Figura 10. Diagrama de amortización de un crédito	64
Figura 11. Ingresos y egresos en el horizonte de planeación de un proyecto	77
Figura 12. Componentes de los presupuestos de ingresos y egresos	78

Figura 13. Estructura de la inversión inicial en la etapa de diseño (año cero)	86
Figura 14. Egresos operativos	94
Figura 15. Estructura de los egresos operativos	94
Figura 16. Conformación inicial y reinversiones en inventario de materia prima	154
Figura 17. Cálculo de la utilidad de operación	198
Figura 18. Diagrama de Flujo Neto de Efectivo (FNE)n	220
Figura 19. Representación gráfica de la sensibilidad de un proyecto	244

Prefacio

Imagine el lector el siguiente escenario: uno o varios inversionistas están considerando la posibilidad de arriesgar su capital financiero al invertirlo en un nuevo sistema productivo. Conocedores de que una de cada tres nuevas empresas que inician actividades se ven en la necesidad de cerrar en su primer año de vida, los inversionistas deciden contratar a un despacho de ingeniería para realizar la evaluación financiera del proyecto. Teniendo como marco este escenario, se aprecia mejor la relevancia del libro que tiene usted entre sus manos, cuyo propósito es responder a las preguntas:

¿Qué es la rentabilidad?, ¿cómo se calcula? y ¿cómo se interpreta ésta, al momento de orientar la decisión de los inversionistas sobre si invertir o no su capital en el sistema productivo?

Si bien, el libro está dirigido a un público amplio y diverso, originalmente fue escrito teniendo en mente a estudiantes de licenciatura en las diversas ramas de la ingeniería, que como parte de su formación, están aprendiendo la técnica-arte de diseñar sistemas productivos y que, al entrar en contacto con la metodología de la evaluación financiera de proyectos, se adentran en campos del conocimiento que usualmente no le son tan familiares: el mundo de los negocios, las finanzas y la economía.

Así, esta obra se perfila como un libro de texto sobre el “análisis de la rentabilidad” dirigido a ingenieros que no necesariamente han recibido una formación previa en el campo del análisis financiero de los negocios, pero que se han convencido de la necesidad de comprender esta temática, que sin dudarlo será una, entre varias de las dimensiones del contexto socioeconómico, en el que se desenvolverán los sistemas productivos que llegue a diseñar o bien en los que llegue a laborar.

La naturaleza del propósito descrito orientó los siguientes alcances y premisas de este libro:

- La temática del análisis financiero es un campo muy amplio que abarca diversos ámbitos de los negocios, este libro se centrará tan sólo en el *análisis de la rentabilidad* como un componente entre otros (apalancamiento financiero, liquidez, eficiencia administrativa, etc.) de la evaluación financiera y el análisis de viabilidad de proyectos de inversión en sistemas productivos.
- Muchos de los conceptos, teorías y metodologías que serán revisados, también podrían ser utilizadas para la evaluación de proyectos de modernización en empresas ya existentes, sin embargo, en este libro el análisis de rentabilidad será presentado como una herramienta metodológica al servicio del *diseño de nuevos sistemas productivos*.
- Si bien, en este libro se centra la atención sobre el análisis de la rentabilidad, se parte de la convicción de que, la *evaluación de la viabilidad e impactos de un proyecto de inversión* es un campo de estudio y de la práctica, complejo; en el que participan múltiples actores; bajo un contexto multipropósito y multicriterio; donde el desempeño financiero debe ser ponderado frente al balance de impactos y equilibrios que el sistema productivo establezca en el *socioecosistema* (contexto social, económico, político y ambiental) del cual forma parte.
- El libro se focaliza sobre aspectos del análisis de rentabilidad, pero al hacerlo, continuamente se establecen conexiones con resultados de los otros estudios de la *identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión*: análisis de necesidades, recursos, mercado, aspectos técnicos, tecnológicos, ingeniería de procesos y de proyectos, etc. Es así como este libro se integra de manera sinérgica como parte de una colección de libros de texto¹ cuyo propósito es

1 El primer libro de la colección ganó el premio a los libros de texto y fue publicado por la División de Ciencias Biológicas y de la Salud (DCBS), Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana en 1996 (1ª reimpression en 2009) y lleva el título de “Identificación de proyectos y análisis de mercado”. El libro que tiene usted en sus manos se integrará ahora como el 2º volumen de la colección. Actualmente se cuenta con borradores de al menos dos libros más, que se espera pronto estar también publicando en la DCBS: “Ingeniería de Procesos” e “Ingeniería de Proyectos”.

contribuir a formar ingenieros habilitados para integrarse a equipos multi e interdisciplinarios que asuman el reto de diseñar nuevos sistemas productivos.

- De las diversas ramas en que se ha desarrollado la disciplina de la Contabilidad, este libro se apoya en la Contabilidad Administrativa², la que, en contraste con la Contabilidad Fiscal y la Contabilidad Financiera, está más orientada hacia el proceso de toma de decisiones internas, bajo escenarios prospectivos, lo que caracteriza el trabajo al diseñar nuevos sistemas productivos. Ambas circunstancias—decisiones internas y escenarios prospectivos— llevan a que la orientación y flexibilidad que ofrece la Contabilidad Administrativa le venga bien a un análisis de rentabilidad, en el que será necesario trabajar con lo que Sapag *et al.* (2014, p. 89) llama “costos no contables”³ y a asumir numerosos supuestos y simplificaciones.
- Se busca desarrollar en los ingenieros una plataforma teórico-metodológica suficiente para realizar los cálculos de la rentabilidad, así como la habilidad y el lenguaje para comunicar y compartir sus resultados con fluidez, no sólo con los grupos inversionistas sino también con colegas de las disciplinas económico-administrativas.
- La formulación y evaluación de proyectos de inversión en sistemas productivos no es una ciencia exacta en la que se pueda aplicar de manera mecánica los modelos de cálculo. Si bien, en este libro se presentan elementos teórico-metodológicos así como algunos casos prácticos, los proyectos nunca son iguales, siempre existen peculiaridades, que necesariamente se deben considerar durante su diseño. Es por ello, que este libro aspira a contribuir a formar profesionales de la ingeniería conscientes de que los modelos de cálculo serán como su “caja de herramientas” y que éstas últimas no hacen, ni definen al ingeniero, lo que lo define es su capacidad para aplicar conocimientos, habilidades, razonamiento

2 Sistema de información al servicio de las necesidades de la administración, con orientación pragmática destinada a facilitar las funciones de la planeación, y la toma de decisiones (Ramírez-Pradilla, 2008, pp. 11).

3 “Mientras que los costos contables son útiles en ciertos campos de la administración financiera de una empresa o para satisfacer los requerimientos legales y tributarios, los costos no contables buscan medir el efecto neto de cada decisión en el resultado” (Sapag *et al.*, 2014, p. 89).

lógico y experiencia... es decir, su ingenio al servicio del análisis y resolución de problemas, siempre considerando las particularidades de cada caso.

México desarrolló por muchos años una sólida tradición en ingeniería. Hoy es necesario recuperar la formación de profesionales habilitados para contribuir y no sólo asimilar los cambios tecnológicos. México necesita urgentemente de ingenieros con la ambición de participar en la titánica tarea que marca la esencia de su profesión: ¡Crear sistemas que no existen en la naturaleza!

Este libro se integra por 13 capítulos distribuidos en cuatro partes:

- PARTE 1. Unidades monetarias y homogeneidad dimensional.
- PARTE 2. Ingresos y egresos en los sistemas productivos.
- PARTE 3. Estimación de la magnitud de los movimientos financieros a lo largo del ciclo de vida de un sistema productivo.
- PARTE 4. Análisis de rentabilidad.

La PARTE 1 (capítulos 1 a 3) fue concebida como una introducción para ingenieros al mundo de la economía, las finanzas y las matemáticas financieras. Así, esta parte presentará los antecedentes necesarios, para aquellos estudiantes o profesionales que no han recibido una formación previa en ámbitos propios de las disciplinas económico-financieras. En ella, se revisarán temas generales como el *dinero*, el *capital financiero*, la *inflación*, los *índices de precios*, el análisis de las *series de tiempo*.

La PARTE 2 (capítulos 4 y 5) introduce al lector en el lenguaje y los conceptos utilizados para referirse a los diversos *ingresos* y *egresos* que tienen lugar en un sistema productivo. Es importante indicar que para escribir esta parte del libro, el autor encontró apoyo en el marco que le ofrece la *Contabilidad Administrativa*, aunque en ocasiones se recuperan también descripciones y elementos de la Contabilidad Fiscal y la Contabilidad Financiera. Como ya se argumentó previamente, en buena medida esta decisión encuentra su justificación en dos hechos que caracterizan al análisis de rentabilidad de proyectos de inversión en sistemas productivos: a) el análisis se realiza a partir de escenarios futuros por lo que en esencia se utilizan

“costos no contables”, b) el análisis se basa en múltiples estimaciones, lo que a su vez implica el considerar diversos supuestos y simplificaciones. Ambas circunstancias orientan al uso más flexible que hace de la parte contable la rama de la Contabilidad Administrativa.

La PARTE 3 (capítulos 6 a 8) retoma el marco teórico-conceptual logrado en la PARTE 2, para ahora avanzar proponiendo al lector un marco metodológico en que encontrará diversos **métodos de estimación** que le permitan dimensionar la magnitud de los movimientos financieros (ingresos y egresos), pero ahora reorganizados bajo la lógica de las tres etapas sucesivas del **ciclo de vida de los sistemas productivos**: a) **diseño**, b) **operación** y c) **desmantelamiento-liquidación**.

Las primeras tres partes del libro encuentran justificación al llegar a la PARTE 4 (capítulos 9 a 13), en la que el lector revisará la dinámica de cálculo e interpretación de importantes conceptos del análisis financiero: **utilidad**, **punto de equilibrio**, **saldo**, **flujo de efectivo**, para finalmente llegar a calcular e interpretar tanto la **tasa mínima aceptable de rendimiento financiero** (TMARF) —que define la ambición y expectativa de los inversionistas—, como algunos de los indicadores de la rentabilidad más utilizados: **Valor Presente Neto** (VPN), **Tasa Interna de Rendimiento Financiero** (TIRF), **Período de Cumplimiento de la Expectativas de los Inversionistas** (PCEI), **Aproximación Porcentual al Cumplimiento de la Expectativas de los Inversionistas** (APCEI). Esta PARTE 4 cierra el libro revisando uno de los temas del análisis de riesgo, conocido como **Análisis de Sensibilidad**, en el cual se determina el grado de sensibilidad que los indicadores financieros tienen ante potenciales escenarios de incertidumbre o aun de riesgo, lo que conllevará a variaciones en algunos de los parámetros o variables que, en una primera evaluación fueron considerados bajo condiciones de certeza.

Al final del libro se incluyen las secciones: “Reflexiones finales para ampliar el panorama”, “Referencias bibliográficas” y “Glosario”. Con ello se espera apoyar a aquellos lectores que decidan profundizar y contextualizar las temáticas revisadas en el libro.

Agradecimientos

A mi esposa María de los Ángeles García Olave, con quien no sólo comparto amor y pasión por la familia, sino quien continuamente motiva e impulsa mis proyectos. Sus numerosas revisiones y sugerencias mejoraron significativamente el resultado final de este libro.

A Ulises Francisco Gómez Ortiz, destacado alumno y posteriormente ayudante en el curso de evaluación financiera de proyectos, quien me obsequió en todo momento su valiosa colaboración y amistad. Sus continuas reflexiones, así como la integración que realizó del glosario, contribuyen a hacer de ésta, una obra más completa.

A Jorge Alberto Peregrina Jaimes, destacado alumno en el curso de evaluación financiera de proyectos —posteriormente realizó su servicio social apoyando el curso, convirtiéndose en el primer miembro de la iniciativa de los “Catalizadores”— quien, compartió conmigo numerosas reflexiones y sugerencias en torno al proceso de enseñanza-aprendizaje. Su apoyo en la integración de tablas, gráficas, cuadros y figuras, así como sus comentarios y sugerencias al revisar el texto, contribuyeron significativamente con la obra.

Al equipo de evaluadores y miembros del Comité Editorial de Libros y otros Materiales de la División de Ciencias Biológicas de la Salud, quienes con sus valiosos comentarios y sugerencias impulsaron un proceso de actualización, reflexión y enriquecimiento que, sin duda alguna alcanzó no sólo al libro, sino también, a su autor. Estoy convencido que ambos factores impactarán positivamente la formación de los estudiantes.

A la Universidad Autónoma Metropolitana, alma mater y soporte de ésta y tantas otras iniciativas en pro de los jóvenes de México.

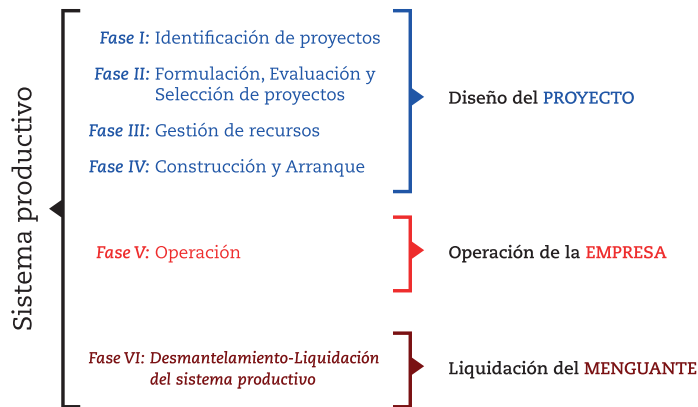
Para ustedes, mi más profundo reconocimiento y sentido de gratitud.

Octavio Francisco González Castillo

Introducción

Sistemas productivos y evaluación financiera

De acuerdo con Arteaga y González (2003, 24), un **sistema productivo** es una “unidad de acción capaz de materializar algún aspecto del desarrollo, a través de la producción de bienes y/o servicios, para lo cual se requiere de la inversión de recursos”. Para lograr que los sistemas productivos sean eficientes y efectivos es necesario sujetarlos a un cuidadoso proceso de administración a lo largo de todo su ciclo de vida, en el cual podemos identificar tres grandes etapas: proyecto, empresa y menguante⁴ (figura 1).

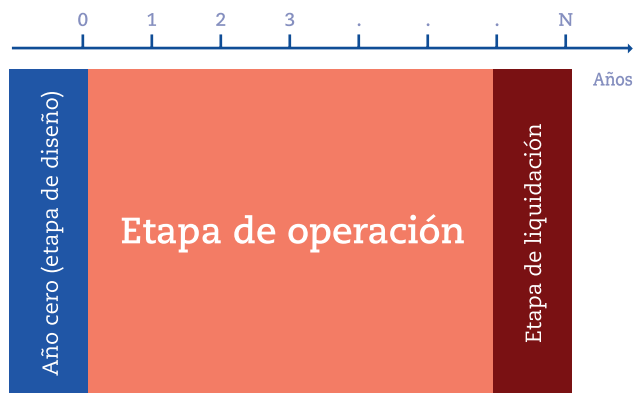


Fuente: adaptado por Peregrina a partir de Arteaga y González (2003, p. 26)

Figura 1. Fases del ciclo de vida de un sistema productivo

⁴ Los términos proyecto y empresa son reconocidos ampliamente en la literatura especializada. El término “menguante” es una propuesta del autor que, en franca analogía con las fases de la luna (nueva, creciente, menguante y llena) pretende llenar un vacío en la terminología asociada al ciclo de vida de un sistema productivo.

El *ciclo de vida de un sistema productivo* (figura 2): en su etapa de *proyecto*, aún no existe, se encuentra en proceso de diseño y materialización. Es en la etapa de *empresa* cuando cumple, por varios años, su misión de producir y comercializar bienes y servicios. Conforme transcurre su etapa productiva, la empresa estará sometida a un proceso continuo de desgaste y obsolescencia que tarde o temprano conducirá al sistema productivo a su etapa de *menquante*, momento en el que será necesario revisar la viabilidad de continuar y tomar la decisión, ya sea para iniciar un proceso de desmantelamiento y liquidación, o bien, de reingeniería.



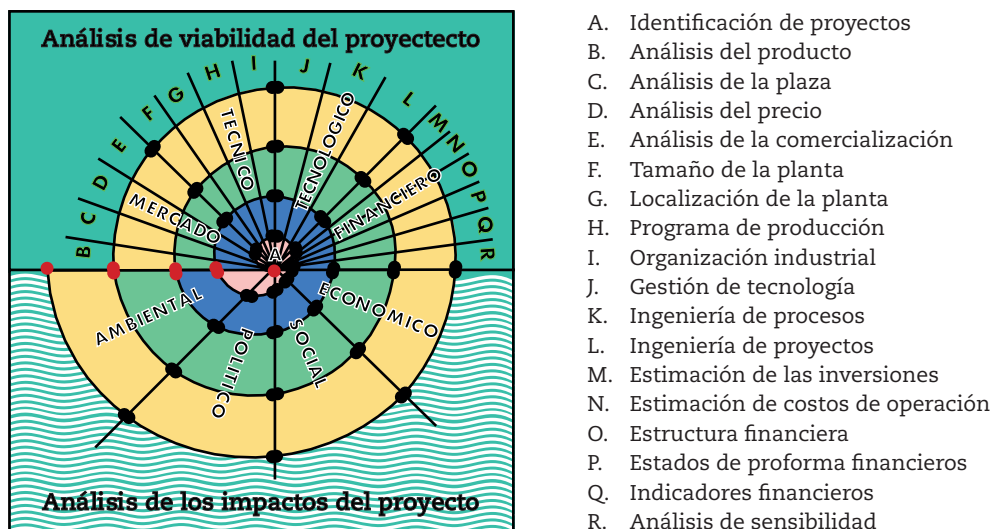
Fuente: adaptado por Peregrina a partir de Arteaga y Gonzáles (2003, p. 26)

Figura 2. Ciclo de vida de un sistema productivo

Los sistemas productivos pueden ser considerados como células de desarrollo (bienestar, riqueza, consensos, cuidado ambiental, etc.), aunque siempre traen aparejado un cierto grado de deterioro (iniquidad social y concentración del poder, externalidades, contaminación y degradación ambiental, etc.). Su desempeño suele estar sujeto a un conjunto complejo de reglas y costumbres, no todas explícitas, que conocemos como *modelos de desarrollo*. En torno a dichos modelos, siempre existe un gran número de diversos intereses involucrados: *actores, agentes y grupos con afectaciones* (de forma positiva o negativa).

Bajo un esquema democrático y participativo, la *evaluación de proyectos de inversión en sistemas productivos* debe ser un instrumento de análisis abierto y transparente que considere y comprometa la participación de aquellos directamente involucrados, así como de un *equipo interdisciplinario*

de profesionales que orienten y faciliten la formulación y evaluación de sus aspectos de mercado, técnico-tecnológicos, financieros, sociales, económicos, políticos y ambientales (figura 3).



Fuente: imagen diseñada por González, como portada para la colección de libros de texto de la cual este volumen forma parte, utilizada por primera vez en Arteaga y González (1996).

Figura 3. Identificación-formulación-evaluación-selección

Así, la **Evaluación financiera** es sólo una de las modalidades de evaluación de proyectos que deben ser puestas en práctica al momento de valorar integralmente un proyecto de inversión; sin embargo, es una de las más difundidas y desarrolladas, llegando a formar parte de los currículos de formación en la mayoría de las licenciaturas en las ciencias económico-administrativas y las ingenierías. Esta modalidad de evaluación asume las expectativas de los **inversionistas**, es decir, aquel grupo de participantes que están dispuestos a arriesgar su **capital financiero** (\$) e invertirlo en el diseño de un nuevo sistema productivo. Esa predisposición natural por arriesgar —o sería mejor decir, apostar con conocimiento de causa— tiene fundamento financiero en tres expectativas y una motivación, todas ellas muy concretas:

- Expectativa 1: recuperar el **capital invertido** (\$).
- Expectativa 2: ser compensado (\$) por la pérdida del poder adquisitivo (debido a la **inflación**) del capital invertido.

- Expectativa 3: ser compensado (\$) por el **riesgo** de no recuperar el capital invertido.
- Motivación: obtener una **ganancia** adicional (\$) que lo lleve a incrementar su capital y con ello su influencia y poder dentro del modelo de desarrollo.

El propósito de la **evaluación financiera de proyectos de inversión en sistemas productivos** será justamente determinar el potencial que un proyecto muestra para cumplir o no con estas condicionantes, mismas que usualmente se agrupan y expresan como un porcentaje conocido como **Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento Financiero (TMARF)**⁵, la cual es una característica particular de cada inversionista. En el caso de que el proyecto cumpla con estas condiciones se podrá concluir que, para el inversionista en cuestión, la inversión en el proyecto resulta o no ser **rentable**.

Para llegar a la conclusión anterior, la **evaluación financiera** debe antes modelar y simular, desde el año cero y hasta el año “N” del horizonte de planeación (figura 2), el comportamiento financiero (entradas y salidas de dinero) de un sistema productivo. Las entradas y salidas de dinero a las que se ha hecho alusión son producto de las relaciones e intercambio que el sistema productivo establece con sus principales interlocutores: **inversionistas, clientes, proveedores, gobiernos y competidores**. Para ello, de una manera por demás reduccionista, abstrae la realidad de estos interlocutores hasta reducirlos a meras “carteras”, es decir, recipientes capaces de acumular, disponer y recibir dinero.

Diseño de sistemas productivos y evaluación financiera de proyectos

El **diseño** de sistemas productivos involucra un proceso de aproximaciones sucesivas (figura 3) que inicia al momento de identificar una o varias alternativas de proyectos; se continúa a través de formular, evaluar y seleccionar

⁵ El término TMARF (tasa mínima aceptable de rendimiento financiero) es equivalente a lo que en la literatura especializada se conoce como TMAR (tasa mínima aceptable de rendimiento) o TREMA (tasa de rendimiento mínima aceptable). La intención del autor es hacer evidente que se trata de un “rendimiento financiero”. Esta puntualización puede resultar innecesaria en el campo de las ciencias económico-administrativas, pero resulta útil en otras áreas del conocimiento y campos profesionales.

entre las varias alternativas identificadas, aquella que a través de estudios cada vez más detallados, (a saber: perfil, pre-factibilidad, factibilidad y nivel definitivo) van revelando su potencial de convertirse en un sistema productivo eficaz, eficiente y efectivo.

Una vez que se ha tomado la decisión de materializar el proyecto, se continúa con la gestión de recursos en la que se adquieren todos los elementos tangibles e intangibles necesarios para construir y arrancar la infraestructura que en su etapa operativa dará soporte a la actividad empresarial del sistema productivo.

Durante el proceso de diseño de un sistema productivo, la **evaluación financiera** depende de los resultados obtenidos en otros estudios del análisis de la viabilidad del proyecto. A continuación, se ofrece un listado, no exhaustivo, de algunos de los antecedentes obtenidos durante la formulación de los aspectos de mercado, técnico, tecnológico y financiero, resaltando como éstos impactan a la **evaluación financiera** del proyecto.

Tabla 1. Resultados del estudio de mercado que influyen en la evaluación financiera.	
Antecedente	Impacto en la Evaluación Financiera de Proyectos
Especificaciones del producto	• Costos de producción • Gastos de distribución y ventas • Capital de trabajo
Especificaciones de materia prima	• Costos de producción • Capital de trabajo
Programa de ventas	• Presupuesto de ingresos
Precio de ventas	
Canales de comercialización	• Presupuesto de ingresos • Gastos de comercialización y ventas

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Resultados del estudio técnico que influyen en la evaluación financiera.	
Antecedente	Impacto en la Evaluación Financiera de Proyectos
Tamaño de la planta	• Inversión fija • Estructura financiera
Localización de la planta	• Inversión fija • Costos de producción • Gastos generales
Programa de producción	• Inversión fija • Capital de trabajo • Costos de producción
Requerimientos de personal y perfil de puestos	• Inversión fija • Costos de producción • Gastos generales
Trámites de apertura y operación	• Inversión fija

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Resultados del estudio tecnológico que influyen en la evaluación financiera.		
Antecedente		Impacto en la Evaluación Financiera de Proyectos
Ingeniería de procesos	• Balances de materia y energía • Diagrama de Gantt • Sistemas de tratamiento de residuos • Calendario de arranque	• Inversión fija • Capital de trabajo • Costos de producción • Gastos generales
Ingeniería de proyectos	• Bases de diseño • Selección de equipo • Distribución de áreas y equipos • Especificación de servicios • Calendario de construcciones	• Inversión fija • Capital de trabajo • Costos de producción • Gastos generales

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Resultados del estudio **financiero** que influyen en la evaluación financiera.

Antecedente	Impacto en la Evaluación Financiera de Proyectos
Análisis de fuentes de financiamiento	• Estructura y gastos financieros

Fuente: elaboración propia

Es necesario insistir en que la evaluación financiera de los proyectos sólo responde a la pregunta: ¿resulta **rentable** para el inversionista comprometer su capital con el sistema productivo? Una evaluación integral, deberá también ofrecer respuestas a los siguientes cuestionamientos formulados por González (Arteaga y González, 2003, p.34):

- ¿Es su **mercado suficiente y satisfactorio**?
- ¿**Técnica** y **tecnológicamente** el proyecto resulta **factible** y **eficiente**?
- ¿Socialmente contribuye al bienestar o calidad de vida?
- ¿Económicamente, genera **riqueza** para la región o país?
- ¿Políticamente, logra **acuerdos y consensos** entre los involucrados?
- ¿Ambientalmente, mantiene equilibrios y relación armónica?

Las respuestas a estas preguntas determinarán la sustentabilidad⁶ del proyecto y permitirá a los involucrados tomar decisiones y acuerdos en torno a la conveniencia o no de materializar el proyecto.

6 Si bien el término “desarrollo sustentable” tiene menciones previas en el reporte 1980 de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés). Así como en el libro *Ecologically Sustainable Development of the Biosphere* (Clark y Munn, 1986), fue hasta 1987 que el término alcanzó gran visibilidad en el escenario mundial al ser utilizado en el informe *Nuestro Futuro Común*, publicado por la Comisión Mundial sobre el Ambiente y el Desarrollo de la ONU bajo el liderazgo de Gro Harlem Brundtland. Desde entonces la definición más difundida sobre el término es: “Desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades y aspiraciones”. Si bien la Real Academia Mexicana de la Lengua indica que en México —y en general en América— suele darse preferencia al uso de los términos sustentabilidad y sustentable, también resulta correcto utilizar los términos sostenibilidad y sostenible, siendo estos últimos los más utilizados en España.

Estrategia para la evaluación financiera de proyectos

Como se mostró en la sección anterior, usualmente el **análisis financiero** comienza cuando se han concluido los estudios de **mercado**, **técnico** y tecnológico (**ingeniería de procesos** e **ingeniería de proyectos**) en el nivel de estudio en que se esté formulando y evaluando el proyecto.

Tomando como base los antecedentes del caso, se presenta a continuación una secuencia resumida de pasos que se seguirá para la evaluación financiera de un proyecto.

- Se define la duración (años cero a “N”) del horizonte de planeación⁷ del sistema productivo, así como de sus etapas de **diseño** (proyecto), **operación** (empresa) y **desmantelamiento-liquidación** (menguante).
- Se integra un listado de **equipos principales de proceso** y con base en sus **hojas de datos** se procede a cotizar, o bien, estimar la inversión necesaria para adquirir cada uno de ellos (sección 6.1.3).
- Tomando como base de cálculo la sumatoria del monto necesario para comprar los **equipos principales de proceso**, se utilizará el **método de Lang** para estimar el monto de la **inversión fija**, es decir, el capital financiero necesario para comprar los **activos tangibles** e **intangibles** y con ellos construir la infraestructura del sistema productivo (sección 6.1.4).
- Como parte de la inversión del año cero, también será necesario considerar la inversión en el **capital de trabajo**, mismo que permitirá a) arrancar por primera vez la infraestructura y b) considerar una serie de previsiones o salvaguardas para evitar que la planta, una vez que ha arrancado, tenga que parar por falta de algún recurso (sección 6.2).

⁷ Si bien en la práctica, el horizonte de planeación no tiene un número de años preestablecido —éste puede ajustarse de acuerdo con la naturaleza del proyecto, las expectativas de los inversionistas o incluso los requerimientos de las instancias que otorgan el financiamiento del proyecto—, en esta obra, con fines ilustrativos y salvo que se indique algo en contrario, se asumirá que está conformado por doce años, con la siguiente distribución: un año para el diseño del proyecto, diez para la operación de la empresa y uno para el desmantelamiento-liquidación del menguante.

- Con base en el proceso diseñado, así como sus balances de materia y energía, se estimarán los **costos de producción** (sección 7.2.1) y los **gastos generales** (sección 7.2.2) para cada uno de los años operativos de la futura empresa.
- Integrar, para todos los años del horizonte de planeación, el diagrama de flujo de efectivo (DFE) del sistema productivo. En este diagrama se representarán como flechas, hacia arriba (ingresos) y hacia abajo (egresos), los diferentes movimientos financieros del sistema productivo a saber: **inversión fija, capital de trabajo, ingresos por venta, productos financieros, costos de producción, gastos generales, valor de rescate**.
- Con base en la información del DFE, se integrará:
 - El **estado de resultados proforma**: para estimar la **utilidad financiera** para cada uno de los años de operación de la empresa, así como el pago del **impuesto sobre la renta (ISR)** y la **participación de los trabajadores en las utilidades (PTU)**. Con base en el **Estado de Resultados Proforma** también se calcularán los **puntos de equilibrio (Xeq)**, mismo que para cada año de operación determinarán el volumen mínimo que la empresa deberá producir y vender para garantizar un escenario anual en el que no se presenten pérdidas (sección 10.1).
 - El **Flujo de caja proforma**: en el que se restará al total de entradas, el total de salidas de dinero para determinar el **saldo** o dinero que el sistema productivo podrá transferir a la cartera de los inversionistas en cada uno de los años del horizonte de planeación (sección 10.2).
- A partir de los **saldos** se integrará ahora el diagrama de **flujo neto de efectivo (FNE)**, mismo que representa los movimientos netos anuales de entradas y salidas de dinero que el inversionista podría esperar —como consecuencia de haber invertido en el proyecto— que suceda en su “cartera” a lo largo del horizonte de planeación (capítulo 11).

- Con base en la determinación de las tasas de **inflación, riesgo y ganancia financiera** esperada por los inversionistas, se determinará la **tasa mínima aceptable de rendimiento financiero (TMARF)**, la cual posteriormente será utilizada para descontar los valores anuales del **flujo neto de efectivo (FNE)** para cada uno de los años del **horizonte de planeación del proyecto** para así obtener sus valores equivalente en el año “0” o **flujos netos de efectivo descontados (FNED)** (capítulo 11).⁸
- Calcular, a partir de los **FNED**, los diversos indicadores financieros, como el **valor presente neto (VPN)**, la **tasa interna de rendimiento financiero (TIRF)**, el **periodo de cumplimiento de las expectativas de los inversionistas (PCEI)** y la **aproximación porcentual al cumplimiento de las expectativas de los inversionistas (APCEI)**, entre otros que permitirán concluir si el desempeño financiero del sistema productivo cumple, o no, con las expectativas del inversionista (capítulo 12).
- Finalmente se realizará un **análisis de sensibilidad** para determinar la variabilidad esperada en los indicadores de rentabilidad ante un potencial cambio en alguno de los parámetros o variables de diseño —**mercado, técnico** y tecnológico (**ingeniería de procesos** e **ingeniería de proyectos**)— que se fueron definiendo durante la formulación del proyecto del sistema productivo (capítulo 13).
- Para concluir el **análisis financiero** se retomarán los resultados del estudio para generar una recomendación argumentada⁸ sobre la conveniencia, o no, de invertir en el proyecto en cuestión, así como sobre aquellos factores y variables a los que se recomienda dar un seguimiento más puntual debido a su impacto en el proyecto.

8 Es fundamental que el analista de proyectos se comprometa no sólo a realizar los cálculos y obtener los resultados (utilidad, saldo, Xeq, FNE, TMARF, VPN, TIRF, PCEI, APCEI), sino a tomar éstos como base de una sola argumentación que permita a los inversionistas comprender plenamente su significado e implicaciones.

Primera parte
Unidades monetarias y homogeneidad
dimensional

En un esfuerzo por orientar la toma de decisiones de los inversionistas, cuando ellos se encuentran frente a la oportunidad de invertir su capital financiero en un proyecto, el análisis de rentabilidad en la evaluación financiera de proyectos lleva a cabo una serie de operaciones de reducción analítica que preparan los escenarios para el análisis económico-financiero. Sin pretender ser exhaustivos, mencionaremos entre otras las siguientes reducciones:

- Reduce la compleja realidad inherente en la que los sistemas productivos forman parte de un socio-ecosistema, hasta representarla como una “realidad simplificada”, que cumple con las características necesarias y convenientes para el análisis económico-financiero.
- Reduce la compleja red de actores que definen el accionar de un sistema productivo, hasta representarla como una “red simplificada” de agentes económicos, sobre los que se asume que siempre actuarán bajo una racionalidad económica determinada.
- Se reduce la complejidad de las relaciones e interacciones entre actores a meros intercambios entre agentes económicos, que tasan el valor de bienes y servicios, fijando sus precios, es decir estableciendo sus equivalencias monetarias para ser vendidos y comprados en el mercado.

Así, al concretar la operación de reducción analítica, toda la complejidad asociada al diseño, operación y desmantelamiento-liquidación de un sistema productivo será reducida hasta quedar representada tan sólo por un flujo de efectivo, es decir, a aquella secuencia de entradas y salidas de “dinero” que se estima sucederán (usualmente acumuladas en períodos anuales) a lo largo del horizonte de planeación que se haya fijado para el análisis de su “ciclo de vida”.

Este esfuerzo de “monetización” actúa como un “lente” que filtra y es capaz de reducir al sistema productivo a la mera representación económica de su “flujo de efectivo”, eliminando con ello muchas otras dimensiones y miradas que le son pertinentes; es un requisito que impone el análisis de rentabilidad, cuyo único propósito es evaluar anticipadamente —y proponer estrategias para maximizar— el potencial, que un sistema productivo pudiera llegar a tener, para incrementar la “riqueza” y el “poder económico” de los inversionistas.

Una vez reducido el sistema productivo a su flujo de efectivo y expresado este último en convenientes unidades monetarias, el escenario ha sido preparado para llevar a cabo el análisis de la rentabilidad, bajo una lógica que le es inherente al modelo económico dominante.

Así, las unidades monetarias son pieza esencial para el funcionamiento y evaluación de todo sistema productivo y la política monetaria será un componente estratégico por desplegar en todo modelo que pretenda orientar y dirigir el desarrollo económico de una región o Estado.

Si bien, a lo largo del libro se va a profundizar en el conocimiento del **dinero**, sus unidades monetarias y su dinámica a través del tiempo, en esta primera sección del libro se ofrece una introducción para ubicar al **dinero**, que al transformarse en capital financiero se ha convertido en la regla, norma, acuerdo, patrón..., es decir, las unidades de medición definidas y acordadas por convención o por ley para expresar el valor económico, fijar los precios y establecer las equivalencias en los intercambios de bienes y servicios.

Capítulo 1

El dinero como unidad de medida

1.1 El dinero: un invento humano

Comencemos por recordar que el **dinero** es un invento del ser humano, asociado en sus inicios a la necesidad económica de facilitar el intercambio de bienes y servicios. A muy grandes rasgos podríamos describir el mecanismo de intermediación del dinero en el proceso de comercialización de mercancías, de la siguiente manera:

Una persona en su carácter de **productor** (o bien algún intermediario de venta) llega al mercado y genera una oferta del *producto X*. Otra persona en su carácter de **consumidor** llega al mismo mercado movido por una necesidad —capaz de ser satisfecha por el *producto X*—, que al ser acompañada por su poder y voluntad de compra genera una demanda del *producto X*. De esta manera en el mercado se reúnen múltiples productores y compradores generando lo que se conoce como una demanda y una oferta agregada. Inicia entonces en el mercado una negociación entre oferentes y demandantes, para determinar el valor de intercambio que se asignará al *producto X*. Con base en el **valor** que cada uno de ellos le asigne, los oferentes buscarán negociar un valor de intercambio que maximice sus ganancias por la venta, mientras que los demandantes buscarán negociar uno que minimice su costo de adquisición. Finalmente, bajo el supuesto idealizado de una economía de mercado libre y perfecta, el **precio** representará el acuerdo sobre el valor de intercambio que

en el equilibrio se establezca a partir de las negociaciones entre oferentes y demandantes. Acto seguido, se produce el intercambio: el oferente transfiere la propiedad del *producto X* al demandante y a cambio recibe de éste una cantidad de **dinero** equivalente al **precio** pactado. Al concluir el acto de compraventa, el demandante ha adquirido un producto capaz de satisfacer la necesidad que lo llevó al mercado, al tiempo que el oferente incrementa su propio poder de compra, para ahora concurrir de nuevo al mercado, pero en esta ocasión en su carácter de consumidor, para generar una demanda y repetir el ciclo anterior hasta adquirir algún otro producto que le permita satisfacer sus propias necesidades. Al paso del tiempo, la repetición y propagación de este ciclo llevó a consolidar al **dinero** como un instrumento de intermediación útil para facilitar el comercio de bienes y servicios en el mercado.

A lo largo de la historia, el dinero ha sido asociando a múltiples denominaciones o unidades de intercambio (granos de cereales o frutos como el café, minerales preciosos, monedas y billetes físicos o virtuales de diversas denominaciones) siempre acordes y adaptado a la evolución de un proceso económico, cada vez más complejo y sofisticado.

Al paso del tiempo, el **poder de compra** del dinero derivó en otro tipo de **poder**, el económico, con el potencial para detonar el **desarrollo** de las personas, las organizaciones y las regiones. Este nuevo atributo, que va más allá de su uso para el intercambio de mercancías, dotó al dinero de valor en sí mismo, lo que al paso del tiempo derivó en la creación de un mercado específico para su intercambio como mercancía (mercado de dinero). Con ello se despertó el interés y la ambición por acumularlo como una forma de continuar escalando en la pirámide del poder (social, político, militar) en una sociedad que llegó a idolatrar y convertir al **capital** en el motor del crecimiento económico.

Conforme la humanidad y con ella el proceso económico fue creciendo y expandiéndose, se necesitó asociarle marcos normativos y legales que regularan el proceso, así como el desempeño cada vez más complejo, de sus protagonistas. Fue así como poco a poco fueron emergiendo, desarrollándose y compitiendo entre sí diversas **escuelas** económicas y **modelos de desarrollo**,

cada uno respaldado por un conjunto de supuestos, creencias y valores (*enfoque*), así como por un conjunto de teorías y metodologías (*paradigmas*) que al paso del tiempo y una práctica expansiva, fueron consolidando un conjunto de principios, normas, políticas y reglas escritas y no escritas para promover, guiar y normar el pensamiento y las prácticas de actores, agentes y grupos afectados, en un *mercado globalizado*.

En su artículo electrónico *Hágase el dinero: cómo funciona el sistema monetario* publicado por Javier Gómez en la página web *El Orden Mundial se afirma* (Gómez, 2019):

El dinero que usamos hoy está muy lejos de ser lo que fue: no tiene ningún valor, solamente se basa en la creencia de que nos lo van a aceptar. Como dijo el empresario Henry Ford: “Está claro que la gente no entiende el sistema monetario, porque, si lo entendiese, creo que habría una revolución mañana por la mañana”.

Para apoyar la afirmación anterior Gómez despliega una interesante crónica sobre el origen y evolución del dinero, misma de la que a continuación reproducimos algunos fragmentos:

Desde que el ser humano se hizo sedentario y comenzara a labrar la tierra... se hizo posible pasar de una economía basada en la recolección de alimentos a otra que los producía... esto supuso para las sociedades más primitivas no sólo la capacidad de autoabastecerse, sino la posibilidad de tener excedentes y poder alimentar a aquellas personas que no se dedicaban a cultivar... [Bajo esta novedosa dinámica económica,... para intercambiar dos productos se necesitaba encontrar una persona que tenga lo que yo quiero y que ella quiera lo que yo poseo. La revolución neolítica acababa de crear el trueque y, con éste, el comercio.

Del trueque a la moneda: Buscando aquellos productos más fáciles de intercambiar,... [emergió]... lo que comúnmente conocemos como dinero. Ahora bien, ¿cuáles son las mejores opciones...? No ha habido una sola respuesta... se han [utilizado]... desde minerales (obsidiana, oro, plata, etc.) ...hasta alimentos (cacao, café, té, sal, etc.), ...[todos ellos]... con características que los hacían proclives para el intercambio: estar extendidos entre la población y permitir la acumulación de riqueza...

Para garantizar la calidad y peso de metales como el oro y la plata, diferentes reyes, caballeros y mercaderes importantes crearon sus propias **monedas**. Acuñar monedas estaba íntimamente relacionado con tener un monopolio, ya que una autoridad controlaba el suministro de monedas; así, dinero y poder político quedaron unidos y centralizados, lo que favorecía la estabilidad y el crecimiento.

De las **monedas** al **papel dinero**: ... [dos circunstancias propiciaron el cambio: i) pérdida de confianza en las casas de moneda y ii) riesgo que suponía transportar monedas para el comercio entre ciudades-estados. Durante la Edad Media]... muchas casas de moneda empezaron a utilizar metales baratos para tener con qué sufragar las guerras... [lo que derivó en que]... los precios subían y se perdía capacidad adquisitiva... Pero, si las autoridades traicionaban sus propios estándares... ¿qué se podía hacer?... sustituir las monedas... [, para ello se] ...fundó el Banco Medici, una de las primeras casas de cambio: si un mercader tenía que ir de Florencia a Venecia, dejaba en Florencia 50.000 florines; a cambio, recibía un papel que indicaba la cantidad que había depositado, la cual podría reclamar en Venecia... [con ello]... se acaba de descubrir al sustituto de la moneda: el **papel dinero**.

Del **papel dinero** al **patrón oro**: Con la llegada del Estado-Nación, a finales del s. XVIII, los países empezaron a establecer el valor de su moneda en función de la cantidad de oro y plata que poseía. El primero... Gran Bretaña: Isaac Newton, director de la Real Casa de La Moneda de Inglaterra, estableció en 1717 que el valor de una libra esterlina equivalía a unos 73 gramos de oro puro, valor que se mantuvo estable hasta 1931, con la excepción de las guerras napoleónicas y la 1ª Guerra Mundial, que supusieron una depreciación para poder pagar los costes de la guerra. Los bancos centrales —controlados por los gobiernos— de cada país... [fueron los]... encargados de acumular reservas de oro y a cambio emitir billetes de manera proporcional... Si se puede garantizar estabilidad monetaria, ...[entonces,] ...los precios y el tipo de cambio también se mantendrían estables y... el comercio internacional se incrementaría.

Del patrón oro al dinero fiduciario: Los años dorados del patrón oro llegaron a su fin con la Gran Depresión de 1929 y la 2ª Guerra Mundial. Como consecuencia del endeudamiento... era imposible asegurar la equivalencia en oro de las monedas nacionales. En 1944 un grupo de 44 países se reunieron a dilucidar sobre el orden económico mundial. EE.UU. propuso y consiguió sustituir el patrón oro por un patrón dólar vinculado al oro de su Sistema de Reservas Federales (Acuerdos de Bretton Woods)... Este nuevo dinero fiduciario ya no se basaba en un bien real y tangible, sino en la confianza sobre el crecimiento económico de EE.UU. Tan sólo 27 años después había más moneda en circulación que reservas equivalentes en oro, debido en parte al financiamiento de la guerra de Vietnam a través de la devaluación del dólar. En 1971 Richard Nixon declaró la salida de EE.UU. del patrón oro.

¿Del dinero fiduciario al... ¿?: ...[con el dinero fiduciario ya no era posible]... reclamar el pago en oro... Siendo así, ¿por qué lo seguimos utilizando? ...el dinero son las venas, arterias y capilares de nuestro sistema financiero actual... cuando se pasó de un sistema a otro, la gente no notó diferencia alguna entre pagar con un billete respaldado o no por el patrón oro, porque lo importante era que lo aceptaran... En nuestro sistema monetario actual... todo depende de la capacidad de buena gestión que lleven a cabo los bancos centrales de cada país y el tipo de relación que establezca con los Gobiernos y los bancos privados... Las criptomonedas nacieron con el propósito de arrebatar el monopolio del dinero a los bancos centrales, sin embargo, la falta de su uso extendido, debido a su inestabilidad y problemas de seguridad, la han hecho caldo de cultivo para servir sólo como mero capital especulativo.

1.2 ¿Precio o costo?

Si revisamos el Diccionario de la Real Academia Española encontraremos varias definiciones, pero las que parecen más pertinentes para aproximar una respuesta a la pregunta anterior son las siguientes (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23ª ed., [versión 23.5 en línea]. <https://del.rae.es> [21 julio 2022]):

- **Precio:** Valor pecuniario ... (perteneciente o relativo al dinero efectivo) que se señala a una mercancía.
- **Costo:** Cantidad que se da o se paga por algo.

En este punto, parece pertinente aclarar que el significado y uso de las palabras suele depender de la intención y el contexto desde el que se está observando el fenómeno.

1.2.1 Mirada desde el fenómeno de la producción

Si asumimos por un momento la mirada de un productor de bienes y servicios, notaremos que los términos **costo** y **precio** tienen la siguiente connotación:

- **Costo de producción** = Costo de producir un bien o servicio.
- **Precio** = Costo de producción + Ganancia o Beneficio.

1.2.2 Mirada desde el fenómeno de la comercialización

Ahora bien, si cambiamos el contexto y ahora observamos ya no el fenómeno de la producción, sino el de la comercialización de mercancías, lo primero que notaremos es que al menos son dos las miradas pertinentes: la del vendedor que asiste al mercado a ofertar su mercancía y la del comprador —nótese que este podría ser una persona física o bien una persona moral— que asiste al mercado a demandar productos y servicios que satisfagan sus requerimientos.

Ambos, vendedor y comprador, se encontrarán en el mercado e, implícita o explícitamente, comenzarán una negociación para fijar el valor monetario (**precio**) por el que se intercambiarán las mercancías. El vendedor tratará de fijar el “mejor” **precio** al cual pueda vender su mercancía, mientras el comprador tratará de fijar el “mejor” **precio** al cual pueda comprar dicha mercancía”.

Desde luego, ambos personajes llegan al mercado con sus propios intereses y seguramente sostendrán nociones muy diferentes de los que significa lograr el “mejor” **precio** en la negociación: por lo general el vendedor buscará incrementar sus ganancias al maximizar los ingresos asociados a la venta de la mercancía, mientras que el comprador buscará hacer rendir

más su gasto, minimizando los egresos asociados a la compra de la mercancía. De llegar a un acuerdo satisfactorio para ambas partes, se habrá establecido el **precio** de la mercancía.

Una vez que el acto de compra/venta se ha consumado, dicho **precio** se transformará automáticamente en un **ingreso unitario** para el vendedor, y un **egreso** o **costo unitario** para el consumidor. Así, desde este contexto de mercado, el **precio** es un instrumento de negociación entre oferentes y demandantes de una mercancía, que pretende fijar el valor monetario de su intercambio.

En síntesis, desde la mirada del fenómeno de comercialización:

- El **precio** es un instrumento de comunicación (sujeto a negociación) en un acto comercial que aún no se ha consumado, mientras que el **costo**, a menos que se especifique otra cosa, es un elemento contable de un acto comercial ya consumado.
- El **precio** hace referencia a un valor de intercambio unitario y si se quiere comparar con un **costo** se tendría que hacer contra un **costo unitario**, mientras que el **costo**, a menos que se especifique otra cosa, hace referencia al pago total de una compra, pudiendo ésta involucrar a uno o más artículos.

Para concluir podemos afirmar que, en el fenómeno de la comunicación, el lenguaje ofrece una gran flexibilidad en el uso de las palabras y nos obligan a continuamente estar “leyendo entre líneas” para averiguar ¿cuál es la intención y el contexto de la comunicación, ya que muchas veces de este contexto dependerá la interpretación de su significado.

1.3 Naturaleza y propiedades atribuidas al dinero

En este punto conviene recordar que el dinero fue creado con el propósito de servir al proceso económico, por lo que es de esperar que se le atribuyan aquellas propiedades que mejor se adapten y sirvan al modelo del desarrollo en turno.

En su página web *¿Para qué sirve el dinero?*, el Banco Santander (Santander, 2020) distingue tres funciones principales del dinero:

- Como moneda de cambio para adquirir bienes y servicios.

- Como unidad de cuenta para fijar precios.
- Como depósito de valor (ahorro), que implica que el dinero puede guardarse para ser usado posteriormente.

De la mano de esta última función y justificándose a partir del concepto económico “costo de oportunidad”, al dinero se le ha asociado la posibilidad de generar riqueza, es decir, de convertirse en un capital. En la página web “Diferencia entre dinero y capital” (Gerencie, 2021) se afirma:

*Según la conceptualización de autores como Karl Marx, el **dinero** como simple medio o elemento de intercambio de mercancías seguirá siendo dinero en su forma más simple, pero cuando ese dinero permite obtener una ganancia o utilidad en el intercambio de mercancías, se convierte en **capital**.*

*El **dinero** se utiliza para comprar bienes y o servicios. Cuando este proceso es desarrollado por los consumidores, estamos hablando de simple dinero. Pero si este proceso es realizado por empresarios o comerciantes, se obtiene una ganancia, es decir, un dinero adicional, el cual se convierte en **capital**.*

*De acuerdo con Marx, el **dinero** se convierte en **capital** cuando con éste, además de comprar mercancías, se compran factores de producción de riqueza, como la mano de obra. Son esos factores los que generan valor agregado a la mercancía inicialmente comprada, y precisamente por eso se puede vender a un valor superior... Es a partir de esta concepción que surge la plusvalía, como aquella parte de capital generado por el trabajador y que el capitalista nunca paga completa, sino que se queda con una parte para capitalizar y aumentar su **riqueza**.*

*Se podría concluir que el **dinero** que no genera más dinero seguirá siendo simple dinero, pero si genera más dinero, será **capital**.*

*En un mundo sin dinero un terreno sigue siendo capital, mientras que un mundo lleno de dinero no siempre se puede convertir éste en bienes de capital, pues de llegar a poderse, todo se solucionaría imprimiendo más dinero para adquirir estos bienes, pero ello sólo generaría **inflación** debido a que el **capital** es finito en la misma medida en que los recursos naturales también lo son.*

El **capital** representado en los **medios de producción** es el elemento principal que permite generar **riqueza**, y el **dinero** no es más que un medio de pago o una representación monetaria de esa riqueza generada o representada por el capital.

Haciendo uso de una analogía con un ser vivo, a continuación, se describirá una interpretación sobre la dinámica que sigue el dinero cuando éste se encuentra en el mercado de capitales, en el que se le han atribuido las siguientes **propiedades reproductivas**:

- **Fertilidad** (se reproduce a sí mismo = genera **intereses**).
- **Longevidad** (mientras se mantenga en el mercado, éste no envejece ni pierde capacidad reproductiva).
- **Inmortalidad** (mientras permanezca en el mercado, éste se reproduce).
- **Fertilidad heredada** (**capitalización interés** = los intereses se capitalizan para a su vez generar interés).
- **Madurez instantánea** (el interés -los hijos del dinero- nacen siendo maduros para la reproducción).

La suma de estas propiedades condiciona a que las **unidades monetarias** —consideradas para medir los movimientos de dinero entre el sistema productivo, sus actores, agentes y grupos afectados— no sean estables, como sí lo son la mayoría de las unidades de medida (metro, kilo, litro, etc.) a las que recurrimos para dimensionar el mundo natural.

En el mundo económico, aunque la denominación **peso mexicano** (\$ MXN) se mantenga al paso del tiempo, cuando fijamos nuestra atención en su **valor**, es decir, en su capacidad para **comprar** —ser intercambiado por bienes y servicios que se **venden** en el mercado— nos damos cuenta de que al paso del tiempo 1 \$ MXN tiende a valer menos, es decir, pierde progresivamente en el tiempo su valor de intercambio.

Este deterioro en su poder de compra, conocido como **inflación**, condiciona un fenómeno al que nos hemos habituado, en el que para comprar el mismo bien o servicio se necesita intercambiar en el presente más \$ MXN de los que se necesitaron en el pasado y menos de los que se necesitarán en el futuro.

Esta falta de estabilidad en el poder de compra que caracteriza a las unidades monetarias complicará de manera significativa la evaluación financiera de proyectos que requiere simular y comparar los movimientos de dinero del sistema productivo a lo largo del horizonte de planeación definido. ¿Cómo se puede comparar o realizar operaciones matemáticas con cantidades monetarias que no mantienen homogeneidad dimensional al paso del tiempo (\$ MXN del año cero $\neq$ \$ MXN del año uno $\neq$ \$ MXN del año cinco $\neq$ \$ MXN del año “N”)? Para dar respuesta a este cuestionamiento será necesario revisar el concepto de **inflación** (secc. 1.4), así como **metodologías para calcular equivalencias entre diferentes unidades monetarias** (secc. 1.5) y del **valor del dinero en el tiempo** (secc. 1.6 y cap. 2).

1.4 La inflación

En el portal de Internet de BANXICO educa (Banco de México, s.f.) se ofrecen las siguientes nociones sobre la inflación y la forma de medirla:

La inflación es el aumento sostenido y generalizado de los precios de los bienes y servicios de una economía a lo largo del tiempo⁹..., [lo que conlleva a una disminución en el poder adquisitivo del dinero].

La inflación es una de las variables macroeconómicas más importantes y consultadas por diferentes sectores de la sociedad... otras variables económicas de gran importancia son afectadas por lo que ocurre con la inflación, tales como las tasas de interés, los salarios y las rentas, entre muchas otras.

Ante la imposibilidad de dar seguimiento a todos los precios de la economía, se selecciona una canasta de productos representativos que consumen los hogares de una sociedad. Con base en dicha canasta y a la importancia relativa de sus productos, se calcula un indicador que representa a los precios de todos los productos y servicios de una economía. A este indicador se le conoce como índice de precios, cuya variación porcentual sirve para medir la inflación.

9 De acuerdo con Indacochea (1992, p.4): “... en sentido estricto, el alza de precios es la consecuencia de la inflación, y no la inflación misma. La inflación es el aumento del circulante (cantidad de dinero que maneja el país) sin un crecimiento correspondiente de bienes y servicios). Es el resultado del desequilibrio entre lo que una sociedad produce y lo que ella exige”.

1.4.1 Índices de precios

Los **índices de precios** son números que nos permiten relacionar el costo de algún tipo de producto en cualquier momento al compararlo con el costo de ese mismo tipo de producto en un período de referencia. De esta manera los índices permiten determinar el crecimiento en los precios (inflación entre dos períodos dados) para diversos tipos de bien o servicio.

Retomando un par de citas del portal de Internet de BANXICO educa (Banco de México, s.f.)

Para el cálculo de un índice de precios se requiere definir un grupo de producto... [canasta]... a... [los que se le dará]... seguimiento en sus precios, ...[se] ...determinará la importancia relativa de cada componente en el total de la canasta, así como la manera más apropiada de promediar las variaciones de sus precios. Existen diferentes tipos de índices de precios entre los que se encuentran los índices de precio al consumidor, al productor, de materias primas, de importación, etc. A los índices de precios se les suele asignar el valor de 100 en un período de referencia, y los valores del índice en los períodos siguientes se compararán contra... [el de referencia o entre sí]... para obtener el cambio porcentual en la inflación.

El Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) es un indicador económico diseñado específicamente para medir el cambio promedio de los precios en el tiempo, mediante una canasta de bienes y servicios... (283 conceptos) representativa del consumo de las familias urbanas (46 ciudades) de México. Dada la gran importancia que tiene el gasto familiar en el gasto agregado de la economía, las variaciones del INPC se consideran una buena aproximación de las variaciones de los precios de los bienes y servicios comercializados en el país.

Cuando se utilizan índices para la actualización de costos, en realidad se está considerando una serie de datos históricos sobre el precio o costo de un bien o servicio, para que con base en ellos se pueda interpolar o extrapolar el precio o costo que tendrá dicho producto en diversos períodos.

Existen varias colecciones de datos históricos para ayudar a actualizar el costo de diversos agregados de artículos.

La ecuación general que utiliza **índices** para actualizar el valor de algún producto en el tiempo es:

$$\text{\$ período "y"} = \text{\$ período "x"} * [\text{Índice del período "y"} / \text{Índice del período "x"}] \text{ --- Ec. 1.1}$$

Si comparamos la fórmula anterior, con la fórmula que relaciona un valor presente con su equivalente en el futuro $F=P(1+i)^n$ se llegaría a la conclusión de que:

$$\text{Índice del período "y"} / \text{Índice del período "x"} = (1+i)^n \text{ --- Ec. 1.2}$$

Y si se despeja la "i" se obtendría la siguiente igualdad:

$$i = [[\text{Índice del período "y"} / \text{Índice del período "x"}]^{1/n}] - 1 \text{ --- Ec. 1.3}$$

En cuyo caso se podría afirmar que "i" representa la tasa de inflación que en promedio ha registrado el costo del activo en cuestión durante los "n" períodos considerados.

Para obtener valores futuros para el Índice del período "y" o bien valores para la tasa inflacionaria "i", será necesario realizar algún tipo de extrapolación a partir de un modelo de ajuste (línea, exponencial, polinomial, etc.) que toma como base una serie de tiempo que reporta los valores históricos de dichos parámetros.

A continuación, se describen tres aproximaciones útiles para proyectar en el tiempo el valor de aquellos parámetros o variables que muestran un comportamiento que es función del tiempo:

1. Método de análisis de correlación y extrapolación de una serie de tiempo.
 - a. Conseguir series históricas, es decir un conjunto de datos anuales del valor de las variables, de ser posible de 10 años atrás.
 - b. Probar diversos tipos de curvas (línea recta, parábola, crecimiento exponencial, polinomio de diversos grados, etc.)

- y realizar un ajuste de datos históricos a las curvas teóricas hasta determinar los parámetros del ajuste y su respectivo coeficiente de correlación.
- c. Elegir aquel modelo de curva teórica que mejor ajusta los datos de la serie de tiempo utilizada.
 - d. Corroborar que el modelo elegido pronostique un comportamiento lógico para el período de extrapolación buscado. En caso contrario elegir el siguiente modelo con mejor coeficiente de correlación y corroborar su comportamiento lógico... seguir así hasta seleccionar el modelo de ajuste adecuado.
 - e. Utilizar el modelo seleccionado para extrapolar los valores buscados a futuro.
2. Se puede utilizar la fórmula $F=P(1+i)^n$ —o cualquier otro razonamiento lógico para incrementar los precios en un escenario inflacionario—, utilizando un valor de inflación sectorial “i” específico para el sector (alimentos, bebidas, industria química, textiles, etc.) en el que clasifica aquel bien o servicio cuyo precio o costo intentan proyectar a futuro.
- a. Claro que ese método sólo aplicaría si la inflación sectorial “i” se mantiene constante en digamos los últimos 10 años.
 - b. En el caso de que la “i” varíe en los últimos 10 años tendríamos que regresar al método 1 para primero proyectar el valor de la inflación sectorial “i” para los períodos esperados y luego seguir alguno de los siguientes caminos:
 - i. Con los “N” valores extrapolados a futuro calcular un promedio para utilizar directamente la fórmula $F=P(1+i)^n$.
 - ii. Realizar el pronóstico, período tras período, de cada uno de los “N” valores futuros de la variable en cuestión, utilizando la fórmula $F=P+Pi$ o lo que es lo mismo $F=P(1+i)$, donde “P” es el valor presente de la variable; “F” es el valor de la variable e “i” es el valor de la inflación sectorial para ese período en específico.

3. Se puede utilizar la fórmula $F=P(1+i)^n$ —o cualquier otro razonamiento lógico para incrementar los precios en un escenario inflacionario—, utilizando un valor de inflación nacional “i”.
 - a. Claro que ese método sólo aplicaría si la inflación nacional “i” se mantiene constante en digamos los últimos 10 años.
 - b. En el caso de que la “i” varíe en los últimos 10 años tendríamos que regresar al método 1 para primero proyectar el valor de la inflación nacional “i” para los períodos seleccionados y luego seguir alguno de los siguientes caminos:
 - i. Con los “N” valores extrapolados a futuro calcular un promedio para utilizar directamente la fórmula $F=P(1+i)^n$.
 - ii. Realizar el pronóstico, período tras período, de cada uno de los “N” valores futuros de la variable en cuestión utilizando la $F=P+P_i$ o lo que es lo mismo $F=P(1+i)$, donde “P” es el valor presente de la variable; “F” es el valor de la variable e “i” es el valor de la inflación nacional para ese período en específico.

1.5 Conversión entre diferentes unidades monetarias

Recurriendo de nuevo al artículo de Gómez (2019), su autor afirma que el **dinero fiduciario**:

... cumple todas, menos dos, de las características requeridas para ser considerado una unidad monetaria estable: i) no se puede estandarizar y ii) no tiene prácticamente valor por sí mismo. No es posible estandarizarlo porque, al no poder seguir un patrón mundialmente aceptado, su valor respecto a otras divisas cambia constantemente. Tampoco tiene valor por sí mismo por el hecho de que no está limitada su oferta: puede haber infinito número de moneda en la economía, lo que hace que su valor caiga.

En la actualidad, el **dinero** circula por todo el mundo en muy diversos formatos (billetes, monedas, tarjetas, cheques, electrónico, etc.) y cada país define sus propias unidades monetarias, por ejemplo, en USA es el dólar

americano, en los países de la Unión Europea es el euro, en Japón en el yen, en México es el peso mexicano, etc. El hecho de que el cambio de valor de la moneda en cada país, este sujeta a la dinámica económica y a un fenómeno inflacionario particulares, hace que la paridad o valor de intercambio entre distintas monedas cambie también con el tiempo.

En el código ISO 4217 (International Organization for Standardization [ISO], s.f.) se reconoce y asigna un código de estándar internacional de tres letras a 180 monedas. Por su parte, en el portal del proyecto “Datos Mundiales” publicado por la compañía alemana Eglitis-media (Eglitis-media, s.f.), se afirma que en la actualidad circulan en el mundo 162 monedas oficiales y ante el cuestionamiento ¿cómo se crean los tipos de cambio?, ofrece la siguiente explicación: *“A grandes rasgos, un tipo de cambio es siempre el precio de una moneda... [expresado]... en otra. Como todas las... [relaciones]... en una economía de mercado, la demanda y la oferta regulan este precio...”*.

Con frecuencia en el análisis de rentabilidad de proyectos de inversión en sistemas productivos es necesario cotizar en el extranjero el precio de algún equipo de proceso o bien de algún otro activo o insumo, razón por la cual para realizar las conversiones pertinentes se deberá contar — hoy en día se pueden encontrar estos datos en múltiples páginas de la Internet— con el valor vigente de la paridad entre las monedas respectivas. Cuando la compra se prevé realizarla en el futuro, será necesario además contar con la serie histórica (se recomiendan 10 años atrás) de dicha paridad y realizar el análisis de la serie de tiempo con miras a extrapolar el valor que se estima tendrá dicha paridad en el futuro.

1.6 Análisis de series de tiempo y pronósticos

Como parte de la evaluación financiera de proyectos de inversión, el análisis de rentabilidad busca apoyar, en el presente, la toma de decisión de un grupo de inversionistas que está considerando invertir, una cantidad significativa de su capital, en un sistema productivo del cual esperan que a futuro —en un horizonte de planeación que usualmente integra varios años— tenga un desempeño financiero tal que los lleve a: i) recuperar el capital invertido, ii) ser compensados por la pérdida del poder adquisitivo (inflación) de su inversión, iii) ser compensado por el riesgo asumido y iv) obtener una ganancia adicional que incremente su riqueza y poder económico.

De esta manera, el análisis de rentabilidad busca predecir, frente a las exigencias de un grupo inversionista, la eficacia y eficiencia que caracterizará el desempeño financiero futuro —a lo largo del horizonte de planeación del proyecto— de un sistema productivo en potencia.

Resulta entonces evidente la relevancia que para un analista de proyectos tiene el conocer y estar familiarizado con el uso de las diversas estrategias y técnicas existentes para la elaboración de pronósticos (tendenciales, alternos o normativos), creación de escenarios y simulación de negocios.

En su libro *Estadística para negocios y economía*, Anderson, Sweeney y Williams afirman (Anderson et al., 2012, pp. 785-786):

Los métodos de elaboración de pronóstico se pueden clasificar como cualitativos o cuantitativos. Los primeros implican la necesidad del criterio de expertos para obtener los pronósticos. Dichos métodos son apropiados cuando los datos históricos de la variable a pronosticar no apliquen o no estén disponibles. Los métodos cuantitativos se pueden utilizar cuando 1) la información del pasado acerca de la variable que se desea pronosticar esté disponible; 2) la información pueda cuantificarse, y 3) sea razonable suponer que el patrón continúe en el futuro. En estos casos, los pronósticos se pueden obtener mediante un método de series de tiempo o un método causal.

Por su parte, García Díaz Juan Carlos en la introducción de su libro *Predicciones en el dominio del tiempo. Análisis de series temporales para ingenieros*, indica (García 2016):

Una serie temporal es una secuencia cronológica de observaciones sobre una variable en particular. Por lo general, las observaciones se realizan a intervalos regulares (horas, días, meses, años) ... Un análisis de series de tiempo se compone de dos pasos: (1) la construcción de un modelo que representa una serie de tiempo, y (2) utilización del modelo para predecir los valores futuros de dicha variable (p. vii).

Predecir es estimar, en presencia de incertidumbre, los valores futuros de una variable temporal conociendo sus valores pasados (p. viii).

El primer paso en el análisis de series temporales siempre ha de ser un análisis descriptivo del comportamiento pasado de la misma. Todo análisis de series temporales ha de iniciarse con una representación gráfica de la misma, utilizando los ejes cartesianos, de forma que en el eje de abscisas representaremos el tiempo y en el de ordenadas, la serie observada Z_t . Obtendremos una serie de puntos (t, Z_t) que, al unirlos, nos dan una visión del patrón de comportamiento de la serie de la que se pueden sacar unas primeras conclusiones de la evolución histórica de la misma (p. 1).

El estudio descriptivo de series temporales se basa en la idea de descomponer la variación de la serie en varias componentes básicas (pp. 1-2):

- *Tendencia (T): refleja su evolución a largo plazo...*
- *Cíclica (C): recoge oscilaciones periódicas de amplitud superior a un año...*
- *Estacional (E): recoge oscilaciones periódicas de amplitud iguales o menores a un año...*
- *Aleatoria o irregular (I): recoge fluctuaciones debidas a la ocurrencia de eventos imprevisibles...*

Al momento de realizar pronósticos es necesario, además de conocer modelos y metodologías matemáticas, se tenga un conocimiento razonable del fenómeno estudiado, sólo así se puede tener el criterio para interpretar con sentido crítico los resultados arrojados por los modelos matemáticos.

Conviene enfatizar que los modelos y métodos matemáticos son tan sólo herramientas, y que será el analista de proyectos quien deba asumir la responsabilidad sobre sus resultados, por lo que será necesario que utilice con criterio las herramientas matemáticas en que se apoye, considerando siempre la información del contexto así como un marco de razonamiento lógico, a partir del cual comprenda la pertinencia, lógica y alcance de los métodos empleados.

Capítulo 2

Equivalencias del dinero a través del tiempo

2.1 La necesidad de trabajar con escenarios futuros

El hecho de que el análisis de rentabilidad se realice sobre un escenario de movimientos financieros que se prevé tendrán lugar a futuro —entradas y salidas de dinero a lo largo del llamado un horizonte de planeación del proyecto— ubica al analista de proyectos ante la necesidad de considerar el cambio de valor que experimentan las unidades monetarias al paso del tiempo, así como a conocer y utilizar variados modelos de las matemáticas financieras que le permitan establecer equivalencias del dinero cuando este es erogado en diferentes períodos.

En la introducción de su libro *Matemáticas financieras para las ciencias administrativas*, Carlos Hernández da la siguiente definición de las matemáticas financieras (Hernández, 2021 pp. 1-2):

La matemática financiera es un tipo especial de las matemáticas aplicadas que estudia el valor del dinero en el tiempo... no es lo mismo tener cierta suma de dinero que se invierta o se ahorre hoy a lo que se tendrá posteriormente a la fecha del vencimiento de la operación. La rentabilidad es lo que se busca en una inversión, ya que el dinero sin movimiento pierde su valor adquisitivo conforme pasa el tiempo ya sea por inflación o devaluación.

Sobre el valor del dinero en el tiempo, Ramírez Molinares et al. (2009) afirman:

Es el concepto más importante en las matemáticas financieras. El dinero como cualquier otro bien, tiene un valor intrínseco, es decir, su uso no es gratuito, hay que pagar para usarlo (p. 20).

El dinero cambia de valor con el tiempo por el fenómeno de la inflación y por el proceso de devaluación. El concepto del valor del dinero dio origen al interés. Además, el concepto del valor del dinero significa que sumas iguales de dinero no tendrán el mismo valor si se encuentran ubicadas en diferentes períodos en el tiempo (pp. 20-21).

El concepto de equivalencia juega un papel importante en las matemáticas financieras... significa que diferentes sumas de dinero en tiempos diferentes pueden tener igual valor económico, es decir, el mismo valor adquisitivo... (p. 23).

El concepto de equivalencia es la base de los modelos de matemáticas financieras que permiten, con fines de comparación, trasladar a una misma fecha cantidades de dinero que originalmente fue erogado en diferentes períodos en el tiempo. En dicho proceso resulta de gran utilidad utilizar diagramas de tiempo, al respecto Ramírez Molinares et al. (2009, p. 23) opinan:

Los diagramas de tiempo, también conocidos con los nombres de diagrama económico o diagrama de flujo de caja... son una de las herramientas más útiles para la definición, interpretación y análisis de los problemas financieros. Un diagrama de tiempo es un eje horizontal que permite visualizar el comportamiento del dinero a medida que transcurren los períodos de tiempo, perpendicular al eje horizontal se colocan flechas que representan las cantidades monetarias, que se han recibido o desembolsado (flujo de fondos o de efectivo). Por convención los ingresos se representan con flechas hacia arriba y los egresos con flechas hacia abajo... En dichos diagramas hay que indicar la tasa de interés que afecta los flujos de caja, la cual, debe ser concordante u homogénea con los períodos de tiempo que se están manejando.

*Un diagrama de tiempo tiene un principio y un fin, el principio es conocido como el hoy (ubicado en el cero del diagrama), y allí se encontrará el presente (*P*), mientras que en el fin, se ubicará el futuro (*F*)... Hay que tener*

en cuenta que en un diagrama económico se contemplan presentes y futuros intermedios, es decir, un período de tiempo puede ser el presente de uno o varios flujos de caja o el futuro de uno o varios flujos de caja, todo depende de la ubicación del período versus los flujos de caja.

[Por convención, si las unidades temporales son años, se]... valoran los flujos de caja (ingresos y/o egresos) como ocurridos al final del período... 31 de diciembre...

Es importante anotar que en las matemáticas financieras: sólo se permiten... [principio de homogeneidad dimensional]... sumar, restar o comparar flujos de caja (ingresos y/o egresos) ubicados en los mismos períodos del diagrama económico.

2.2 El requisito de la homogeneidad dimensional

De igual manera que en el mundo de la física y la ingeniería se cuenta con métodos para realizar conversión de unidades de medida hasta lograr la **homogeneidad dimensional**, en el mundo de la **economía** también se cuenta con métodos equivalentes, pero que consideran la dinámica exponencial del valor o potencial de compra del dinero.

Si bien regresaremos (secc. 2.4.1, p. 42) a revisar y demostrar el siguiente modelo, baste por lo pronto con presentar la siguiente expresión de las matemáticas financieras como aquella que nos permitirá calcular el **valor equivalente** de unidades monetarias al paso del tiempo.

$$F = P(1 + i)^n \text{ o bien, su equivalente } P = \frac{F}{(1 + i)^n} \quad \text{--- Ec. 2.1}$$

En donde:

F = Valor monetario a futuro

P = Valor monetario en el presente

i = Tasa de interés (velocidad a la que se “reproduce” el dinero) misma que puede considerar el efecto combinado de una, varias o el conjunto de 3 componentes: inflación, riesgo y ganancia real)

n = Número de períodos que separan el “presente” del “futuro”

A partir de estos modelos es posible convertir cualquier “valor presente” del dinero a su equivalente en “valor futuro” y viceversa. De esta manera estaremos habilitados para realizar las conversiones necesarias hasta lograr la *homogeneidad dimensional*, antes de aplicar operadores aritméticos (suma, resta, multiplicación, división, etc.) con la intención de agregar, dividir, comparar... cantidades de *dinero*, ya sea que entren o salgan del sistema productivo en diferentes años del horizonte de planeación.

2.3 Fundamentos y cálculo de la generación de intereses

Si bien el *marco conceptual*, *teórico*, *metodológico* y aún *filosófico* en torno a la *generación de intereses* es sumamente complejo, y aún más, sujeto en el presente y el pasado a controversias y debates entre las diversas escuelas del pensamiento y la práctica económica, en esta sección nos limitaremos a recuperar los fundamentos y modelos de cálculo más elementales del *interés compuesto*, es decir de aquel que en la actualidad se utiliza para calcular la generación de intereses.

Para comprender el concepto de *interés* hay que partir del hecho de que el *dinero*, en su faceta de *capital financiero* es un *recurso escaso*, y por lo mismo tiene como todo factor de producción un “costo”. Dicho costo es relativo ya que varía en función a la importancia que se otorgue al *capital* en cada caso.

Así se puede decir que el *interés* es el costo del capital o la renta que se paga por utilizar dinero o capital prestado. Aunque una inversión sea financiada sólo por fondos internos, es de reconocer que el capital tiene un costo de utilización, ya que alguna utilidad podría recibirse de éste. Es así, que el *interés* puede definirse como:

“Cantidad de *dinero* adicional que se paga por acceder al mercado del mismo. Desde el punto de vista del usuario lo podríamos visualizar como ganado si el usuario posee el capital financiero y lo presta o invierte, o pagado si el usuario es quien los recibe en préstamo”.

Matemáticamente:

Interés Ganado = Monto final recibido – Monto inicial prestado

Interés Pagado = Monto final pagado – Monto inicial recibido en préstamo

Que se puede resumir a:

Interés (I) = Monto final (F) - Monto inicial (P) - - - Ec. 2.2

Salazar (1992, p. 197) menciona:

...es posible definir la **rentabilidad** de una **inversión** como aquella **tasa de interés** que obtendrían los **inversionistas** como premio por abstenerse de consumir en el momento presente el **capital** acumulado en el pasado (costo de oportunidad), con la intención de incorporarlo en alguna actividad productiva que, en algún momento en el futuro, les devuelva su inversión más un rendimiento.

Salazar (1992, p. 197) también afirma que es posible expresar, en términos de **interés**, el problema de la homogeneidad dimensional: “... debido a que el dinero potencialmente es capaz de generar un interés al paso del tiempo, dos cantidades iguales (numéricamente) de dinero no tendrán el mismo valor si son evaluadas en puntos diferentes en el tiempo”.

2.3.1 Tasa de interés

Una forma habitual para expresar el **costo del dinero** es como aquel porcentaje que se obtiene al dividir el **interés** generado entre la cantidad original prestada, es decir:

$$\text{Tasa de interés (\%)} = \left(\frac{\text{Monto final} - \text{Monto inicial}}{\text{Monto inicial}} \right) \cdot 100 \quad \text{--- Ec. 2.3}$$

Ejemplo 1: Por un préstamo de \$3,000, se paga al cabo de un año \$4,200, ¿cuál es el monto de interés generado y cuál la tasa de interés aplicada al préstamo?

Utilizando las ecuaciones 2.1 y 2.2 obtenemos:

$$I = \$4,200 - \$3,000 = \$1,200$$

$$i = \left(\frac{\$1,200}{\$3,000} \right) \cdot 100 = 40\% \text{ anual}$$

De acuerdo con la manera en como se calcula y utiliza el **interés** devengado por un **capital**, es posible catalogarlo como **interés simple** o **interés compuesto**.

2.3.1.1 Tasa de interés simple

La **tasa de interés simple** se aplica, durante los “n” periodos del plazo acordados para el préstamo, siempre sobre el mismo monto de capital. Con fines ilustrativos se puede pensar que el interés pagado al prestatario es retirado el mismo día en que es pagado. De esta manera al especificar una **tasa de interés simple** es necesario indicar el porcentaje que representa, así como su base temporal de generación (usualmente meses o años).

Ejemplo 2: Se solicita un préstamo a 6 meses, por \$1,300 con una tasa de intereses del 40% anual. ¿Cuál es el monto de intereses generado?

Se utiliza la siguiente ecuación:

$$I = P \cdot i \cdot n \text{ --- Ec. 2.4}$$

donde:

I : interés generado = [\$]

P : monto del préstamo = [\$]

i : tasa de interés = [%]

n : período = [meses]

Para mantener homogeneidad dimensional en el cálculo, será necesario primero convertir la tasa de interés de base anual a base mensual:

$$i = \left(\frac{40\%}{\text{año}} \right) \cdot \left(\frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} \right)$$

$$i = \frac{3.33\%}{\text{mes}}$$

$$I = \$1,300 \cdot 6 \text{ meses} \cdot \left(\frac{3.33\%}{\text{mes}} \right)$$

$$I = \$260$$

Si además consideramos que se está obligado a devolver el préstamo original, el monto que finalmente deberá pagarse al **acreedor** será:

$$\text{Monto final} = \text{Monto inicial} + \text{Intereses}$$

$$\text{Monto final} = \$1,300 + \$260$$

$$\text{Monto final} = \$1,560$$

2.3.1.2 Tasa de interés compuesto

La **tasa de interés compuesto** se aplica, durante los “n” períodos del plazo acordados para el préstamo, sobre un monto de capital que puede aumentar conforme transcurren los períodos. Esto sucede así debido a que si al final de cada período el interés no es pagado el mismo día que es generado, éste se **capitaliza**, es decir, se suma al monto de capital originalmente prestado y es capaz de generar a su vez nuevos intereses. De esta manera al especificar una **tasa de interés compuesta** es necesario indicar no sólo el porcentaje que representa y su base temporal de generación, sino también su período de capitalización (usualmente meses o años).

La **base temporal de generación del interés** indica el lapso de tiempo que deberá transcurrir antes de asumir que se ha generado el interés, de acuerdo con el porcentaje que especifica su tasa. Cabe mencionar que mientras más corta sea la base temporal de generación del interés mayor será el **interés** acumulado por una suma al paso del tiempo.

Por ejemplo, en la expresión $i = 35\%$ **aca**, la primera “a” nos indica que la base temporal de generación del interés es anual. Si ahora la tasa de interés fuera expresada como 35% **mca** la “m” indica que la base temporal de generación del interés ahora sería mensual.

2.3.2 Períodos de generación y capitalización de intereses

En el caso del interés compuesto es necesario especificar el lapso de tiempo que debe pasar antes de asumir la **capitalización**, es decir, sumar aquellos intereses no pagados durante el período al capital o monto de la deuda. Es precisamente esta propiedad de capitalización la responsable de que para el siguiente período los intereses de ¡primera generación! ahora capitalizados se reproduzcan y den lugar a una nueva generación de intereses

¡nietos de la generación original! Debe quedar claro que mientras más corto sea este período de capitalización mayor será el interés acumulado por una suma al paso del tiempo debido a que ahora se encuentra activa ¡mayor número de generaciones con capacidad reproductiva!

Utilizando las mismas expresiones anteriores, en $i = 35\%$ **aca**, la componente “**ca**” de la nomenclatura “**aca**” complementa la información al indicar que también la base temporal de capitalización del interés es anual. Si ahora la tasa de interés fuera expresada como 35% **mca** la componente “**ca**” de la nomenclatura “**mca**” nos indica que, si bien la base temporal de generación del interés es mensual, la de capitalización es anual.

Un ejemplo de cálculo de interés compuesto sería el siguiente:

Ejemplo 3: se invierten \$3,000 durante 2 años a una tasa del 3.00% **aca** de interés compuesto. ¿A cuánto ascenderá el capital invertido al terminar el plazo?

Datos:

$P = 3,000$ (que por convención se asume que son depositados al final del $P = 0$)

$i = 3.00\%$ **aca**

$n = 2$ años

Para resolver este ejemplo utilizaremos una estrategia que dará seguimiento al **dinero a través del tiempo**, para lo cual nos apoyaremos en una tabla que calculará la generación de interés (I), así como los **saldos de inicio** (S_0) y **final** (S_f) para cada período. De esta manera daremos seguimiento a la **cuenta** y podremos observar cómo el **capital** depositado originalmente genera cada año **intereses** (se reproduce), y éstos a su vez se **capitalizan** (se vuelven fértiles) y se reproducen cada que se cumple un año.

Tabla 5. Generación de interés a través del tiempo			
n	$S_0 = P$	I	$S_f = F$
0	-	-	\$ 3000.00
1	\$ 3000.00	\$ 90.00	\$ 3090.00
2	\$ 3090.00	\$ 92.70	\$ 3,182.70

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

La crónica de la dinámica seguida por esta **cuenta** podría ser narrada de la siguiente manera: al final del año “0” se **depositan** en la cuenta \$3,000.00; al terminar el año 1 se generaron **intereses** a una **tasa** del 3.00% aca, lo cual deriva en \$90.00 que al ser **capitalizados** y no existir ni retiros ni depósitos adicionales dejaron un **saldo al final** para el año 1 = \$3,090.00; al transcurrir un año más, nuevamente se generan **intereses** a la misma tasa, lo que deriva ahora en \$92.70 adicionales de **interés** —\$90.00 provenientes a partir de los \$3,000.00 del depósito original que siguen generando intereses y \$2.70 a partir de los \$90.00 de **interés de primera generación**, ahora **capitalizados**—; al no existir retiros ni depósitos adicionales se cierra el año 2 con **saldo final** = \$3,182.70. Utilizando una analogía poblacional se podría afirmar que de los \$3,182.70: \$3,000.00 corresponderían a los padres fundadores, que tuvieron oportunidad de reproducirse por dos períodos; \$180.00 serían los hijos que al capitalizarse tuvieron a su vez la oportunidad de reproducirse por un período y finalmente \$2.70 sería los nietos que, al ser retirados inmediatamente de la cuenta, no pudieron cumplir el plazo estipulado para reproducirse.

Con la intención de comparar resultados, se calculará ahora que hubiera sucedido si la tasa de interés aplicada fuese **simple** en lugar de **compuesta**:

$$I = P \cdot i \cdot n \text{ --- Ec. 2.4}$$

$$I = \$3,000 \cdot 0.03 \cdot 2$$

$$I = \$180.00$$

y el monto final sería:

$$\text{Monto final} = \$3,000 + \$180 = \$3,180.00$$

Podemos concluir que la diferencia de \$2.70 es debida a que en el caso de la **tasa de interés compuesta**, se generaron **intereses, ¡de segunda generación!** con base en los \$90.00 de interés que se generó al final del primer período. Es decir, se generó un **interés sobre el interés** = $\$90 \cdot 0.03 = \2.70

2.4 Fórmulas para calcular equivalencias del dinero en el tiempo

2.4.1 Valor futuro de una cantidad presente

Con base en lo aprendido y haciendo uso del álgebra se comprobará la fórmula general para calcular el **valor futuro equivalente** de una cantidad presente:

$$F = P \cdot (1 + i)^n \text{ - - - Ec. 2.5}$$

Donde:

F = valor equivalente en un futuro de una cantidad *P* en el presente

P = valor presente de una cantidad monetaria

i = tasa de interés compuesto a la que se “reproduce” el dinero

n = número de períodos que separan a *F* de *P*

Tabla 6. Generación de interés al período n			
n	S ₀ = P	I	S _f = F
0	-	-	P
1	P	P · i	P · (1+i)
2	P · (1+i)	P · (1+i) · i	P · (1+i) ²
3	P · (1+i) ²	P · (1+i) ² · i	P · (1+i) ³
4	P · (1+i) ³	P · (1+i) ³ · i	P · (1+i) ⁴
.	.	.	.
n	P · (1+i) ⁿ⁻¹		P · (1+i) ⁿ

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Lo que nos lleva a concluir que dadas una *i* y una *n*, para toda cantidad en el presente (*P*), existe una **cantidad equivalente** en el futuro (*F*) y viceversa. Esta relación queda expresada en la ecuación:

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

Resulta conveniente detenerse por un momento a reflexionar sobre el significado de **cantidades equivalentes** que el operador “=” le confiere a “F” con respecto a “P”, siempre y cuando se cumpla la relación indicada con “i” y “n”. La igualdad propuesta por la ecuación anterior podría leerse: “*me da lo mismo recibir la cantidad de dinero “P” en el presente o bien esperar “n” periodos para recibir la cantidad “F” en el futuro, siempre y cuando se mantenga constante la tasa de interés “i”.* Así, el signo “=” más que establecer una “igualdad absoluta”, establece una relación de “equivalencia subjetiva” ya que la noción “me da lo mismo” se encuentra sujeta a la apreciación subjetiva que depende de la **ambición financiera de cada actor económico**.

Ejemplo 4: ¿qué cantidad de dinero se acumulará en una cuenta bancaria en los próximos cinco años si el día de hoy se realiza un depósito por \$5,000.00 y se considera una tasa de interés compuesto = 37.00% aca?

Utilizando la Ec. 2.5 rápidamente llegamos a la conclusión de que:

$$P = \$ 5,000.00$$

$$i = 37.00\% \text{ aca}$$

$$n = 5 \text{ años}$$

$$F = \$ 5,000.00 \cdot (1.37)^5$$

$$F = \$ 24,130.86$$

Para ganar confianza en la Ec. 2.5, en la siguiente tabla se dará seguimiento, año tras año, a la dinámica de la cuenta hasta cumplirse el plazo establecido y poder corroborar así el resultado.

Tabla 7. Generación de interés al año 5			
n	$S_0 = P$	I	$S_t = F$
0	-	-	\$ 5,000.00
1	\$ 5,000.00	\$ 1,850.00	\$ 6,850.00
2	\$ 6,850.00	\$ 2,534.50	\$ 9,384.50
3	\$ 9,384.50	\$ 3,472.27	\$ 12,856.77
4	\$ 12,856.77	\$ 4,757.00	\$ 17,613.77
5	\$ 17,613.77	\$ 6,517.09	\$ 24,130.86

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Al cálculo del valor futuro de una cantidad actual, se le conoce como **capitalización de una suma**, y se representa de la siguiente manera: $F / P, i, n$ que se lee: cálculo del valor futuro equivalente dado el valor presente, la tasa de interés y el plazo de duración.

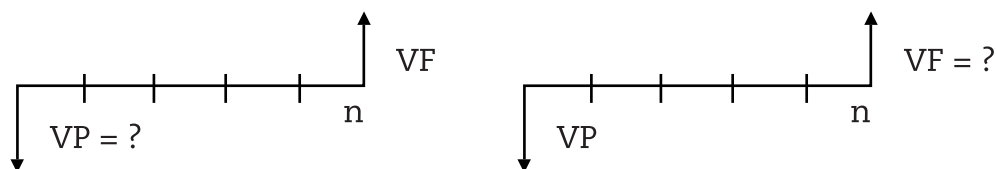
2.4.2 Valor presente de una cantidad futura

Si en la Ec. 2.5 se despeja ahora P se obtendrá una ecuación análoga, útil para calcular el valor presente a partir de una cantidad esperada a futuro.

$$P = \frac{F}{(1 + i)^n} \quad \text{--- Ec. 2.6}$$

Al cálculo del valor presente de una cantidad futura, se le llama **descuento de una suma**, y se representa así: $P / F, i, n$.

La situación implícita en ambas expresiones de la misma ecuación, pueden ser representados a través de los siguientes diagramas de flujo efectivo:



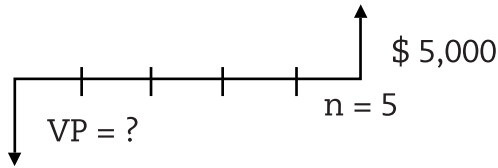
Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Figura 4. Diagrama de flujo de efectivo

Al resolver problemas que impliquen el cálculo de **equivalencias del valor del dinero en el tiempo**, siempre resulta conveniente elaborar este tipo de representaciones gráficas, ya que se gana claridad, tanto en el planteamiento del problema, como en la construcción de estrategias para resolverlos.

Ejemplo 5: ¿cuánto habrá que depositar ahora en el banco para garantizar que el ahorro de aquí a 5 años alcanzará los \$5,000, si la tasa de interés vigente es del 35% aca?

El diagrama de flujo de efectivo sería:



Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Figura 5. Diagrama de flujo de efectivo para 5 años

Utilizando la Ec. 2.6:

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

$$P = \frac{\$ 5,000}{(1.35)^5}$$

$$P = \$ 1,115.07$$

Ejemplo 6: una sociedad anónima planea iniciar una microempresa dentro de 4 años. Para entonces estima que deberá contar con un capital de \$2,787,470 ¿Qué cantidad deben invertir ahora, si el banco les ofrece una tasa de interés del 36% aca?

Respuesta.

Al utilizar la Ec. 2.6:

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

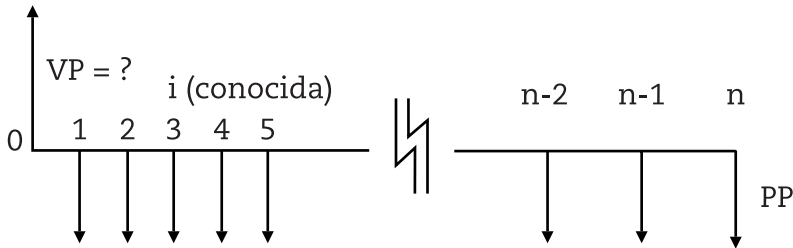
$$P = \frac{\$ 2,787,470}{(1.36)^4}$$

$$P = \$ 814,806.66$$

2.4.3 Valor presente de una serie de pagos periódicos

Un problema frecuente que se presenta es el determinar la cantidad presente equivalente a una serie de pagos periódicos e iguales en el tiempo, denotados comúnmente como (PP).

El diagrama de flujo de efectivo de este caso sería el siguiente:



Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Figura 6. Diagrama de flujo de efectivo para pagos periódicos

Este problema se resuelve descontando al valor presente cada uno de los pagos periódicos iguales:

$$P = \frac{PP}{(1+i)^1} + \frac{PP}{(1+i)^2} + \frac{PP}{(1+i)^3} + \dots + \frac{PP}{(1+i)^{n-1}} + \frac{PP}{(1+i)^n}$$

A través de reducciones algebraicas la expresión se reduce a la equivalencia:

$$P = \frac{PP \cdot [(1+i)^n - 1]}{i \cdot (1+i)^n} \quad \text{--- Ec. 2.7}$$

Al término $\frac{[(1+i)^n - 1]}{i \cdot (1+i)^n}$ se le conoce como **factor de valor presente de una serie de pagos periódicos**, su denominación simbólica es: $P / PP, i, n$.

2.4.4 Factores de recuperación de capital

Si de la ecuación anterior se despeja el término PP se obtiene lo siguiente:

$$PP = P \cdot \frac{[i \cdot (1 + i)^n]}{[(1 + i)^n - 1]} \text{ --- Ec. 2.8}$$

Al término $\frac{[i \cdot (1 + i)^n]}{[(1 + i)^n - 1]}$ se le conoce como **factor de recuperación de capital** (PP / P, i, n).

2.4.5 Valor futuro de una serie de pagos periódicos

Recuperando la relación $F = P \cdot (1 + i)^n$, se multiplicará ahora ambos lados de la Ec. 2.7 por el factor $(1 + i)^n$, con el propósito de determinar una ecuación para calcular el valor futuro equivalente a una serie de pagos periódicos:

$$F = PP \cdot \left[\frac{[(1 + i)^n - 1]}{i} \right] \text{ --- Ec. 2.9}$$

Al término $\left[\frac{[(1 + i)^n - 1]}{i} \right]$ se le conoce como **factor de valor futuro o cantidad compuesta de una serie de pagos periódicos** (F / PP, i, n).

2.4.6 Factores de fondo de amortización

Si de la ecuación anterior se despeja el término PP se obtiene lo siguiente:

$$PP = F \cdot \left[\frac{i}{[(1 + i)^n - 1]} \right] \text{ --- Ec. 2.10}$$

Al término $\left[\frac{i}{[(1 + i)^n - 1]} \right]$ se le conoce como **factor de fondo de amortización** (PP / F, i, n).

Ejemplo 7: ¿qué cantidad equivalente en el futuro corresponde a serie de pagos mensuales constantes por \$2,700 que se realizarán durante los próximos 5 años, si la tasa de interés de referencia es igual a 24% acm?

Datos:

$$PP = \$ 2,700.00$$

$$I = 24.00\% \text{ acm}$$

$$n = 5 \text{ años}$$

$$F = ?$$

Conversión de unidades para lograr homogeneidad dimensional:

$$I = 24\% \text{ acm} \cdot \left(\frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} \right) = 2\% \text{ mcm}$$

$$n = 5 \text{ años} \cdot \left(\frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} \right) = 60 \text{ meses}$$

Cálculos:

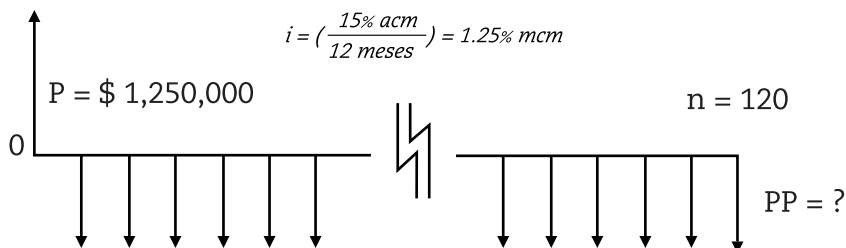
$$\text{Utilizando la Ec. 2.9 ----- } F = PP \cdot \left[\frac{[(1 + i)^n - 1]}{i} \right]$$

$$F = \$ 2,700 \cdot \left[\left[(1.02^{60}) - 1 \right] / 0.02 \right]$$

$$F = \$ 307,939.16$$

Ejemplo 8: para comprar una casa de \$2,000,000 se solicita un enganche de \$750,000 y el saldo se pagará a 10 años con una hipoteca al 15.00% anual sobre saldos insolutos capitalizados mensualmente. ¿Cuál será el monto de los pagos mensuales?

Una vez que hemos restado el enganche del precio de venta de la casa, quedará una hipoteca por \$1,250,000, cuya equivalencia en pagos periódicos se representa en el siguiente diagrama de flujo de efectivo:



Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Figura 7. Diagrama de flujo de efectivo para pagos periódicos de una hipoteca

Sustituyendo en la Ec. 2.8 se tendrá:

$$PP = \$ 1,250,000 \cdot \frac{[0.0125 \cdot (1 + 0.0125)^{120}]}{[(1 + 0.0125)^{120} - 1]} = \$ 20,166.87$$

Ejemplo 9: para poder estudiar el doctorado en ciencias, dentro de 4 años, voy a requerir \$200,000, si la tasa de interés en depósito a plazo fijo es del 36% acm, ¿qué cantidad debo depositar mensualmente?

Utilizando la Ec. 2.10 se tiene:

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

$$PP = \$ 200,000 \cdot \left[\frac{0.03}{(1 + 0.03)^{48} - 1} \right]$$

$$PP = \$ 1,915.55$$

Ejemplo 10: para comprar una máquina cuyo precio se cotizó en \$3,750,000 es necesario dar un enganche de \$1,000,000 y el saldo pagarlo en 36 mensualidades con un interés del 14.00% anual capitalizable mensualmente.

- ¿Cuál será el monto de los pagos mensuales?
- Si se decide crear un fondo para reponer esa máquina dentro de 3 años y se deposita mensualmente en el banco una cantidad igual al monto del pago mensual del inciso anterior, ¿qué capital se tendrá disponible al momento del reemplazo de la máquina?

Resolución del inciso a)

Datos:

Precio maquinaria = \$ 3,750,000

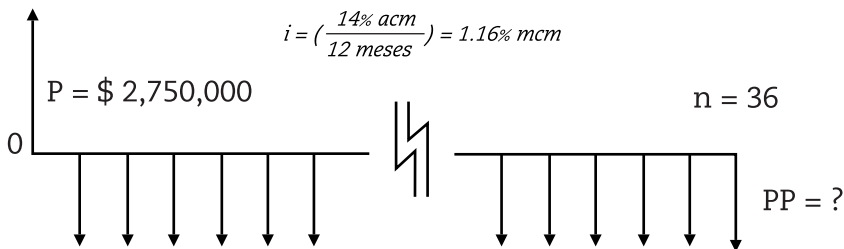
Enganche = \$ 1,000,000

n = 3 años = 36 meses

i = 14% amc = 1.16666% mcm

Remanente por pagar = \$ 3,750,000 - \$ 1,000,000 = \$ 2,750,000

El diagrama de flujo será entonces:



Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Figura 8. Diagrama de flujo de efectivo de pagos periódicos para la compra de una máquina

Recurriendo a la Ec. 2.8 se tiene:

$$PP = \$ 2,750,000 \cdot \frac{[0.0116666 \cdot (1 + 0.0116666)^{36}]}{[(1 + 0.0116666)^{36} - 1]} = \$ 93,988.48$$

Resolución del inciso b)

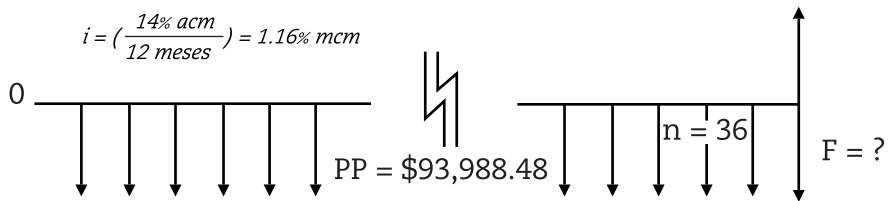
Datos:

$$PP = \$ 93,988.48$$

$$i = 1.16666\% \text{ mcm}$$

$$n = 36 \text{ meses}$$

En este caso, el diagrama de flujo de efectivo sería:



Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Figura 9. Diagrama de flujo de efectivo de pagos periódicos para reponer una máquina

Utilizando la Ec. 2.9

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

$$F = \$ 93,988.48 \cdot \left[\frac{(1 + 0.011666)^{36} - 1}{0.011666} \right]$$

$$F = \$ 4,175,179.82$$

Capítulo 3

Financiamiento de proyectos

Tan pronto hayamos estimado la **inversión total**, es decir la cantidad de capital financiero necesario para diseñar y arrancar el sistema productivo, de manera natural surgirá la pregunta: ¿de dónde provendrá el dinero necesario para cubrir dicha inversión total? Una primera respuesta evidentemente apuntaría a buscar **inversionistas** como la fuente de dicho capital, pero ¿y si los inversionistas no cuentan con las condiciones para reunir por ellos mismos todo el que es necesario?, ¿cuáles serían otras **fuentes de financiamiento** para el proyecto?

3.1 Inversionistas y acreedores

Antes de dar respuesta a la pregunta anterior, conviene aclarar las diferencias radicales que existen entre las motivaciones que impulsan a los **inversionistas** y aquellas que impulsan a los **acreedores** al momento de pensar en comprometer su capital financiero con un sistema productivo. Los **inversionistas** al “invertir” su capital en el **sistema productivo** asumirán derechos y obligaciones legales como “socios”, es decir como dueños de éste y de cierta manera se convierten en corresponsables (para bien y para mal) de los hechos y consecuencias que como **persona moral** caractericen al sistema productivo. Por su parte, los **acreedores** pueden ser vistos como un proveedor más del sistema productivo. Se trata de un proveedor que ofrece el servicio de “uso temporal de **capital financiero**”¹⁰. De esta manera un **acreedor** se parece a alguien que a cambio del pago de una “renta periódica”, le va a permitir al

¹⁰ Pensemos en el dinero o capital financiero como un recurso más, necesario para el accionar del sistema productivo. Al igual que otros recursos, es posible rentarlo, para su uso temporal.

sistema productivo el uso temporal de un recurso (dinero). En este acuerdo comercial, el sistema productivo recibe en calidad de **préstamo** una cantidad de **dinero**, mismo que está obligado a devolver, al tiempo que, mientras lo mantenga en uso estará también obligado al pago de una renta (interés) por el servicio recibido. Como cualquier proveedor del sistema productivo, el **acreedor** no asume ningún derecho de propiedad ni obligación alguna con respecto a los hechos y consecuencias, que como persona moral caractericen al sistema productivo. Su relación se limita al acto de brindar el servicio de prestarle (rentarle) un recurso (dinero) que le es necesario para su funcionamiento. En resumen los **inversionistas** arriesgan su capital y asumen derechos y obligaciones legales al invertir en el **sistema productivo**, mientras que los **acreedores** sólo establecen, con este último, una relación comercial, en la cual no arriesgan su capital, sólo lo prestan, al amparo de un contrato que le garantiza el cumplimiento de dos compromisos por parte del sistema productivo: a) devolver el monto recibido en préstamo, y b) que mientras eso sucede, pagará al **acreedor** una renta (**interés**) proporcional al **saldo insoluto**, es decir, el monto de dinero que aún le deba. De esta manera cuando la deuda es saldada (pagada por completo), el **acreedor** tendrá en su poder una cantidad equivalente a la suma del dinero prestado más los intereses acumulados al paso del número de períodos que fueron necesarios para saldar la deuda. Para el **sistema productivo** y por lo mismo para sus **inversionistas** esto significa que, en cierta manera y al final del ciclo de vida del sistema productivo, les fue necesario compartir los beneficios obtenidos durante su fase operativa, con aquellos **acreedores** que les ofrecieron, al inicio del proyecto, los servicios de rentarles el uso del dinero para completar la **inversión** necesaria para diseñar, construir y arrancar el **sistema productivo**.

3.2 Fuentes de capital¹¹

Hernández (1992) menciona dos fuentes para financiar a los sistemas productivos: internas y externas.

11 La sección se desarrolla con base en las notas del curso impartido por Hernández (1992, pp. 101 a 107) para el Diplomado El Ciclo de Vida de los Proyectos de Inversión. Nacional Financiera - Organización de los Estados Americanos.

3.2.1. Fuentes internas

3.2.1.1. Aportaciones de capital

En este caso, los socios fundadores aportan capital común para poder generar la empresa, siendo esto algo intrínseco a la constitución de cualquier negocio. El capital propio se aporta al proyecto sin condiciones de plazos o retiros.

3.2.1.2. Utilidades no distribuidas

Si durante su etapa operativa el sistema productivo genera más **ingresos** que **egresos**, el remanente (**saldo**) podrá ser distribuido en forma de dividendos entre los **socios inversionistas** o bien convertirse en una fuente de recursos para nuevas inversiones o renovación de activos.

3.2.1.3. Fondo de depreciación y amortización

Esta fuente de capital es poco factible, pues salvo excepciones, estos fondos no están disponibles, ya que la mayoría de las empresas las consumen antes de que se logre la acumulación. Sin embargo, estos fondos son relevantes para el análisis de rentabilidad, ya que al ser considerados un origen de capital financiero afectarán positivamente el flujo neto de efectivo del sistema productivo.

3.2.2. Fuentes externas

3.2.2.1. Emisión de acciones y capital de riesgo

Está relacionada con el **mercado de capitales** y depende en gran medida del prestigio que tenga la empresa que las emite, por lo que para un proyecto nuevo no es una fuente muy accesible. El **capital de riesgo** es un capital accionario. Se capta a través de terceros, ya sean **fondos de fomento** o **sociedades de inversión**, que están dispuestos a arriesgar en el proyecto, generalmente exigiendo acciones preferentes por sus aportaciones. Para acceder a este financiamiento se tiene que ofrecer una alta tasa de rendimiento la cual se convierte en una función proporcional al riesgo del proyecto.

El costo de este financiamiento está dado por la parte de los **saldos** que hay que repartir a los socios, generalmente minoritarios y temporales, más los cargos iniciales de emisión, ya sea a un intermediario, el fondo o a la sociedad de inversión.

3.2.2.2. Obligaciones financieras

Está relacionada con el **mercado de dinero**, el financiamiento proviene de la emisión de instrumentos de renta fija de corto plazo (30, 60 y 90 días), como son **bonos**, **papel comercial** y **aceptaciones bancarias**. Principalmente estas dos últimas representan fuentes de recursos para las empresas, los bonos y certificados son instrumentos más bien del gobierno. Dichos recursos son válidos para empresas en operación que cotizan en **bolsa de valores** o que operan al amparo de un **banco**.

3.2.2.3. Fabricantes de bienes de capital

Los fabricantes de maquinaria y equipo pueden ser fuentes de crédito a largo plazo. Por lo general se solicita un enganche de entre el 10 y el 50%, quedando el resto para pagar a plazos. En este caso los bienes adquiridos suelen quedar en garantía del pago y las tasas de interés que se cobran son similares a las que se encuentran en el mercado.

3.2.2.4. Proveedores de insumos

Se trata de las **cuentas por pagar del capital de trabajo**. Este tipo de cuentas suelen ser una fuente de crédito a corto plazo, en el que el tema de las **garantías** es menos riguroso. En época de crisis económica, en el cual las tasas de inflación aumentan, este tipo de financiamiento deja de operar debido a la incertidumbre que se genera. Por el contrario, ante la estabilidad económica se convierte en una fuente de financiamiento común y atractiva para la empresa.

3.2.2.5. Bancos y fideicomisos

Puede ser a través de banca múltiple o de **banca de desarrollo**, esta última normalmente opera como banca de segundo piso (sin ventanilla de atención directa al público) y ofrecen condiciones preferenciales de crédito, pero teniendo que operar a través de alguna **banca comercial** (banca de primer piso) como intermediario. Existen muchos tipos de crédito, los más comunes utilizados para proyectos nuevos son:

Préstamos Prendarios

Este crédito se destina por lo regular para financiar inventarios, ya que éstos quedan en prenda depositados en almacenes generales de depósito, su monto no excede el 70% del valor de la prenda. También los valores de renta fija o variable de fácil realización se pueden constituir como prendas.

Crédito de habilitación o avío

Es el crédito que con mayor frecuencia se contrata para cubrir el **capital de trabajo**. Se garantizan usualmente con los bienes tangibles, con los productos a obtener o con fiadores y avales. Salvo en el caso de programas especiales, los bancos no suelen otorgar este tipo de créditos por arriba del 30-40% de los requerimientos totales del capital de trabajo.

Créditos refaccionarios

Este crédito se destina a cubrir las **inversiones en activos tangibles e intangibles** del proyecto, siendo créditos a largo plazo acordes con la vida de los activos adquiridos, con el objeto de fomentar la producción o expansión de la planta productiva. Las garantías son los mismos bienes adquiridos u otro patrimonio de la empresa, así como el de los avales y fiadores. De manera similar al caso de los créditos de avío, los bancos no suelen otorgar este tipo de créditos por arriba del 30-40% de los requerimientos totales de la inversión fija.

Préstamo Hipotecario Industrial

Este crédito se puede destinar a la compra de activos tangibles diversos o a la consolidación de pasivos, quedando como garantía (parcial o total) el terreno, las construcciones y el equipamiento de la unidad industrial. Se trata de un crédito que puede ser pactado ya sea a mediano o bien a largo plazo.

Otro tipo de créditos

Los créditos simples, **préstamos quirografarios**, etc., que no tiene un destino específico, salvo que las instituciones otorgantes y los acreditados lo convengan expresamente, se emplean para financiar a corto plazo diversas necesidades económicas de las empresas. Generalmente este tipo de créditos, aunque pueden ser renovados a su vencimiento, no se conceden para financiar inversiones fijas.

El llamado **crédito puente** es normalmente de corto plazo, que se concede mientras se formalizan operaciones definitivas. Otras fuentes de financiamiento muy comunes son las que están relacionadas con transacciones comerciales; tal es el caso de los créditos prendarios, de los descuentos y aquellos documentados con carta de crédito.

La siguiente tabla resume las características principales de los diferentes tipos de créditos:

Tabla 8. Tipos de créditos y sus características		
Tipo de crédito	Principal uso o destino	Garantías habituales
Refaccionario	Adquisición de activos tangibles productivos	Las propias del crédito y adicionales
Habilitación o avío	Materias primas, gastos de producción, capital de trabajo	Las propias del crédito y adicionales
Hipotecario industrial	Pago de pasivos bancarios	La unidad industrial
Simple y en cuenta corriente	Sin destino específico, salvo condiciones expresas	Sin garantía real; con aval o segunda firma; con garantía de crédito en libros
Préstamo quirografario	Sin destino específico, salvo condiciones expresas	Con garantía real o con aval o segunda firma
Préstamo prendario	Sin destino específico, salvo condiciones expresas	Mercancías o bienes con certificado de depósito y bono de prenda
Descuento comercial	Sin destino específico	Documentos comerciales; títulos, otras garantías colaterales
Créditos comerciales (cartas de crédito)	Financiamiento de operaciones comerciales de importación, internas	Depósito bancario; documentos negociables; títulos

Fuente: adaptación propia a partir de Hernández (1992)

3.3 Condiciones y términos contractuales en la solicitud de un crédito

Cuando el proyecto pretende complementar las inversiones con créditos de cualquiera de las opciones vistas anteriormente, los **acreedores** (instituciones que otorgan el crédito) van a imponer determinadas condiciones para otorgar los préstamos, las cuales se deben conocer de antemano e incorporar en el estudio financiero. Las condiciones más importantes que es necesario conocer se incluyen a continuación:

3.3.1 Empresa elegible

En el manual de proyectos de la extinta Secretaría de Programación y Presupuesto se indicaba que las condiciones de elegibilidad para el otorgamiento de créditos y de garantías constituyen la función selectiva de apoyo financiero para aquellas empresas y organizaciones que realicen actividades económicas cuyo desarrollo es prioritario para el país.

En primer lugar, es necesario contar con un proyecto de inversión, o **estudio técnico económico** que demuestre **viabilidad y factibilidad** de realización, con expresión concreta de las necesidades de **crédito**. El planteamiento técnico económico no siempre es elaborado por los solicitantes del crédito; pues técnicos de la banca o de los fideicomisos, así como de dependencias de gobierno y otros organismos o instituciones, pueden apoyar a las empresas para formular concretamente y de manera fundamentada sus peticiones.

3.3.2 Monto financiable

Normalmente se maneja como un porcentaje del monto total de la inversión o como un porcentaje del valor de la garantía.

3.3.3 Garantías y otros requisitos

En términos de ley, los créditos o préstamos de las instituciones bancarias requieren de una **garantía**. En aquellos casos en que los acreditados no puedan acreditar la propiedad de los bienes suficientes para respaldar el pago de los créditos otorgados, las instituciones suelen requerir la presentación de **avales** o garantías colaterales que complementen aquellas presentadas por los acreditados.

La gran mayoría de los fideicomisos de fomento del Gobierno Federal, además de las operaciones de descuento de los créditos a la banca, otorgan garantías a esta última para favorecer el acceso al crédito a las empresas.

3.3.4 Plazo de pago

Debe especificarse el número de períodos (normalmente meses o años) en que se deberá amortizar el crédito.

3.3.5 Períodos de gracia

Permite un determinado número de períodos iniciales, en los que únicamente se pagarán intereses, difiriendo así el pago del capital, de tal forma que se puedan hacer pagos más bajos al inicio y dejar la amortización de crédito para el momento en que la empresa se encuentre más consolidada.

Así, los períodos de gracia reducen la exigencia de “pagos a capital” al inicio de un crédito, lo que representa una ventaja para aquellos sistemas productivos que tienen problemas de “liquidez” (disponibilidad de efectivo) al inicio de su operación. Sin embargo, dicha ventaja tiene su costo ya que finalmente el crédito se verá encarecido al tener que mantener el monto de la deuda inicial durante más períodos, lo que redundará en un mayor pago de intereses al inicio del crédito.

3.3.6 Forma de pago

Es necesario especificar la moneda, la periodicidad, y el sistema de pagos a utilizar. Con respecto a éstos últimos, las modalidades más comunes son: “pagos de capital constante” y “pagos totales constantes” (sección 3.4).

3.3.7 Tasa de interés

Se especifica el valor (porcentaje), la base y el período de capitalización de la tasa de interés que se aplicará al crédito (capítulo 1).

3.3.8 Comisiones

Normalmente se especifican como un porcentaje sobre el préstamo y cubre gastos por apertura de crédito y otros gastos.

3.3.9 Mecanismo de disposición

Es necesario definir el tiempo que tardarán los trámites y la forma de ministrar el crédito.

3.3.10 Información solicitada

Si la empresa es nueva, el estudio de formulación y la evaluación del proyecto a nivel factibilidad es lo más importante.

Todas estas condiciones deberán quedar claras y asentadas en el contrato del crédito solicitado.

3.4 Tablas para la amortización de créditos

Comencemos por recordar que la **inversión total** tiene dos componentes, la **inversión fija** y el **capital de trabajo**, lo que lleva a considerar dos tipos de crédito para los proyectos: el **crédito refaccionario** para compra de activos tangibles e intangibles asociados a la inversión fija y el **crédito de avío** para elementos asociados al **capital de trabajo**.

De acuerdo con lo expuesto en la sección anterior, son muchos los detalles que es necesario cuidar al momento de contratar un **crédito**, sin embargo, una vez que se han completado los trámites administrativos y se recibe la cantidad solicitada en préstamo, la pregunta que queda es: ¿cuál va a ser la dinámica de pagos o **ministración** que se seguirá hasta cancelar el crédito?

Existen varias modalidades para ministrar o pagar un crédito, sin embargo, las dos más comunes en la **evaluación financiera de proyectos** son: a) **pagos a capital constantes** y b) **pagos totales constantes**. En ambos casos es posible acordar, o no, **períodos de gracia**. De esta manera en esta sección del libro revisaremos y contrastaremos cuatro esquemas de pago:

- a) Pagos de capital constante sin períodos de gracia.
- b) Pagos de capital constante con períodos de gracia.
- c) Pagos totales constante sin períodos de gracia.
- d) Pagos totales constante con períodos de gracia.

Bajo la modalidad de **pagos de capital constante** (PCC) la idea central es devolver el monto de lo prestado realizando pagos a capital por la misma cantidad en cada período. En ese caso PCC se calcula con la siguiente ecuación:

$$PCC = \left(\frac{P}{n - pg} \right) \text{ --- Ec. 3.1}$$

Donde:

P = monto del préstamo

PCC = pagos a capital constante

n = número de períodos para terminar de pagar la deuda

pg = número de períodos de gracia

En la modalidad de **pagos totales constantes** (PTC) lo que se mantendrá constante es el pago total, esto es la suma del pago asociado a la devolución del capital prestado (pagos a capital) más el pago asociado a la renta por utilizar un dinero que no es propio (pago de intereses). Para determinar el monto del pago total se recurrirá a la Ec. 2.8, expuesta en la sección 2.4.4 “Factor de recuperación de capital”, con la variante de haber incluido la posibilidad de contar con períodos de gracia. La ecuación resultante permitirá determinar el monto de los pagos periódicos equivalentes a una cantidad presente, es decir el monto de los PTC.

$$PP = P \cdot \frac{[i \cdot (1 + i)^{(n - pg)}]}{[(1 + i)^{(n - pg)} - 1]} \text{ --- Ec. 3.2}$$

Donde:

P = monto del préstamo

$PP = PTC$ = Pago periódico = pago total constante

i = tasa de interés

n = períodos acordados para terminar de pagar la deuda

pg = períodos de gracia

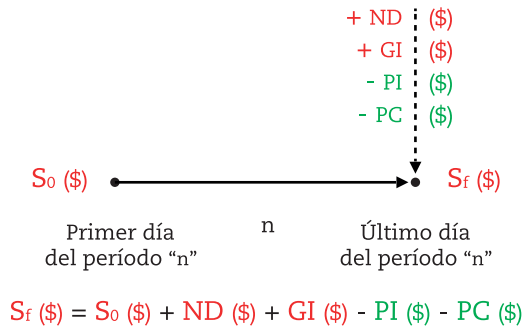
Al término $\frac{fi \cdot (1+i)^{(n \cdot pg)}}{[(1+i)^{(n \cdot pg)} - 1]}$ se le conoce como **factor de recuperación de capital** (PP / P, i, n, pg).

Como ya se ha expuesto (secciones 3.3.5 y 3.4), al contratar cualquiera de estas modalidades de ministración del crédito es posible acordar un cierto número de **períodos de gracia**, es decir períodos iniciales en que, considerando su casi nula solvencia financiera, se le permite al deudor aplazar el pago del capital, sin que esto lo exima del pago de los intereses. Si bien, en el largo plazo esta consideración encarecerá el préstamo, a cambio disminuirá los pagos totales que el sistema productivo tendrá que enfrentar al inicio de operaciones, etapa en la que podrá concentrar su esfuerzo en posicionarse en el mercado hasta consolidar sus ventas y con ello mejorar paulatinamente su solvencia financiera.

Las **tablas para la amortización de créditos** son una herramienta financiera muy útil ya que, independientemente de la modalidad de ministración que se aplique, permiten anticipar y dar seguimiento a la dinámica de pago de cualquier préstamo, hasta dar por terminado éste. A través de esta herramienta se conocerá, para cada período, la siguiente información:

- Período (n): mes o año en cuestión.
- Saldo inicial (S_0): ¿magnitud de la deuda al inicio de “n”?
- Interés generado (GI): ¿magnitud que alcanzará la renta en “n”?
- Interés pagado (PI): ¿magnitud de la renta efectivamente pagada en “n”?
- Pago a capital (PC): magnitud del préstamo devuelto en “n”?
- Saldo final (S_f): ¿magnitud de la deuda al final de “n”?

El siguiente diagrama permite entender mejor que pasa con cualquier deuda en cualquier período (n):



Fuente: elaboración propia

Figura 10. Diagrama de amortización de un crédito

La crónica de la dinámica seguida por la deuda durante el período “n” sería como sigue: el primer día del período “n” el monto de la deuda es S_0 . El último día del mismo período “n” se podrían dar los siguientes movimientos: a) ¿contratar nueva deuda **ND**? lo que incrementaría el saldo b) generar intereses **GI**, que al capitalizarse incrementarían también el saldo, c) realiza el pago **PI**, lo que contrarrestaría parcial o totalmente el efecto de **GI**, disminuyendo así el saldo y d) realizar el pago **PC**, que al devolver parcial o totalmente el monto adeudado disminuye/elimina el saldo. Como una consecuencia agregada de los movimientos que incrementan o disminuyen el saldo, el último día del período “n” el monto de la deuda cambio a S_f .

La crónica anterior nos lleva a proponer una analogía entre la amortización de una deuda y los balances de materia o energía que le son tan familiares a los ingenieros, con un par de diferencias: a) en esta ocasión no se trata de materia o energía, sino de “dinero” y b) en la dinámica impuesta por la economía de mercado, la noción de “consumo”, como propiedad opuesta a “generación”, no tiene un equivalente cuando de dinero se trata¹²:

$S_f = S_0 + ND + GI - PI - PC$ es análogamente equivalente a $A_{\text{final}} = A_{\text{inicial}} + E + g - S - c$

12 Se sugiere revisar la publicación electrónica: Paz-Viruet M.A. (22 abril 2015). El dinero se crea y no se destruye, sólo cambia de manos y de activos. Recuperado el 28 de mayo 2020 de inBestia Sitio web: <https://inbestia.com/analisis/el-dinero-se-crea-y-no-se-destruye-solo-cambia-de-manos-y-de-activos>.

Es posible entonces establecer la siguiente analogía entre la dinámica de una deuda y la dinámica en un balance de materia o energía.

- a) Contratar en “n” **nueva deuda** (ND), equivaldría a una nueva “E” = entrada.
- b) La **generación de interés** (GI) al final de “n”, equivale a “g” = generación.
- c) El **pago de interés** (PI) al final de “n”, equivale a “S” = salida.
- d) El **pago de capital** (PC) al final de “n”, equivale a una segunda “S” = salida.
- e) El **pago total** (PT) al final de “n”: $PT = PI + PC$
- f) $S_f - S_0$ define una acumulación (A) en “n”, que es equivalente a aquella de $A_f - A_0$
- g) En el caso de dinero que circula en el mercado no existe una noción equivalente de “consumo”.

Las tablas de amortización de créditos (tabla 9) son instrumentos de las matemáticas financieras que permiten extender la dinámica arriba descrita para un período de una deuda cualquiera, hasta el número de períodos necesarios para saldar, es decir, terminar de pagar dicha deuda.

Al utilizar estas tablas es necesario cerciorarse de que los valores de las tasas para el cálculo de los intereses se encuentran expresada en la misma base de generación y capitalización en que son expresados los períodos (n). Es práctica común en los bancos utilizar períodos mensuales en sus tablas de amortización de créditos, razón por la que será necesario expresar las tasas de generación de intereses sobre una base porcentual de generación y capitalización mensual es decir $i [=] \% \text{ (mcm)}$.

Tabla 9. Tabla para la amortización de créditos

n	S ₀	GI	PI	PC	PT	ND	S _f
0							
1							
2							
.							
.							
.							
n							

Fuente: elaboración propia

A continuación se hará uso de estas tablas para revisar y contrastar, para las cuatro modalidades de ministración arriba descritas, la dinámica de un crédito por \$1,200,000.00 a pagar en 1 año con una tasa de interés del 12% acm, considerando, o no, 2 períodos de gracia.

3.4.1 Caso a) pago de capital constante sin períodos de gracia

Datos:

$$P = \$ 1,200,000.00$$

$$i = 12.00\% \text{ acm} = 1.00\% \text{ mcm}$$

$$n = 1 \text{ año} = 12 \text{ meses}$$

$$pg = 0$$

Aplicando la Ec. 3.1

$$PCC = \left(\frac{P}{n - pg} \right)$$

$$PCC = \left(\frac{\$ 1,200,000.00}{12 - 0} \right) = \$ 100,000.00$$

Tabla 10. Tabla de amortización con pagos a capital constante sin período de gracia

n	S ₀	GI	PI	PC	PT	ND	S _f
0	-	-	-	-	-	\$1,200,000	\$1,200,000
1	\$1,200,000	12,000	12,000	\$100,000	\$112,000	\$0	\$1,100,000
2	\$1,100,000	11,000	11,000	\$100,000	\$111,000	\$0	\$1,000,000
3	\$1,000,000	10,000	10,000	\$100,000	\$110,000	\$0	\$900,000
4	\$900,000	9,000	9,000	\$100,000	\$109,000	\$0	\$800,000
5	\$800,000	8,000	8,000	\$100,000	\$108,000	\$0	\$700,000
6	\$700,000	7,000	7,000	\$100,000	\$107,000	\$0	\$600,000
7	\$600,000	6,000	6,000	\$100,000	\$106,000	\$0	\$500,000
8	\$500,000	5,000	5,000	\$100,000	\$105,000	\$0	\$400,000
9	\$400,000	4,000	4,000	\$100,000	\$104,000	\$0	\$300,000
10	\$300,000	3,000	3,000	\$100,000	\$103,000	\$0	\$200,000
11	\$200,000	2,000	2,000	\$100,000	\$102,000	\$0	\$100,000
12	\$100,000	1,000	1,000	\$100,000	\$101,000	\$0	\$0

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

3.4.2 Caso b) pago de capital constante con 2 períodos de gracia

Se parte de los mismos datos del caso “a”, salvo que ahora $pg = 2$ meses, lo que ocasiona que sólo se cuenten con 10 meses para devolver el capital, por lo que aplicando la Ec. 3.1

$$PCC = \left(\frac{P}{n - pg} \right)$$

$$PCC = \left(\frac{\$ 1,200,000.00}{12 - 2} \right)$$

$$PCC = \$ 120,000.00$$

Tabla 11. Tabla de amortización con pagos a capital constante con período de gracia

n	S ₀	GI	PI	PC	PT	ND	S _f
0	-	-	-	-	-	\$1,200,000	\$1,200,000
1	\$1,200,000	12,000	12,000	\$0	12,000	\$0	\$1,200,000
2	\$1,200,000	12,000	12,000	\$0	12,000	\$0	\$1,200,000
3	\$1,200,000	12,000	12,000	\$120,000	132,000	\$0	\$1,080,000
4	\$1,080,000	10,800	10,800	\$120,000	130,800	\$0	\$960,000
5	\$960,000	9,600	9,600	\$120,000	129,600	\$0	\$840,000
6	\$840,000	8,400	8,400	\$120,000	128,400	\$0	\$720,000
7	\$720,000	7,200	7,200	\$120,000	127,200	\$0	\$600,000
8	\$600,000	6,000	6,000	\$120,000	126,000	\$0	\$480,000
9	\$480,000	4,800	4,800	\$120,000	124,800	\$0	\$360,000
10	\$360,000	3,600	3,600	\$120,000	123,600	\$0	\$240,000
11	\$240,000	2,400	2,400	\$120,000	122,400	\$0	\$120,000
12	\$120,000	1,200	1,200	\$120,000	121,200	\$0	\$0

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

3.4.3 Caso c) pago total constante sin períodos de gracia

Se parte de los mismos datos del caso “a” pero ahora utilizaremos la Ec. 3.2:

En las tablas 12 y 13, el PTC aparece redondeado, sin embargo, para garantizar el “cero” al final de la tabla y con fines del cálculo, fueron considerados todas las cifras decimales.

$$PP = P \cdot \frac{[i \cdot (1 + i)^{(n \cdot pg)}]}{[(1 + i)^{(n \cdot pg)} - 1]}$$

$$PP = \$ 1,200,000.00 \cdot \frac{[0.01 \cdot (1 + 0.01)^{12}]}{[(1 + 0.01)^{12} - 1]}$$

$$PP = \$ 106,618.54641401 \approx \$ 106,618.55$$

Tabla 12. Tabla de amortización con pagos totales constantes sin período de gracia

n	S ₀	GI	PI	PC	PT	ND	S _t
0	-	-	-	-	-	\$1,200,000	\$1,200,000
1	\$1,200,000	\$12,000.00	\$12,000.00	\$94,618.55	\$106,618.55	\$0	\$1,105,381.45
2	\$1,105,381.45	\$11,053.81	\$11,053.81	\$95,564.73	\$106,618.55	\$0	\$1,009,816.72
3	\$1,009,816.72	\$10,098.17	\$10,098.17	\$96,520.38	\$106,618.55	\$0	\$913,296.34
4	\$913,296.34	\$9,132.96	\$9,132.96	\$97,485.58	\$106,618.55	\$0	\$815,810.76
5	\$815,810.76	\$8,158.11	\$8,158.11	\$98,460.44	\$106,618.55	\$0	\$717,350.32
6	\$717,350.32	\$7,173.50	\$7,173.50	\$99,445.04	\$106,618.55	\$0	\$617,905.28
7	\$617,905.28	\$6,179.05	\$6,179.05	\$100,439.49	\$106,618.55	\$0	\$517,465.78
8	\$517,465.78	\$5,174.66	\$5,174.66	\$101,443.89	\$106,618.55	\$0	\$416,021.90
9	\$416,021.90	\$4,160.22	\$4,160.22	\$102,458.33	\$106,618.55	\$0	\$313,563.57
10	\$313,563.57	\$3,135.64	\$3,135.64	\$103,482.91	\$106,618.55	\$0	\$210,080.66
11	\$210,080.66	\$2,100.81	\$2,100.81	\$104,517.74	\$106,618.55	\$0	\$105,562.92
12	\$105,562.92	\$1,055.63	\$1,055.63	\$105,562.92	\$106,618.55	\$0	\$0.00

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

3.4.4 Caso d) pago total constante con 2 períodos de gracia

Se parte de los mismos datos del caso “c”, salvo que ahora $pg = 2$ meses, lo que ocasiona que durante los primeros dos meses sólo se pague intereses, mas no capital, quedando tan sólo 10 meses de PTC por lo que ahora al aplicar la Ec. 3.2:

$$PP = P \cdot \frac{[i \cdot (1 + i)^{(n \cdot pg)}]}{[(1 + i)^{(n \cdot pg)} - 1]}$$

$$PP = \$1,200,000.00 \cdot \frac{[0.01 \cdot (1 + 0.01)^{(10)}]}{[(1 + 0.01)^{(10)} - 1]}$$

$$PP = \$126,698.491861405 \approx \$126,698.49$$

Tabla 13. Tabla de amortización con pagos totales constantes con período de gracia

n	S ₀	GI	PI	PC	PT	ND	S _t
0	-	-	-	-	-	\$1,200,000	\$1,200,000.00
1	\$1,200,000.00	\$12,000.00	\$12,000.00	\$0.00	\$12,000.00	\$0	\$1,200,000.00
2	\$1,200,000.00	\$12,000.00	\$12,000.00	\$0.00	\$12,000.00	\$0	\$1,200,000.00
3	\$1,200,000.00	\$12,000.00	\$12,000.00	\$114,698.49	\$126,698.49	\$0	\$1,085,301.51
4	\$1,085,301.51	\$10,853.02	\$10,853.02	\$115,845.48	\$126,698.49	\$0	\$969,456.03
5	\$969,456.03	\$9,694.56	\$9,694.56	\$117,003.93	\$126,698.49	\$0	\$852,452.10
6	\$852,452.10	\$8,524.52	\$8,524.52	\$118,173.97	\$126,698.49	\$0	\$734,278.13
7	\$734,278.13	\$7,342.78	\$7,342.78	\$119,355.71	\$126,698.49	\$0	\$614,922.42
8	\$614,922.42	\$6,149.22	\$6,149.22	\$120,549.27	\$126,698.49	\$0	\$494,373.15
9	\$494,373.15	\$4,943.73	\$4,943.73	\$121,754.76	\$126,698.49	\$0	\$372,618.39
10	\$372,618.39	\$3,726.18	\$3,726.18	\$122,972.31	\$126,698.49	\$0	\$249,646.08
11	\$249,646.08	\$2,496.46	\$2,496.46	\$124,202.03	\$126,698.49	\$0	\$125,444.05
12	\$125,444.05	\$1,254.44	\$1,254.44	\$125,444.05	\$126,698.49	\$0	\$0.00

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Al comparar la dinámica de ministración del crédito en los cuatros casos destacan las siguientes observaciones:

- Total de pagos por el servicio de deuda en el caso a: \$1,278,000.00
- Total de pagos por el servicio de deuda en el caso b: \$1,290,000.00
- Total de pagos por el servicio de deuda en el caso c: \$1,279,422.56
- Total de pagos por el servicio de deuda en el caso d: \$1,290,984.92
- Total pagos a capital: \$1,200,000.00 en los 4 casos (como se esperaba).
- Total pago intereses @PCC: caso a = \$78,000.00 y caso b = \$90,000.00
- Total pago intereses @PTC: caso c = \$79,422.56 y caso d = \$90,984.92

Lo que demuestra que, si bien los períodos de gracia aligeran la carga financiera en los primeros pagos, acaban por encarecer el crédito. Esto es debido a que los saldos finales durante estos períodos de gracia se mantienen elevados, lo que ocasiona que el siguiente pago de intereses sea mayor.

Como conclusión general podríamos anotar que aquellas ministraciones que, por un mayor número de períodos, mantengan saldos insolutos elevados derivarán en un servicio de la deuda que resultará también más elevado. Para ilustrar este punto realizaremos un ejercicio final en el cual, con las mismas condiciones de los ejercicios anteriores, se dejará correr la deuda sin realizar pago alguno hasta que venza el plazo acordado.

Tabla 14. Tabla de amortización sin realizar ningún tipo de pago hasta el final del plazo

n	S ₀	GI	PI	PC	PT	ND	S _f
0	-	-	-	-	-	\$1,200,000	\$1,200,000.00
1	\$1,200,000.00	\$12,000.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0	\$1,212,000.00
2	\$1,212,000.00	\$12,120.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0	\$1,224,120.00
3	\$1,224,120.00	\$12,241.20	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0	\$1,236,361.20
4	\$1,236,361.20	\$12,363.61	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0	\$1,248,724.81
5	\$1,248,724.81	\$12,487.25	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0	\$1,261,212.06
6	\$1,261,212.06	\$12,612.12	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0	\$1,273,824.18
7	\$1,273,824.18	\$12,738.24	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0	\$1,286,562.42
8	\$1,286,562.42	\$12,865.62	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0	\$1,299,428.05
9	\$1,299,428.05	\$12,994.28	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0	\$1,312,422.33
10	\$1,312,422.33	\$13,124.22	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0	\$1,325,546.55
11	\$1,325,546.55	\$13,255.47	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0	\$1,338,802.02
12	\$1,338,802.02	\$13,388.02	\$13,388.02	\$1,338,802.02	\$1,352,190.04	\$0	\$0.00

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

En este caso extremo se observa:

- Total pago capital: \$1,352,190.04 (\$152,190.04 capitalización interés).
- Total pago intereses: \$13,388.02
- Total pagado: \$1,352,190.06

Cabe hacer notar que en este último caso se pudo haber calculado directamente el total pagado (F) utilizando la Ec. 2.5 - - - $F = P \cdot (1 + i)^n$ donde $P = 1,200,000.00$, $i = 1\%$ mcm y $n = 12$ meses.

$$F = \$ 1,200,000.00 \cdot (1 + 0.01)^{12}$$

$$F = \$ 1,352,190.06$$

Segunda parte
**Ingresos y egresos en los sistemas
productivos**

La primera parte de este libro se ha orientado para introducir y familiarizar al lector en un conjunto de temáticas y metodologías económico-financieras que le son necesarias, como antecedentes, para adentrarse en el *análisis de la rentabilidad*, estudio que forma parte de la *evaluación financiera de proyectos de inversión*.

En el capítulo 1 se introdujo al lector en la temática del *dinero* como unidad de medida. Se destaca su naturaleza, origen y evolución como instrumento económico, inventado y moldeado por el ser humano y se describen brevemente las características y consecuencias de aquellas propiedades —sobre todo su capacidad para reproducirse o generar intereses— que el modelo económico dominante le ha atribuido. La relevancia y dificultad expositiva del propósito anterior no resultan triviales, no obstante, el hecho de que en nuestra realidad cotidiana, en todo momento se está utilizando el *dinero*. Nos hemos acostumbrado tanto a este recurso —incluso enajenado con su manejo mecánico—, que ha llegado a convertirse prácticamente en el único medio para realizar las transacciones económicas de las cuales depende nuestro bienestar e incluso nuestra subsistencia como personas, familias y sociedades “civilizadas”. Frente a esa cotidianidad —que en todo momento nos mantiene pre y ocupados en la vital tarea de resolver ¿cómo ganar u obtener el tan preciado recurso?, ¿cómo manejarlo? y ¿en qué... e incluso cómo gastarlo?— pocas veces nos detenemos a reflexionar y mucho menos a cuestionar la base de la cual el *dinero* es tan sólo la punta del iceberg... es decir, aquellos conceptos, valores, principios, fundamentos, marcos normativos y programáticos, usos y costumbres con los que —ya sea mediante letras grandes o pequeñas— el modelo de desarrollo en turno ha establecido las reglas del juego, las políticas, los mecanismos de control y ejerce su poder para mantener la dinámica y crecimiento del sistema económico y el *statu quo*.

En el capítulo 2 se ubicó al analista de proyectos de inversión frente a una realidad económica que, siendo una consecuencia de las propiedades que le han sido atribuidas al dinero (su capacidad de reproducción o de generación e intereses), resulta en principio desconcertante para todo aquel que no ha sido formado en las temáticas económico-financieras:

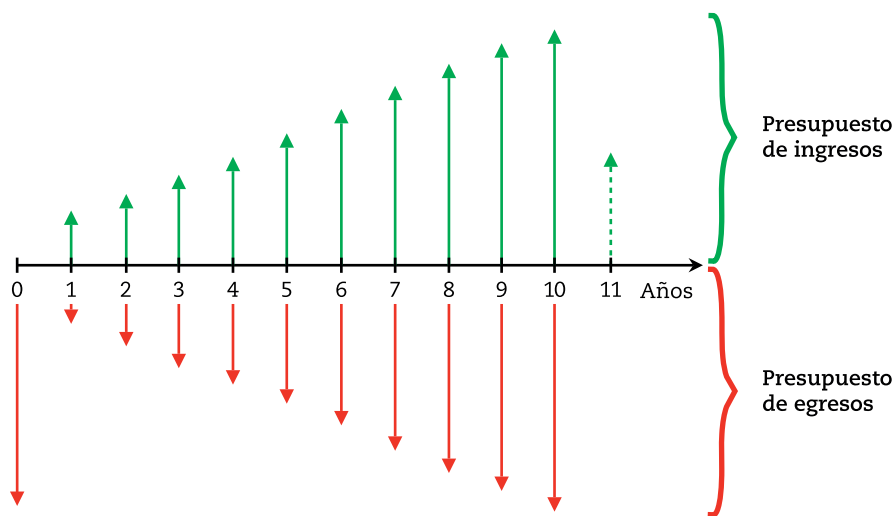
A diferencia de lo que sucede al medir y dimensionar los sistemas y fenómenos físicos, en el que las unidades de medición (por ejemplo: kelvin, candela, newton, julio, amperio, mol, gramo, litro, metro, hectárea, segundo, etc.) son estables, es decir, su valor como unidad o patrón de medición permanece constante y no es función del tiempo; las unidades monetarias de medición (por ejemplo: dólar estadounidenses, euro, yen japonés, libra esterlina, franco suizo, dólar hongkonés, dólar canadiense, yuan chino, dólar australiano, real brasileño, rublo ruso, peso mexicano, etc.) utilizadas para dimensionar los fenómenos económico-financieros, no son estables, es decir su valor cambia en función del tiempo.

Así, aunque dos cantidades iguales se denoten en la misma **unidad monetaria** (por ejemplo, pesos mexicanos), la información sobre su valor de cambio no podrá ser determinada con precisión hasta que se indique la fecha —en el análisis de rentabilidad suele ser suficiente con indicar el año— en que dichas cantidades fueron o se piensa serán erogadas. De esta manera, ¡pesos mexicanos del 2000 no resulta ser la misma unidad de medida que pesos mexicanos del 2020! ... y en consecuencia no resulta correcto sumarlos, restarlos o realizar cualquier otra operación matemática, sin antes llevar a cabo un procedimiento de conversión de unidades. Frente a esta necesidad de cumplir con el principio de la homogeneidad dimensional en los cálculos que involucran unidades monetarias que cambian de valor al paso del tiempo, el capítulo 2 presenta un conjunto de modelos de las matemáticas financieras que permiten realizar las conversiones necesarias, es decir calcular, bajo ciertos supuestos, las **equivalencias del dinero a través del tiempo.**

En el capítulo 3 se ofreció al lector una introducción al tema del **financiamiento** y la ministración del pago de éste, apoyándose en las **tablas para la amortización de un crédito**, comenzando con una breve reflexión sobre la diferencia que existe entre ser inversionista y ser acreedor de un sistema productivo. Posteriormente se presentaron las fuentes de financiamiento

(internas y externas) a las que comúnmente se recurre para capitalizar los proyectos de inversión, así como los conceptos y términos contractuales básicos que son necesarios conocer al momento de solicitar un crédito bancario. Finalmente se fundamentó e ilustró con algunos ejemplos el uso de las **tablas de amortización** que permitirán planificar y dar seguimiento a la evolución de la ministración y pago de cualquier crédito, temática que será de gran utilidad al momento de estimar los **gastos financieros** (sección 7.2.2), mismos que forman parte de los **gastos generales y por lo tanto de los egresos de operación** anuales de un sistema productivo.

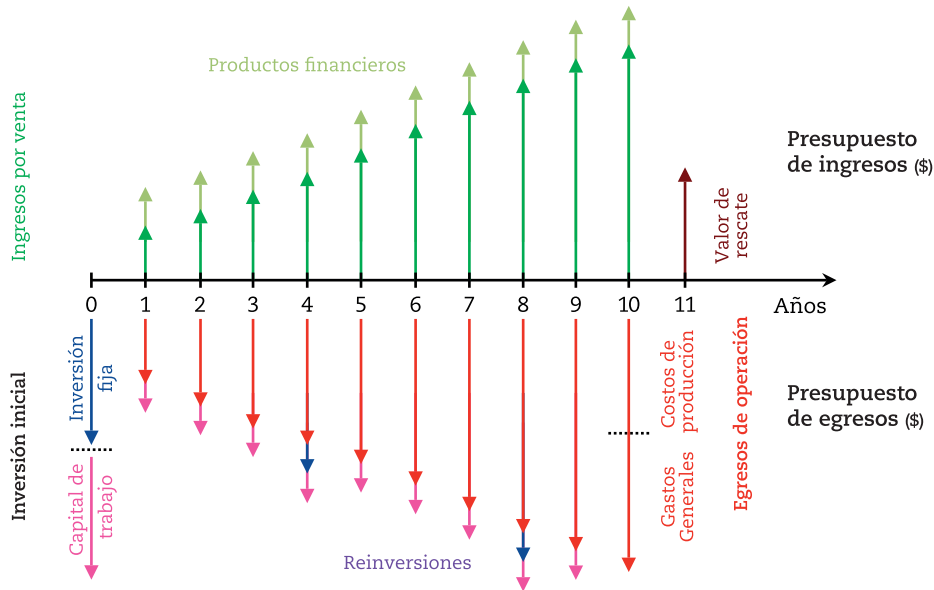
Con estos antecedentes se dará inicio a la SEGUNDA y TERCERA PARTE del libro. Una de las primeras tareas a realizar en el análisis la rentabilidad de un sistema productivo será identificar (capítulos 4 y 5) y dimensionar en unidades monetarias la magnitud (capítulos 6 y 7) de los movimientos financieros de entrada (ingresos) y salidas (egresos) que se estima estarán asociadas respectivamente a las etapas de diseño, operación y desmantelamiento-liquidación de un sistema productivo (figura 11). La magnitud de dichos movimientos financieros será una consecuencia directa del conjunto de decisiones que se vayan tomando durante la formulación de los estudios de **mercado**, **técnico**, tecnológico (**ingeniería de procesos** e **ingeniería de proyectos**) y aún **financieros**.



Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Figura 11. Ingresos y egresos en el horizonte de planeación de un proyecto

Al aumentar el nivel de detalle de la figura anterior, se harán evidentes (figura 12) aquellos elementos que componen respectivamente los presupuestos de ingresos y egresos del sistema productivo.



Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Figura 12. Componentes de los presupuestos de ingresos y egresos

En el capítulo 4 se describirá y ubicará la importancia que para el análisis de rentabilidad del sistema productivo tiene cada uno de los elementos de su presupuesto de ingresos:

- Ingresos durante la etapa de operación (sección 4.1).
 - Ingresos derivados de las ventas.
 - Ingresos derivados de los productos financieros.
- Ingresos durante la etapa de desmantelamiento y liquidación (sección 4.2).
 - Ingresos derivados del valor de rescate.

En el capítulo 5 se hará lo propio con cada uno de los elementos de su presupuesto de egresos:

- Egresos durante la etapa de diseño (sección 5.1).
 - Inversión fija.
 - Capital de trabajo.
- Egresos durante la etapa de operación (sección 5.2).
 - Reinversiones.
 - Costos de producción.
 - Gastos generales.
- Egresos durante la etapa de desmantelamiento y liquidación (sección 5.3).

Capítulo 4

Ingresos y ciclo de vida de un sistema productivo

Como su nombre lo denota, los *ingresos* representan entradas de dinero, por lo que en un diagrama de flujo de efectivo serán representados mediante flechas hacia arriba. El que un sistema productivo en operación genere *ingresos*, es una condición necesaria para dar continuidad a su ciclo operativo, en el que continuamente deberá adquirir con sus proveedores —mediante el pago respectivo— aquellos recursos que le son indispensables para su operación, garantizando así la producción, también continua, de aquellos bienes y servicios que al ser comercializados en el mercado generarán los ingresos necesarios para dar inicio, de nuevo, al ciclo operativo.

Retomando la figura 12 se pueden identificar los siguientes *ingresos* asociados al ciclo de vida de un sistema productivo:

- Durante su etapa de diseño, el sistema productivo aún no existe, salvo como un proyecto, razón por la que no le es posible llevar a cabo acción alguna para generar ingresos.
- Durante la etapa de operación del sistema productivo:
 - *Venta (producto, subproductos, residuos).*
 - *Productos financieros.*
- Durante la etapa de desmantelamiento y liquidación del sistema productivo:
 - *Valor de rescate.*

4.1 Ingresos durante la etapa operativa del sistema productivo

4.1.1 Ingresos derivados de las ventas (productos, subproductos y residuos)

Para que un sistema productivo (privado, público o social) genere aquellos beneficios —financieros, sociales, económicos, políticos o ambientales— para los cuales fue creado, es necesario que produzca un bien o servicio, orientado a satisfacer la demanda agregada de un grupo de usuarios, la cual en última instancia tiene su origen y es la manifestación explícita de una necesidad no satisfecha.

Desde su concepción y hasta su liquidación, los sistemas productivos emprenden una serie de actividades, que inevitablemente conllevan un conjunto de erogaciones (inversiones, costos y gastos), mismas que —a menos que el sistema productivo reciba un patrocinio o una subvención— se espera sean cubiertos a partir de los **ingresos** que se generen al vender sus productos. Si además, está orientado por la ambición de obtener un rédito o ganancia financiera, la diferencia entre los **ingresos** por venta y los **egresos** necesarios para operar el sistema productivo, deberá dejar, a lo largo del horizonte de planeación, **utilidades** tales que deriven en un **flujo de efectivo** que, al retornar a la cartera de los inversionistas, cumpla con las cuatro expectativas que ellos tienen: a) recuperar el capital invertido; b) ser compensados por la inflación o pérdida del poder adquisitivo de su dinero; c) ser compensados por su disposición para arriesgar su capital y d) obtener una plus o ganancia adicional que incremente su riqueza o poder de compra.

Así, la venta del producto suele ser la principal fuente de ingresos de un sistema productivo, aunque en ocasiones, éstas pueden ser complementadas por la venta de subproductos¹³ o aun de residuos valiosos.

¹³ Materiales o energía que habiéndose obtenido como consecuencia colateral del proceso que transforma materias primas en productos terminados, tienen un valor en sí mismos y pueden ser valorados y vendidos en el mercado.

4.1.2 Ingresos derivados de los productos financiero

Los **productos financieros** corresponden a la suma anual [\$/año] de los intereses con que el banco retribuye al sistema productivo por mantener un capital financiero depositado en una cuenta de inversión. Para los fines del análisis de rentabilidad, se suele considerar que dicha cuenta bancaria es contratada por el sistema productivo al final del año de diseño y que el monto del depósito original es aquel que corresponde al elemento del capital de trabajo que se denominará “efectivo en caja” (secciones 5.1.1.2 y 6.2.6). Una vez abierta la cuenta, esta se mantendrá vigente y generando intereses (**productos financieros**) durante todos los años operativos del sistema productivo, cuidando que el saldo de ésta mantenga siempre un margen de liquidez acorde con las políticas de protección o salvaguarda establecidas para el capital de trabajo del sistema productivo (sección 6.2).

4.2 Ingresos durante la etapa de desmantelamiento y liquidación del sistema productivo

Durante la etapa de desmantelamiento-liquidación del sistema productivo, ya no se va a elaborar más producto que se pueda vender, sin embargo, es una etapa en la que se puede obtener ingresos derivados de la venta de todo aquello que aún le quede algo de valor en el sistema productivo. A dicho **ingreso** se le conoce como **valor de rescate**.

4.2.1 Ingresos derivados del valor de rescate

El **valor de rescate** [\$/año] representa el último ingreso del sistema productivo. Este tiene lugar en el año del desmantelamiento-liquidación y se compone de los siguientes elementos:

- Recuperación del valor residual en los activos del sistema productivo.
- Recuperación del valor de reventa del terreno.
- Recuperación del valor acumulado en los elementos del capital de trabajo.
 - Si el producto en proceso se lleva hasta producto terminado, se podrá vender como tal.

- Venta del producto terminado acumulado en el almacén.
- Venta de la materia prima acumulada en el almacén.
- Recuperación de las cuentas por cobrar.
- Cancelación de las cuentas por pagar.
- Cancelación de la cuenta bancaria y recuperación del efectivo en caja.

Capítulo 5

Egresos y ciclo de vida de un sistema productivo

Los **egresos** representan salidas de dinero, por lo que en un diagrama de flujo de efectivo serán representados mediante flechas hacia abajo. La función de los **egresos** es adquirir con los proveedores respectivos —a cambio del pago correspondiente— aquellos recursos que le son indispensables al sistema productivo para mantener de forma continua sus operaciones, y así cumplir con su propósito de producir y comercializar aquellos bienes y servicios que al ser vendidos en el mercado le generarán los ingresos necesarios para iniciar, de nuevo, su ciclo operativo.

Retomando la figura 12 se pueden identificar los siguientes **egresos** asociados al ciclo de vida de un sistema productivo:

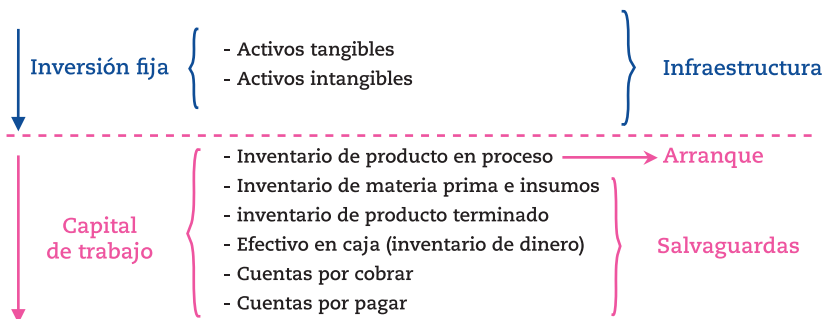
- Durante la etapa de diseño del sistema productivo (Inversión inicial):
 - *Inversión fija.*
 - *Capital de trabajo.*
- Durante la etapa de operación del sistema productivo:
 - *Egresos de operación.*
 - *Costos de producción.*
 - *Gastos generales.*

- *Reinversiones.*
 - *Ampliación de capacidad.*
 - *Renovación de la infraestructura.*
 - *Ampliación de cobertura de las salvaguardas asociadas al capital de trabajo.*
- Durante la etapa de desmantelamiento-liquidación del sistema productivo
 - *Gastos de liquidación y disolución.*

5.1 Egresos en la etapa de diseño del sistema productivo

5.1.1 Inversión inicial

La inversión inicial comprende aquellos desembolsos que tienen lugar antes de que la empresa formalmente exista y opere, es decir, aquellos desembolsos que son necesarios durante la parte del ciclo de vida de un sistema productivo (CVSP) en que éste aún es considerado un proyecto. Dicha *inversión inicial* será la suma de lo que se conoce como *inversión fija* y el llamado *capital de trabajo* (figura 13). Será precisamente dicha *inversión inicial* la que va a permitir montar y arrancar un nuevo sistema productivo, el cual se espera que al entrar en operación vaya generando las *utilidades* que en primera instancia recuperen la inversión para luego permitir acumular una ganancia que premie a los inversionistas por arriesgar su capital en el nuevo sistema productivo.



Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Figura 13. Estructura de la inversión inicial en la etapa de diseño (año cero)

5.1.1.1 La inversión fija

La **inversión fija** es una cantidad importante de capital financiero erogado durante la etapa de diseño del sistema productivo con el propósito de montar la infraestructura que dará sustento a la operación de la futura empresa. La flecha apunta hacia abajo, por ser egreso, y su tamaño será una representación de la magnitud del desembolso necesario para materializar la infraestructura del proyecto.

Esta infraestructura a su vez se puede clasificar en **activos tangibles**, cuya naturaleza material permite sean tocados y **activos intangibles**, cuya naturaleza es inmaterial (tabla 15).

Tabla 15. Activos tangibles e intangibles	
Activos tangibles	Activos intangibles
Maquinaria y equipo	Investigaciones y estudios previos
Instalación de la maquinaria y equipo	Acta constitutiva de la sociedad
Obra civil	Licencias y permisos
Instalaciones asociadas a los servicios auxiliares	Compra de patentes y conocimientos técnicos especializados
Instalaciones complementarias	Diseño del proyecto
	Concesiones de explotación de recursos naturales
	Ingeniería, supervisión y administración de la instalación
	Intereses durante la realización del proyecto
	Imprevistos

Fuente: elaboración propia

5.1.1.2 El capital de trabajo

La etapa final del diseño del sistema productivo llega con el “arranque de la planta” y la “conformación de las salvaguardas” (inventarios y cuentas) necesarias para evitar que, una vez que ha arrancado, el sistema productivo tenga que parar por falta de algún recurso. El **capital de trabajo**, también conocido como activo circulante, representa aquella cantidad de dinero que

se estima será necesaria para llevar a cabo estos dos importantes procesos con los que se concluye la etapa de diseño.

Usualmente el **capital de trabajo** está conformado por los siguientes elementos:

- Inventario de productos en proceso (arranque).
- Inventario de materias primas e insumos (previsión o salvaguarda).
- Inventario de productos terminados (previsión o salvaguarda).
- Cuentas por cobrar (previsión o salvaguarda).
- Cuentas por pagar (previsión o salvaguarda).
- Efectivo en caja (previsión o salvaguarda).

Si bien esta última etapa de diseño aún no forma parte de la etapa operativa del sistema productivo, la integración de los seis elementos del **capital de trabajo** implica la compra de recursos y el pago de servicios que prácticamente son los mismos que a partir del inicio de la etapa operativa se clasificarán como **costos de producción** y **gastos generales**. Por eso a los costos y gastos realizados durante los procesos de arranque y formación de salvaguardas se les conoce como “**costos y gastos pre-operativos**”.

Sólo con fines ilustrativos es posible imaginar que, en el marco del horizonte de planeación del proyecto, el proceso de arranque pudiera tener lugar al iniciar del último trimestre del período “0” (digamos en octubre), mientras que la formación de las salvaguardas sucederá entre los meses de noviembre y diciembre.

Inventario de producto en proceso (IPP)

Un **producto en proceso** podemos visualizarlo, como aquellos estadios intermedios que resultan por la transformación secuencial de las materias primas e insumos en su tránsito hasta convertirse en un producto terminado, con características plenas para ser comercializado.

El **inventario de productos en proceso** es una consecuencia inevitable en todo proceso de transformación y cobra relevancia particular en dos casos:

- En el momento de arrancar por primera vez y poner a punto la infraestructura de un sistema productivo.
- En aquellos casos en que los productos requieran de un período largo de elaboración.

Inventario de producto terminado (IPT)

Este inventario tiene la función de garantizar la venta continua del producto terminado, aún en circunstancias en las cuales el sistema productivo reciba pedidos particularmente grandes. De no contemplarse este inventario se corre el riesgo de perder clientes ante la imposibilidad de satisfacer sus demandas.

La cantidad de producto terminado que se debe almacenar depende fundamentalmente del ritmo de las ventas de la empresa, por lo que este inventario está en función de factores tales como: las **características del producto**, las **fluctuaciones del nivel de ventas**, la **capacidad** tanto de **producción** como **financiera** del sistema productivo, el **costo de almacenamiento** y el **costo del lote mínimo de elaboración**. Ahora bien, cuando estos parámetros no están bien definidos, Soto et al. (1981, p. 174) recomiendan mantener el **inventario de producto terminado** en un nivel suficiente para cubrir **un mes de las ventas** y, en consecuencia, estimar la **inversión** necesaria para formarlo con base en lo que costará producir la cantidad de producto equivalente.

Inventario de materia prima e insumos (IMPI)

La conformación de este inventario busca que, durante la etapa operativa, la producción no se detenga por falta de materia prima e insumos (MPI), ya que esto acarrearía consecuencias operativas y financieras no deseadas para el sistema productivo.

El tamaño de este inventario depende fundamentalmente de la **capacidad de producción de la planta**, así como de las **características, disponibilidad, costo de almacenamiento** y **volúmenes económicos de compra de la materia prima**.

Efectivo en caja (IEC)

El **efectivo en caja** es una especie de **inventario de dinero**, disponible por algún medio de pago, que le otorga liquidez o poder de compra inmediato al sistema productivo. En ocasiones se le conoce como **caja chica** y sin ésta, el sistema productivo quedaría paralizado e incapaz de llevar a cabo **transacciones financieras** en los diferentes **mercados** a los que concurre, ya sea para comprar o vender: pago a proveedores, pago sueldos y salarios, servicios, imprevistos, impuestos, etc.

Para administrar su **efectivo en caja**, el sistema productivo suele contratar con algún banco una cuenta de inversiones, misma que puede incrementar su monto o saldo a través de nuevos depósitos realizados por el sistema productivo o bien por la generación de intereses (**productos financieros**) que una vez pagados por el banco no sean retirados de la cuenta.

Cuentas por cobrar (CXC)

Las **cuentas por cobrar** son una consecuencia natural de una **política de comercialización** que otorga crédito (meses sin intereses) a los **clientes**. Si bien esta política en sus inicios buscaba consolidar las ventas —sobre todo en aquellas circunstancias en que los clientes del sistema productivo no contaban con liquidez financiera—, con el tiempo se volvió una **estrategia para competir** con otros oferentes que también concurren en el mercado buscando atraer y “ganar” la preferencia de los **clientes potenciales**, independientemente de si éstos cuentan o no con la liquidez necesaria para realizar un pago en efectivo.

Así, las “cuentas por cobrar” buscan otorgar crédito a los clientes del sistema productivo, con la intención de que éstos puedan llevarse el producto sin tener que pagar inmediatamente por éste. Mediante esta estrategia de comercialización, el sistema productivo busca obtener los siguientes beneficios: a) la venta se asegura, independientemente de la liquidez financiera (capacidad de pago inmediato) que en el momento exhiba el cliente y b) el cliente se siente favorecido, es decir siente que recibe un trato preferencial por parte del sistema productivo, con lo que se espera influir para que el consumidor prefiera su producto al de la competencia.

Cuentas por pagar (CXP)

Las **cuentas por pagar** siguen la misma lógica comercial de las **cuentas por cobrar**, pero consideran ahora al sistema productivo como el cliente que se beneficia con condiciones preferenciales al comprar sus insumos a otros sistemas productivos que compiten para convertirse en sus proveedores.

De esta manera será ahora el sistema productivo el que reciba el beneficio de sus **proveedores** (usualmente de las materias primas e insumos) para adquirir la mercancía y disponer de un plazo, sin cargo de intereses, para realizar el pago. Es así como los **proveedores** se convierten en una fuente de financiamiento de corto plazo. Debido al ahorro temporal que este crédito representa, las **cuentas por pagar** llevarán implícito un signo negativo (-) por lo que disminuye, en esa cantidad, el monto de la inversión necesaria para el **capital de trabajo**.

5.2 Egresos durante la etapa operativa del sistema productivo

5.2.1 Las reinversiones

Las reinversiones en años operativos se refieren al capital financiero que será necesario para:

- Compra de activos tangibles e intangibles para ampliar la capacidad de la planta.
- Compra de activos tangibles e intangibles para reponer aquellos otros cuya vida útil ha terminado.
- Ampliar el nivel de cobertura de los elementos que conforman el capital de trabajo (CT) para garantizar que, bajo la dinámica creciente del programa de producción, éstos siempre mantengan el nivel de salvaguarda definido.

Los tres casos referidos pueden suceder de manera aislada o conjunta en cualquiera de los períodos operativos del sistema productivo. La reinversión total será siempre la suma de la compra de activos tangibles e intangibles, —a la que podríamos referirnos como una reinversión fija— y las reinversiones asociadas al total de los elementos del capital de trabajo.

Así, con fines prácticos podríamos afirmar:

- Para el período cero: $\text{Inversión Total} = \text{Inversión Fija} + \text{Capital de Trabajo}$.
- Para cualquier período operativo: $\text{Reinversión total} = \text{reinversión en activos} + \text{reinversión en CT}$.

5.2.1.1 Reinversiones en activos

Son dos las circunstancias que podrían llevar a un sistema productivo que ya se encuentre en plena etapa operativa a tener que realizar reinversiones en activos tangibles o intangibles: a) ampliaciones de su capacidad productiva y b) renovar activos que han concluido su período de vida útil.

Es así como, si bien la estimación de la *inversión fija* está asociada inicialmente a la etapa de diseño, es posible que en la etapa operativa se requiera volver a realizar estimaciones asociadas con la infraestructura del sistema productivo, es decir, “reinversiones en activos en los períodos operativos”.

Los *equipos de proceso* suelen tener una vida útil de 10 años, por lo que, a menos que el horizonte de planeación que se haya definido sea mayor a dicho período, no parece necesario el plantear su renovación. Lo que si llega a ser común, en la formulación de los proyectos, es la idea de incrementar la capacidad de producción en alguno de los años operativos del sistema productivo, lo que puede derivar en la necesidad de realizar una reinversión para comprar *equipo principal de proceso* adicional.

En el caso de los *autotransportes*, será necesario considerar que en la *Ley del Impuesto sobre la Renta* se define que este tipo de activo tiene una “vida útil” de 4 años, por lo que transcurrido dicho período, deberá plantearse su renovación, es decir la compra de un nuevo *autotransporte* que sustituya al primero y mantenga así cubiertos los requerimientos del sistema productivo.

5.2.1.2 Reinversiones en capital de trabajo

Al diseñar un sistema productivo se suele considerar un programa dinámico (usualmente ascendente) para la producción y venta de producto, lo que a su vez conlleva a costos y gastos crecientes asociados a la compra de materias primas, insumos y demás recursos necesarios para la operación de la empresa. Debido a ello, el *capital de trabajo* también deberá

seguir una dinámica ascendente en el nivel de sus previsiones (inventarios y cuentas), manteniendo en todo momento el potencial de salvaguarda preestablecido. Esto requerirá de la estimación de fondos adicionales para incrementar las previsiones asociadas a los elementos del capital de trabajo.

Como será revisado más adelante, en el estado financiero llamado “**Flujo de Caja Proforma**” (sección 10.2) se cuenta con un concepto de aplicación de recursos denominada “**Capital de Trabajo**” en el que, al igual que el monto de su inversión inicial, deberán también ser registradas —específicamente en el período correspondiente al momento en que fueron erogadas— las reinversiones en el capital de trabajo.

De esta manera, el **capital de trabajo** se conforma inicialmente en la etapa de diseño (fase pre-operativa), pero una vez que comienza a operar el sistema productivo será necesario realizar reinversiones para actualizar sus niveles de salvaguarda y que así siga protegiendo al sistema productivo contra un paro indeseable por falta de alguno de sus elementos (materias primas e insumos, producto en proceso, producto terminado, liquidez o preferencia por parte de los clientes y dinero en efectivo).

Las **reinversiones en capital de trabajo** dan cuenta del dinero que período tras período será necesario erogar con el propósito de alcanzar el nivel de salvaguarda que ofrecen sus seis elementos, bajo una dinámica del sistema productivo que considera un programa de producción con incrementos periódicos debido tanto a los requerimientos de un programa de producción y ventas creciente, como al impacto de la inflación en el nivel de precios de sus recursos.

Es necesario considerar que los niveles de salvaguarda que ofrecen los elementos del capital de trabajo se deben revisar y ajustar al final de cada período operativo del sistema productivo, para garantizar la protección esperada para el período que le sigue. Dicho proceso de definición o ajuste tendrá lugar desde el final del período 0 (etapa pre-operativa) y hasta el penúltimo período (N-1), ya que en éste se ajustará por última vez, ahora para garantizar la protección esperada para el último año operativo (N). El incremento asociado al último año operativo siempre será nulo o igual a cero. Esto es así debido a que un día después el sistema operativo entra en etapa de desmantelamiento y liquidación, por lo cual al ya no haber

procesos productivos y operativos que proteger, no tendría sentido incrementar los niveles de salvaguarda que representa el capital de trabajo.

5.2.2 Egresos operativos

A diferencia de las **inversiones**, que suceden principalmente durante la etapa de diseño del sistema productivo (proyecto) y se destinan a la compra de bienes de capital o duraderos, los **costos y gastos** son una serie de desembolsos periódicos (figura 14) que suceden a lo largo de la etapa operativa del sistema productivo (empresa) y que se destinan a la compra de artículos consumibles que como su nombre lo dice “se consumen” durante la operación continua del sistema productivo.



Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Figura 14. Egresos operativos

Los **egresos de operación** se conforman al sumar los **costos de producción** (asociados a la función de producción) y los **gastos generales** (figura 15), estos últimos destinados a respaldar toda una serie de funciones complementarias a la de producción (comercialización y ventas, administración, investigación y desarrollo, finanzas, entre otros), y sin las cuales la empresa no podría cumplir con su propósito.



Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Figura 15. Estructura de los egresos operativos

En esta sección consideraremos como **costos** a aquellos desembolsos asociados al departamento de producción y **gastos** a aquellos otros asociados a cualquier otro departamento del sistema productivo.

5.2.2.1 Costos de producción

Los **costos de producción (CP)** se dividen en costos variables, fijos y semifijos. El desembolso en los **costos variables (CV)** crece en proporción directa a la cantidad de producto generado (p. ej. el desembolso en materias primas e insumos crece linealmente como una función del volumen de producción). Los **costos fijos (CF)** son independientes de la cantidad de producto generado (p. ej. el desembolso en rentas se mantiene constantes con independencia del volumen de producción). Finalmente, los **costos semifijos (CSF)** crecen de manera escalonada conforme se genera más producto (p. ej. el desembolso en mano de obra se comporta de manera creciente pero discontinua en función del volumen de producción).

A continuación, se presenta una lista con los costos de producción más comunes en las empresas, indicando en cada caso si su comportamiento corresponde al de un costo variable, fijo o semifijo:

Costos variables de producción

- Materias primas y otros insumos de proceso.
- Servicios auxiliares.
- Regalías.

Costos fijos de producción

- Costos fijos de inversión (se les asocia con la infraestructura del sistema productivo).
 - Rentas.
 - Depreciaciones y amortizaciones.
 - Mantenimiento y reparación.
 - Suministros de operación.
 - Impuestos sobre la propiedad.
 - Seguros de la planta.

- Costos fijos de operación (se les asocia con la atención y seguridad del personal).

Costos semifijos de producción

- Mano de obra de operación (fijo en cada año / variable a lo largo CVSP).
- Personal de supervisión (fijo en cada año / variable a lo largo CVSP).

Esta distinción entre costos variables o fijos será retomada más adelante cuando revisemos el tema **punto de equilibrio** (secc. 10.1.1). Por lo pronto concentraremos la atención en describir y ubicar el destino de estos **costos de producción**. Posteriormente, en la tercera sección del libro, se revisará los métodos para estimar el monto asociado a cada uno de estos costos de producción.

Materias primas e insumos

Se trata de uno de los costos variables asociados al departamento de producción. La determinación del requerimiento anual de este elemento suele implicar un proceso laborioso que se basa en los balances de materia y energía que se realizan en la ingeniería de procesos y proyecto. Dichos balances a su vez tendrán entre sus requerimientos de cálculo varios elementos del diseño del proyecto como son la formulación del producto, la eficiencia de transformación de los equipos de proceso y el programa de producción anual para los años operativos. Así mismo, será necesario realizar una investigación económica para determinar la variación de los precios de las materias primas e insumos a lo largo del horizonte de planeación establecido.

Mano de obra de operación y supervisión

Por **mano de obra de operación (MOO)** nos referimos a aquellos empleados que dentro del departamento de producción están directamente en contacto con el proceso y sus equipos. La **mano de obra de supervisión (MOS)**, como su nombre lo indica está encargada de supervisar el trabajo de la *mano de obra de operación*.

Es necesario aclarar que, al igual que muchos otros temas de la contabilidad empresarial, el cálculo detallado de lo que a un sistema productivo

le cuesta la mano de obra, es complicado¹⁴ y está sujeto a un marco normativo y procedimental que se actualiza con frecuencia, razón por la que suele requerir de la intervención de un contador especialista en el tema laboral. Sin embargo, en la evaluación de proyectos aplicaremos algunas simplificaciones que nos permitan realizar las estimaciones necesarias, con su respectivo margen de error.

Servicios auxiliares

Los **servicios auxiliares** (SA) son recursos necesarios en un sistema productivo para alcanzar las condiciones de operación como la temperatura, presión, etc. en un proceso. Los servicios auxiliares son recursos diferentes a las materias primas e insumos ya que estos últimos se incorporan y siempre forman parte de la esencia del producto ya sea que éste se encuentre “en proceso” o ya terminado. Por ejemplo, en una empresa que fabrica mermelada de fresa:

- Materias primas: Fresa, azúcar, agua de proceso.
- Insumos: ácido cítrico, pectina, conservador, frasco, etiquetas.
- Servicios auxiliares: vapor para calentar, agua para enfriar, aire comprimido para generar presión, vacío para generar succión, energía eléctrica, combustible como fuerza motriz, etc.

Después de los costos de las materias primas y la mano de obra, los **servicios auxiliares** son el tercer factor en importancia que impacta los **costos de producción**.

Regalías

La Real Academia Española define **regalías** de la siguiente manera: “participación en los **ingresos** o cantidad fija que se paga al propietario de un derecho a cambio del permiso para ejercerlo”¹⁵.

14 Para una aproximación al tema se recomienda consultar el video de YouTube “Cuánto cuesta tener a un trabajador” <<https://www.youtube.com/watch?v=FmWqnmnR6TY>>.

15 REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.ª ed., [versión 23.5 en línea]. <https://del.rae.es> [17 mayo 2020]

De acuerdo con Garza y Márquez (s.f.), dicha facultad emana de la teoría de la propiedad, y en México está presente en el Artículo 15-B del Código Fiscal de la Federación que establece lo siguiente:

Se consideran regalías, entre otros, los pagos de cualquier clase por el uso o goce temporal de patentes, certificados de invención o mejora, marcas de fábrica, nombres comerciales, derechos de autor sobre obras literarias, artísticas o científicas, incluidas las películas cinematográficas y grabaciones para radio o televisión, así como de dibujos o modelos, planos, fórmulas, o procedimientos y equipos industriales, comerciales o científicos, así como las cantidades pagadas por transferencia de tecnología o informaciones relativas a experiencias industriales, comerciales o científicas, u otro derecho o propiedad similar.

Así, podemos considerar que las **regalías** son el pago por utilizar un derecho sujeto a la protección de la **propiedad intelectual e industrial**. En el caso de proyectos industriales, muchas veces las **regalías** estarán asociadas al uso de **tecnologías con patente**.

Rentas

Es uno de los costos fijos asociados al departamento de producción. Tiene lugar cuando no es posible o conveniente comprar alguno de los activos que forman parte de la infraestructura del sistema productivo (por ejemplo: equipos de proceso, inmueble, equipos que proporcionan servicios auxiliares) y en su lugar se decide pagar por el uso temporal (renta) del mismo. El monto de la renta debe ser negociado con el propietario del activo y en su determinación suele considerarse el valor original del activo, la vida útil y años de uso de éste, la tasa de depreciación o amortización anual respectiva, así como el margen de ganancia establecido por el dueño. En el caso de terrenos y edificios, la renta anual suele ser del orden del 10% del valor de la propiedad objeto de alquiler.

Depreciaciones y amortizaciones

La **depreciación y la amortización de activos** son conceptos equivalentes cuya única diferencia es que la **depreciación (D)** se aplica a los activos tangibles, mientras que la **amortización (A)** a los activos intangibles. Lo que se entiende

por depreciación y(o) amortización depende de la óptica bajo la cual se esté observando el fenómeno:

Desde el punto de vista contable:

Tanto la **depreciación** como la **amortización** es un costo fijo que se suma a los **costos de producción** anuales. Soto et al. (1981, p. 191) justifican este costo contable debido a la disminución en el valor que van sufriendo los activos de un sistema productivo al paso del tiempo, “es como si cada producto fabricado se llevara consigo una parte del valor de la maquinaria hasta agotarlo” explicaba un viejo manual de la hoy extinta Secretaría de Programación y Presupuesto.

Desde el punto de vista financiero:

El objetivo de este mecanismo es que toda inversión privada sea recuperada por vía fiscal, independientemente de las ganancias que dicha empresa obtenga por ventas. Coincidiendo con esta acepción, en Soto et al. (1981, p. 238) se afirma que la depreciación puede ser vista como la recuperación de la inversión en activos durante la vida útil del proyecto.

Desde el punto de vista de la política fiscal para el fomento industrial:

La depreciación y amortización de activos puede ser vista como un medio para fomentar la integración progresiva de un fondo financiero (**fondo de depreciación y amortización**) que, al terminar la vida útil de un activo, se utilice para renovar o substituir dicho activo. Operativamente la forma de manejar este mecanismo de fomento es descontar este costo virtual de la utilidad del ejercicio anual, lo cual baja la base gravable de tal forma que disminuye el monto de los impuestos pagados por el **Impuesto sobre la Renta (ISR)**.

Sea cual sea la óptica que se aplique, la depreciación y amortización de activos puede deberse a causas: i) físicas —el uso cotidiano disminuye gradualmente su capacidad para efectuar la obra que originó su adquisición—; ii) funcionales —un cambio en la expectativa o necesidad en cuanto al servicio esperado hace decrecer su valor, aún si es capaz de llevar a cabo su propósito original—; iii) tecnológica —el desarrollo de nuevos y mejores métodos para llevar a cabo una función hace que los diseños anticuados pierdan valor—; iv) monetaria —un cambio en el poder de compra del dinero provoca una sutil pero definida depreciación de los activos—.

Mantenimiento y reparación

Se trata de otro de los costos fijos asociado al departamento de producción, cuyo monto se destina a cubrir los requerimientos (honorarios profesionales, herramientas y refacciones, renta de equipos especializados, lubricantes, etc.) para mantener en pleno funcionamiento al sistema productivo. De acuerdo con Soto et al. (1981, p. 190), su costo anual suele depender de las condiciones de operación, incluyendo presión, temperatura, reacciones de oxido-reducción, de las características de los materiales manejados y de la intensidad de operación de las instalaciones industriales.

Suministros de operación

Este costo fijo de producción incluye aquellos productos misceláneos que se requieren para operar eficientemente las plantas, pero que no forman parte de las materias primas, los insumos, los servicios auxiliares, o los materiales de mantenimiento y reparación. En este rubro se incluyen productos tales como materiales de limpieza y desinfección, artículos para protección y aseo de los operarios, etc.

Impuestos sobre la propiedad

Este impuesto depende de las leyes fiscales vigentes en cada entidad, por lo que la tasa impositiva aplicable a cada caso deberá determinarse consultando los lineamientos fiscales de la entidad en donde se proyecta localizar la planta industrial. En algunas áreas urbanas o muy desarrolladas, estos impuestos alcanzan una tasa de 4% anual sobre el valor actualizado de la infraestructura (inversión fija); en zonas menos desarrolladas dicha tasa puede obtener una reducción de entre dos a tres puntos porcentuales, llegando a encontrarse localidades donde con la intención de fomentar su desarrollo industrial, las autoridades establecen temporalmente una política fiscal que exime del pago de este impuesto, hasta por un período de cinco años a aquellas empresas que lleguen a instalarse en su territorio.

Seguros de la planta

Este costo fijo de producción considera los recursos financieros necesarios para contratar las salvaguardas necesarias que permitan recuperar o reponer la infraestructura del sistema productivo en caso de verse afectada por alguna contingencia o accidente. Su monto deberá cotizarse con los

proveedores de seguros y variará de acuerdo con el nivel de riesgo que represente su operación y con la disponibilidad de medios de protección.

Costos fijos de operación

Soto et al. (1981, p. 192) afirman que estos costos están relacionados con los servicios a la planta y se utilizan en cosas tales como seguridad industrial, coordinación y servicio a empleados (comedor, casilleros, transporte) empaclado, almacenamiento, control de calidad, etc.

5.2.2.2 Gastos generales

A continuación, se presenta una lista con los *gastos generales* más comunes en los sistemas productivos, indicando en cada caso, bajo la misma lógica seguida en los costos de producción, si su comportamiento corresponde al de un gasto variable o fijo, así como la forma de estimarlos.

Gastos generales variables

- Gastos administrativos (se pueden estimar como un % de los ingresos por ventas).
- Gastos de distribución y ventas (se pueden estimar como un % del costo de producción).
- Gastos de investigación y desarrollo (se pueden estimar como un % de los ingresos por ventas).
- Varios e imprevistos (se pueden estimar como un % del costo de producción).

Gastos generales fijos

- Gastos financieros (se deben calcular).

A continuación, revisaremos con mayor detenimiento estos rubros para ubicar el destino de estos gastos generales (variables y fijos). Posteriormente, en la tercera sección del libro, se revisará los métodos para estimar el monto asociado a cada uno de éstos.

Gastos Administrativos (GA)

En este rubro quedan comprendidos desembolsos para el alquiler de locales y transportes, gastos de viáticos y pasajes, cuotas y suscripciones, papelería, conservación de equipos de oficina, correos, etc.

Otro tanto puede destinarse para gastos de conservación del equipo de oficina y pago de ciertos servicios como teléfonos, cómputo, etc.

Gastos de comercialización y venta (CyV)

Estos gastos incluyen gastos de **mercadotecnia**, **publicidad**, pagos y **comisiones** a vendedores, así como la administración del departamento de ventas.

Los **gastos de comercialización y venta** dependen mucho del tipo de producto y consecuentemente de las características del consumidor, así también de los medios de distribución.

La estimación precisa de los **gastos de comercialización y venta** reviste una gran complejidad, aun cuando se hayan recogido significativos antecedentes en relación con el estudio de mercado. Es un error muy común subestimar este tipo de gastos: al pensar que habiendo mercado basta con producir y que las ventas se realizarán automáticamente. Una consulta a despachos de mercadotecnia y publicidad ayudará a la estimación de este rubro.

Gastos de investigación y desarrollo (IyD)

Los **gastos en investigación y desarrollo** permiten mantener la vigencia y competitividad de los sistemas productivos ante un mundo dinámico que se transforma y renueva cada vez más rápidamente.

Si bien la incluye, los **gastos en investigación y desarrollo** no sólo se refiere a procesos, tecnología y manufacturas, sino que se extiende a todas las áreas de la empresa: diseño de nuevos productos y empaque, mejoras a los equipos, adecuación de procedimientos, identificación de tendencias e innovación de mercados y mecanismos de comercialización, etc.

Gastos financieros (GF)

Los **gastos financieros** son el pago de los intereses asociados a los préstamos solicitados a algún banco u cualquier otra fuente de financiamiento.

Se podría hacer un paralelismo para afirmar que los **gastos financieros** son una especie de renta asociada a utilizar un dinero o capital financiero que no nos pertenece. Durante el tiempo que se mantenga el capital en uso, el préstamo estará vigente, obligando al prestatario, a través de un contrato de prestación de servicio, a pagar intereses (renta) al prestamista.

Gastos imprevistos (GI)

Este apartado funciona como una reserva (en ocasiones llamado factor del miedo) para **imprevistos**, es decir para solventar todos aquellos gastos no previstos durante la planeación.

5.3 Egresos durante la etapa de desmantelamiento y liquidación del sistema productivo

Al término de la vida útil del sistema productivo, éste entra en fase de desmantelamiento y liquidación, generando una serie de gastos, como por ejemplo: liquidación del personal, desmantelamiento de la infraestructura, remediación del suelo, trámites legales y notariales, entre otros.

Una encuesta de la Asociación de Emprendedores de México (ASEM) revela que de los emprendedores que han cerrado una empresa, sólo 12.3% formalizó el trámite de cierre ante notario. Las razones principales indicadas por los emprendedores para este incumplimiento son la falta de información y orientación sobre el trámite, así como el elevado costo, las complicaciones e incluso la corrupción implícita en el procedimiento (Pineda 2018).

Las acciones que deberán realizarse durante la etapa de desmantelamiento y liquidación de un sistema productivo varían de acuerdo con la razón social, complejidad y tamaño del sistema productivo en cuestión. A grandes rasgos Peña (2020) señala:

En el caso de personas físicas, se debe liquidar todas las deudas pendientes, tanto con proveedores como con trabajadores y dirigirse al Sistema de Administración Tributaria y al Instituto Mexicano del Seguro Social para dejar de tener obligaciones fiscales y laborales. En este caso los costos de cerrar sólo serán los adeudos que se tengan, más los honorarios del gestor que ayude con los trámites de cierre.

En el caso de las sociedades, la complejidad es mayor y los costos dependen del tamaño de la empresa y sus deudas. Cuando el cierre es acordado por los socios, deberá darse de baja las obligaciones fiscales (Sistema de Administración Tributaria) y laborales (Instituto Mexicano del Seguro Social). Acto seguido se deberá proceder a la liquidación (acuerdo para dividir las deudas y los activos sobrantes, dejando el balance en cero) y la disolución de la empresa, mediante una escritura pública a la que se le adjunta el balance de liquidación y la adjudicación a cada uno de los socios según su participación.

En el decreto aprobado por el Congreso de la Unión y publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 24 de enero de 2018, mismo que entró en vigor el 25 de julio del mismo año, se reformó y adicionaron diversas disposiciones de la Ley General de Sociedades Mercantiles. La intención de la reforma fue facilitar el procedimiento de liquidación y disolución de empresas establecidas en México que cumplan con los siguientes requisitos: que los socios o accionistas sean personas físicas; que no tengan un objetivo ilícito; no haber realizado operaciones ni emitido facturas electrónicas en los últimos dos años; estar al corriente con las obligaciones fiscales, laborales y de seguridad social; no estar sujeta a concurso mercantil; que sus representantes legales no estén sujetos a procedimientos penales por delitos fiscales o patrimoniales; no ser integrante del sistema financiero (por ejemplo: bancos, casas de bolsa, aseguradoras, calificadoras de crédito) y haber publicado su estructura accionaria vigente en el Sistema Electrónico de Publicaciones de Sociedades Mercantiles.

De cumplirse los requisitos anteriores y con base en el artículo 249 Bis 1 de la citada Ley, los procedimientos de liquidación y disolución podrán realizarse de manera gratuita, en línea y en el lapso de dos meses máximo, conforme a lo siguiente: (DOF, 2018):

I.- La totalidad de los socios o accionistas acordarán mediante asamblea la disolución y liquidación de la sociedad, declarando bajo protesta de decir verdad, que se ubican y cumplen con las condiciones a que se refiere el artículo 249 Bis de esta Ley, y nombrarán al liquidador de entre los socios o accionistas. Este acuerdo deberá suscribirse por todos los socios o accionistas, constar en acta de disolución y liquidación

y publicarse en el sistema electrónico establecido por la Secretaría de Economía previsto en el artículo 50 Bis del Código de Comercio, a más tardar dentro de los 5 días hábiles siguientes a la fecha de la asamblea de la disolución y liquidación, en ningún caso se exigirá el requisito de escritura pública, póliza, o cualquier otra formalidad adicional a la contemplada en este párrafo;

II.- Una vez publicado el acuerdo, la Secretaría de Economía verificará que el acta de disolución y liquidación de la sociedad cumpla con lo establecido en la fracción anterior y, de ser procedente, lo enviará electrónicamente para su inscripción en el Registro Público de Comercio de conformidad con lo dispuesto en el artículo 10 Bis 1 del Reglamento del Registro Público de Comercio;

III.- Los socios o accionistas entregarán al liquidador todos los bienes, libros y documentos de la sociedad a más tardar dentro de los 15 días hábiles siguientes a la fecha de la asamblea de la disolución y liquidación;

IV.- El liquidador llevará a cabo la distribución del remanente del haber social entre los socios o accionistas de forma proporcional a sus aportaciones, si es que lo hubiere en un plazo que no excederá los 45 días hábiles siguientes a la fecha de la asamblea de la disolución y liquidación;

V.- Los socios o accionistas entregarán al liquidador los títulos de las acciones a más tardar dentro de los 15 días hábiles siguientes a la fecha de la asamblea de la disolución y liquidación;

VI.- Una vez liquidada la sociedad, el liquidador publicará el balance final de la sociedad en el sistema electrónico establecido por la Secretaría de Economía previsto en el artículo 50 Bis del Código de Comercio, que en ningún caso podrá exceder a los 60 días hábiles siguientes a la fecha de la asamblea de la disolución y liquidación, y

VII.- La Secretaría de Economía realizará la inscripción de la cancelación del folio de la sociedad en el Registro Público de Comercio de conformidad con lo dispuesto en el artículo 10 Bis 1 del Reglamento del Registro Público de Comercio y notificará a la autoridad fiscal correspondiente.

Tercera parte

Estimación de la magnitud de los
movimientos financieros a lo largo del
ciclo de vida de un sistema productivo

En esta TERCERA PARTE del libro se retomarán aquellos ingresos y egresos que fueron descritos y ubicados en la SEGUNDA PARTE, para ahora ofrecer al lector algunos métodos y modelos que le permitan estimar sus montos monetarios o magnitudes en un proyecto de inversión.

Puesto que el cálculo preciso de las inversiones y egresos de operación requiere de mucho tiempo, dinero y esfuerzo, ese grado de precisión se reserva para el nivel de estudio conocido como definitivo. Sin embargo, para poder realizar los estudios financieros en los niveles perfil, pre-factibilidad y factibilidad será necesario contar con métodos que estimen el monto de estas importantes erogaciones en los proyectos.

La estimación debe adecuarse al nivel en que se esté llevando a cabo los estudios de la formulación-evaluación-selección de proyectos, pues no tendría sentido realizar un estimado muy fino en los **estudios financieros**, cuando el soporte de los estudios de **mercado**, **técnico** y tecnológico (**ingeniería de procesos** e **ingeniería de proyectos**) que lo precedieron no es igualmente fino.

Tomado de la matriz de descriptores de la administración de proyectos (Arteaga y González, 2003, p. 31), en la siguiente tabla se presentan los diferentes grados de exactitud de los estimados de **inversiones** y **costos** para los diferentes niveles de estudio de la formulación-evaluación-selección de proyectos, así como el soporte tecnológico y de ingeniería que le dan respaldo:

Tabla 16. Precisión de las estimaciones financieras en los diferentes niveles de estudio			
Nivel de estudio	Exactitud estimada	Ingeniería	Respaldo tecnológico
Perfil	± 50 - 100%	Preliminar	Revisión bibliográfica
Prefactibilidad	± 30%	Conceptual	Trabajo experimental
Factibilidad	± 15%	Básica	Pruebas en planta piloto
Definitivo	± 5%	Detalle	Pruebas industriales

Fuente: adaptación propia a partir de Soto et al. (1981, pp. 166 y 167)

A los estimados realizados para un estudio a nivel de **perfil** también se les conoce como de “orden de magnitud”, los cuales si bien dan una idea preliminar con una exactitud baja, requieren de poca información para su cálculo, siendo preponderante la **capacidad de producción de la planta**. Por esta razón este estimado resulta económico y se utiliza para decisiones ejecutivas basadas en la **rentabilidad** de un proyecto.

En el nivel de **prefactibilidad**, a los estimados se les conoce como “de estudio”. En su caso se requiere de la siguiente información: **características y calidad de las materias primas, los insumos y el producto terminado, preselección de la tecnología** e información de **tamaño de equipos principales, edificios**, etc. Si bien el costo de realizarlos aumenta, su exactitud permite utilizarlo para seleccionar entre diferentes alternativas de inversión.

A los estimados realizados para un estudio a nivel de **factibilidad** también se les conoce como “preliminares”. Su exactitud mejora, siendo ahora del orden del $\pm 15\%$, por lo que requieren de información adicional sobre el proyecto: **localización especificada, tipo y tamaño de edificios y equipo, distribución de áreas, diagramas de flujo**, etc., en general la **ingeniería básica** del proyecto se usa para la asignación preliminar de fondos al proyecto.

Cuando el estudio y sus estimados se basan en información completa sobre el proyecto se les conoce como “**definitivos**”, siendo ahora sus requerimientos: **capacidad definitiva**, aprobación para efectuar el proyecto, compra de tecnología, **ubicación precisa de la planta, necesidades definitivas de servicios, diagramas de flujos finales, especificación de equipos, proyecto arquitectónico**, etc., en general la **ingeniería de detalle** completa. Este tipo de estudios se usa al momento de solicitar la aprobación de fondos para el proyecto.

Una vez tomada la decisión de invertir el capital financiero en el proyecto, más que hablar de una estimación se habla de un control del presupuesto durante la construcción del sistema productivo. Este cálculo **detallado** se reserva para cuando ya se cuenta con el **plan de ejecución de la obra** y se requiere conocer: **cotizaciones del terreno, los equipos, activos tangibles e intangibles**, así como del presupuesto de la **puesta en marcha del proceso**.

El orden en el que en esta sección serán presentados los métodos de estimación de ingresos y egresos, sigue la lógica de las tres etapas por la que atraviesa un sistema productivo a lo largo de su ciclo de vida (figura 2): diseño, operación y desmantelamiento-liquidación.

En el capítulo 6 se presentan los métodos y modelos de estimación asociados a la etapa de diseño:

- Egresos
 - Inversión fija (sección 6.1).
 - Equipos principales de proceso.
 - Activos tangibles e intangibles.
 - Terreno.
 - Capital de trabajo (sección 6.2).
 - Arranque.
 - Salvaguardas.

En el capítulo 7 se presentan los métodos y modelos de estimación asociados a la etapa de operación:

- Ingresos (sección 7.1).
 - Ventas.
 - Productos financieros.
- Egresos.
 - Egresos de operación (sección 7.2).
 - Costos de producción.
 - Gastos generales.
 - Reinversiones (sección 7.3).
 - Activos.
 - Capital de trabajo.

En el capítulo 8 se presentan los métodos y modelos de estimación asociados a la etapa de desmantelamiento-liquidación:

- Ingresos.
 - Valor de rescate (sección 8.1).
- Egresos (sección 8.2).

Antes de presentar los métodos de estimación de ingresos y egresos conviene aclarar que en éstos no será considerado ni el pago ni el cobro del Impuesto al Valor Agregado (IVA). Esto es así debido a que con respecto a dicho impuesto, el sistema productivo actúa sólo como intermediario ya que lo traslada al Sistema de Administración Tributaria. Al momento de realizar su declaración de impuestos, el sistema productivo realizará la compensación, calculando la diferencia entre el IVA cobrado y el pagado, pudiendo ésta resultar a favor o en contra, en cuyo caso se procederá a abonar o descontar dicha diferencia. Así, para evitar la complicación de incluir en las estimaciones tanto el cobro como el pago del IVA, se va a suponer que la diferencia entre ambos es igual a cero. Si bien en el caso de la compra de activos muy onerosos (bienes de capital que conforman la infraestructura del sistema productivo) este supuesto no se cumple del todo, el impacto real de la diferencia suele ser poco significativo, por lo que no será considerado durante el análisis de rentabilidad de los sistemas productivos.

Capítulo 6

Estimaciones para la etapa de diseño

6.1 Inversión fija

Existen varios métodos para la estimación de la inversión fija, en este libro se presentará el Método de Lang que tiene como base de cálculo la estimación previa de la sumatoria del **costo** de los **equipos principales de proceso** (Σ CEPP).

En un proceso productivo, los **equipos principales de proceso** son aquellos activos diseñados para llevar a cabo una o más de las operaciones unitarias¹⁶ que, siguiendo una secuencia determinada, transforman las materias primas, pasando por varios estadios intermedios de “productos en proceso”, hasta obtener finalmente el producto terminado.

En el departamento de producción de un sistema productivo, usualmente se cuenta con múltiples equipos, sin embargo, no todos ellos cumplen con los atributos para ser catalogados como **equipos principales de proceso**. Para determinarlo es necesario responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Atraviesan por el equipo las materias primas e insumos en su proceso de transformación?
2. En su paso por el equipo, ¿las materias primas e insumos sufren una transformación (física, química, biológica o intelectual) significativa?

¹⁶ Unidad de proceso básico, que supone una transformación, ya sea física, química, biológica, intelectual o aún social.

3. ¿El equipo en cuestión mantiene una interconexión con otros *equipos principales de proceso*?
4. Para el adecuado funcionamiento del equipo ¿se requiere del uso de tubería, instrumentación, aislamiento, etc.?

Aquellos equipos para los que las respuestas a las cuatro preguntas anteriores resultaron afirmativas, sin lugar a duda deben ser catalogados como *equipos principales de proceso*. Aquellos otros equipos para los que habiendo obtenido una respuesta afirmativa a la pregunta #1, obtengan respuesta afirmativa también para alguna de las otras tres preguntas, podríamos considerarlos como buenos candidatos a ser catalogados también como *equipos principales de proceso*. Sin embargo, aquellos otros equipos que de entrada no obtienen una respuesta afirmativa para la pregunta #1, no importando si obtienen o no respuestas afirmativas para las preguntas 2, 3 y 4, no deberán ser catalogados como *equipos principales de proceso*.

Las tolvas y las bandas transportadoras son ejemplos de equipos de proceso que, si bien cumplen con el requisito marcado en la pregunta #1, no siempre cumplen claramente con los requisitos expresados en las preguntas 2, 3 y 4. En el caso de algunas bandas podría resultar evidente que realizan algún tipo de transformación, por ejemplo: limpieza, clasificación, selección, etc. o bien que mantienen una interconexión con otros equipos principales de proceso, razón por la que quedará a criterio del analista de proyectos el decidir si se incluyen o no en el listado de *equipos principales de proceso*.

6.1.1 Estimación del costo de los equipos principales de proceso

Comencemos por aclarar que los equipos de proceso no se compran para satisfacer las necesidades de un año en particular, para luego tener que comprar un nuevo equipo al siguiente año. Si bien, se puede considerar ampliar la capacidad de la planta en alguno de los períodos intermedios de la operación del sistema productivo, lo más común es comprar, durante el período de diseño, los equipos de un tamaño tal que respalden el programa de producción definido para toda la etapa operativa del sistema productivo.

Las decisiones sobre la “capacidad o tamaño” de los equipos normalmente requieren de un análisis detallado que involucra muchos factores, sólo por mencionar algunos: disponibilidad de tamaños en el mercado, economía de escala, consideraciones sobre flexibilidad en el proceso y en el volumen de producción, factor de uso de la capacidad instalada, costo de oportunidad de los recursos financieros. Generalmente dichos factores, o al menos algunos de ellos son consideraciones que se estudian al realizar la **optimización del proceso**.

Usualmente se eligen equipos en el rango de tamaño que ofrecen los proveedores en el mercado y se evita (salvo casos excepcionales) que se tenga que diseñar uno exactamente de la capacidad requerida. Es por ello por lo que la selección final de los equipos no siempre se ajusta al volumen que se estimó con base en un volumen de producción que busca satisfacer una demanda específica del mercado. Finalmente se trata de determinar la opción más económica, aunque siempre supeditada a que ésta también resulte viable, eficaz y eficiente. Una opción interesante por explorar sería considerar la compra de varios equipos cuya suma de capacidades cubra los requisitos del volumen de producción establecido. Otra alternativa, podría ser el comprar equipos pequeños y aumentar el número de turnos en que se labora en el sistema productivo. La decisión dependerá de un análisis económico que considere el costo adicional de la mano de obra vs el costo de inversión y financiero asociado a la compra de los equipos.

Para proceder a estimar el costo de los **equipos principales de proceso** es necesario contar previamente con un listado completo de éstos, así como con los documentos de diseño conocido como **hoja de datos y especificaciones del equipo**. Estos últimos documentos se elaboran como parte de la **ingeniería del proyecto** y deben contener toda la información técnica que será necesaria al momento de solicitar cotizaciones, ya sea con proveedores nacionales o extranjeros, y contrastar éstas buscando aquellas cuyos productos y condiciones cumplen de mejor manera con los requerimientos del proyecto.

Si bien siempre será deseable obtener una cotización directamente con los proveedores, en la que se especifique el costo, así como las condiciones de adquisición de cada uno de los equipos principales de proceso, no siempre esta alternativa resulta lo suficientemente expedita, por lo que en ocasiones

resulta necesario recurrir a métodos alternos para la estimación del costo de los **equipos principales de proceso**.

6.1.1.1 Métodos gráficos

En la literatura especializada se reportan varias iniciativas que han generado gráficas para la estimación genérica, a nivel perfil o prefactibilidad, del costo de diversos tipos de equipos de proceso. Dichas gráficas usualmente utilizan un plano cartesiano con escala logarítmica en donde el costo del equipo (eje de las ordenadas, y) se presenta como una función de la capacidad o tamaño de éste (eje de las abscisas, x). Dicho costo se suele reportar en condiciones libre a bordo en planta de origen, en dólares americanos y para un año de referencia específico, por lo que será necesario recurrir a:

- Índices del tipo Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI), Mashall y Swifft (M&S) para actualizar el costo (en U\$S) que un equipo equivalente tendría en el año en que se desea hacer la estimación (“modelo para escalar el costo de equipos en el tiempo” en la sección 6.1.1.2).
- La relación de la paridad peso/dólar (MX\$/U\$S) respectiva para convertir el valor de dólares americanos a pesos mexicanos (sección 1.5).

6.1.1.2 Métodos para la actualización por capacidad y tiempo

En aquellos casos en que se cuenta con una cotización previa de algún equipo similar a aquel que se busca estimar su costo, es posible utilizar los siguientes modelos de ajuste para escalar, por capacidad y tiempo, el **costo de equipos de proceso**.

Modelo para escalar el costo de equipos de proceso por capacidad

Este modelo permite **estimar el costo** de un equipo de capacidad “B” cuando se cuenta con información sobre el costo de un equipo similar, pero de capacidad diferente.

$$\text{\$ Eq B} = \text{\$ Eq A} \cdot \left(\frac{CB}{CA}\right)^n \text{ --- Ec. 6.1}$$

donde:

$\$ Eq A = \text{Costo del equipo de capacidad "CA"}$

$\$ Eq B = \text{Costo del equipo de capacidad "CB"}$

$CA = \text{Capacidad "A" del equipo}$

$CB = \text{Capacidad "B" del equipo}$

$n = \text{Factor de escalamiento del equipo por capacidad}$

Los valores del factor de escalamiento “n” son específicos para cada tipo de equipo (molinos, tanques, centrífugas, etc.) y se pueden encontrar valores reportados en la literatura (p. ej. Aries and Newton, *Chemical Engineering Cost Estimation*; G. D. Ulrich, *Procesos de Ingeniería Química*; Popper, *Modern Cost Engineering Techniques* o en revistas como *Chemical Engineering*). Cuando no se tiene acceso a estas fuentes, puede emplearse una simplificación mayor en la que $n = 0.6$.

Cabe aclarar que este modelo sólo escala el costo de equipos como una función de su capacidad, por lo que la estimación resultante “\$ Eq B” se debe entender como lo que hubiera costado un equipo de capacidad “B” en el mismo año en que fue realizada la cotización del equipo de capacidad “A”. Por esta razón usualmente es necesario complementar el escalamiento como función de la capacidad utilizando un modelo para la actualización en el tiempo del costo de equipos de proceso.

Modelo para escalar el costo de equipos de proceso en el tiempo

La siguiente ecuación resulta de utilidad al momento de requerir actualizar en el tiempo la estimación de monto de inversión en equipo de proceso:

$$U\$S_{año Y} Eq = U\$S_{año X} Eq \cdot \left(\frac{índice_{año Y}}{índice_{año X}} \right) \quad - - - \text{Ec. 6.2}$$

donde:

$U\$S_{año Y} Eq = \text{costo del equipo en dólares estadounidenses del año Y}$

$U\$S_{año X} Eq = \text{costo del equipo en dólares estadounidenses del año X}$

$índice_{año Y} = \text{índice del año "Y" para actualizar los costos de equipos}$

$índice_{año X} = \text{índice del año "X" para actualizar los costos de equipos}$

Existen varias colecciones de índices específicos, basados en el registro y análisis regular de datos históricos sobre costos y que resultan de gran utilidad al momento de actualizar el costo de plantas químicas industriales o equipos de proceso. Los índices más utilizados son: *Marshall y Swift (M&S)* basado en costos de equipos de proceso y publicado en la revista *Chemical Engineering*; el *Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)* basado en costos de plantas de proceso y también publicado en la revista *Chemical Engineering*; el *Engineering News Records (ENR)* que están basados en el costo de la mano de obra y los materiales de construcción, publicado en la revista del mismo nombre y el *Nelson Refinery* que aparece publicado en el *Oil and Gas Journal* y está basado en costos de refinerías de petróleo.

Para obtener el valor actualizado para el “año y” (usualmente en el futuro) del índice correspondiente, es necesario analizar alguna serie de tiempo que reporte valores históricos del índice, para luego, a partir del modelo de ajuste resultante (línea, exponencial, polinomial, etc.), realizar una extrapolación.

6.1.1.3 Métodos que utilizan programas computacionales

La simulación de procesos es de gran utilidad en el diseño y operación de sistemas productivos ya que permite modelar y estudiar, virtualmente y desde varias perspectivas, el desempeño de procesos, equipos y plantas industriales completas.

En el blog *Software de Simulación para la Ingeniería Química WordPress.com* se realiza una revisión de las características de algunos softwares útiles para la simulación de procesos (Pro II, Fortran, Matlab, Simulink, Aspen plus, Hysys, Chemcad, Chemsep, Arena) que se ofertan en el mercado. A continuación, se reproducen algunos textos encontrados en dicho blog (Rosaelena, 2013):

La simulación es una herramienta importante para la ayuda de toma de decisiones en el diseño, operación y optimización de procesos químicos... es la solución de las ecuaciones de balance de materia y energía para procesos químicos en estado estacionario o dinámico. Así como del dimensionamiento, obtención de costos de los equipos involucrados en un proceso... [y]... la evaluación preliminar del proceso.

El desarrollo de simuladores de procesos a nivel mundial se ha desenvuelto a pasos agigantados. Principalmente debido a tres aspectos: a) computadoras con procesadores de mayor velocidad, interfaces que facilitan el manejo de gráficos, almacenamiento de gran cantidad de datos, b) lenguajes de programación estructurados que facilitan que con pocas sentencias permiten se realicen de forma más eficiente la solución de sistemas de ecuaciones y la misma simulación, c) el cálculo de propiedades de mezclas y componentes con menor desviación de los datos obtenidos experimentalmente.

6.1.2 Método de factores de Lang para estimar la inversión fija

El método de Lang utiliza la sumatoria del costo de los **equipos principales de proceso** (Σ CEPP) como base de cálculo para aplicar una serie de factores para estimar de forma desglosada **la inversión fija**, es decir, el monto que será necesario erogar en la compra y construcción de los principales activos tangibles e intangibles del sistema productivo. El método permite utilizar factores diferenciados para los casos en que la empresa procese a) sólidos, b) sólidos y líquidos o c) fluidos (tabla 17).

Tabla 17. Listado de activos tangibles e intangibles del método de Lang.

Tipo de activo	Activo		Tipo de empresa					
			Sólidos		Sólidos-Líquidos		Fluidos	
Tangible	Costo equipo principal de proceso		100%	1	100%	1	100%	1
Intangible	Transportes, seguros, impuestos, derechos aduanales	Nacional	5%	0.05	5%	0.05	5%	0.05
Intangible		Importados	30%	0.3	30%	0.3	30%	0.3
Intangible	Gastos de instalación (costo de instalación)		35%	0.35	30%	0.3	35%	0.35
Tangible	Tuberías		10%	0.1	30%	0.3	60%	0.6
Tangible	Instrumentación		5%	0.05	15%	0.15	30%	0.3
Tangible	Aislamiento		5%	0.05	5%	0.05	10%	0.1
Tangible	Instalación eléctrica		10%	0.1	15%	0.15	15%	0.15
Tangible	Edificios y sus servicios*		Ingeniería de proyecto					
Tangible	Terreno y acondicionamiento*		Ingeniería de proyecto					
Tangible	Instalaciones que generan servicios auxiliares e implementos de planta.		20%	0.2	30%	0.3	40%	0.4
Intangible	Ingeniería y supervisión de construcción		55%	0.55	65%	0.65	75%	0.75
Intangible	Imprevistos		55%	0.55	60%	0.6	65%	0.65
Tangible	Equipo para tratamiento de residuos**		Ingeniería de procesos					
Tangible	Autotransportes**		Cotización directa en concesionaria					

* Estos factores incluidos desde el método original han quedado obsoletos, por lo que lo que el costo del activo deberá estimarse a partir de referencias más actuales que se encuentran en la literatura.

** Estos factores han sido adicionados ya que no están incluidos en la propuesta original del método.

Fuente: Soto Rodríguez, H., Espejel Zavala, E., & Martínez Frías, H. F. (1981, pp. 170 y 171).
La formulación y evaluación técnico-económica de proyectos industriales. 3ra ed.
 Fondo de Equipamiento Industrial.

Antes de aplicar el método de Lang será necesario estimar el costo de todos y cada uno de los equipos principales de proceso. Para ello será necesario:

- Con base en el **diagrama de flujo del proceso**, integrar un listado en el que se especifican la cantidad, la capacidad y las características necesarias para los **equipos principales de proceso** del sistema productivo.
- Integrar las **hojas de datos de los equipos de proceso** con todas sus características técnicas y comerciales.
- Cotizar con sus proveedores respectivos el costo de cada uno de los equipos incluidos en el listado anterior.
- Sumar los costos de adquisición de cada uno de los equipos anteriores para obtener su sumatoria (Σ CEPP).

Dentro del método, el factor “instalaciones necesarias para generar servicios auxiliares e implementos de planta” se refieren a equipos encargados de generar o adaptar los servicios auxiliares (agua, gas, vapor, corriente eléctrica, etc.). Si bien estos equipos son muy comunes e indispensables en la actividad industrial, no se clasifican como parte de aquellos equipos que hemos catalogado como equipos principales de proceso. Esto es así, debido a que en realidad nunca entran en contacto directo con las materias primas, el producto en proceso o el producto terminado. Como ejemplos de este tipo de instalaciones se puede citar, entre otros: calderas (genera vapor o agua caliente), subestación eléctrica (transforman la energía eléctrica) y los *chiller* (enfriadores de agua u otros líquidos).

Debido a que algunos factores del método original de Lang han perdido vigencia para estimar el costo de algunos activos de la inversión fija, o incluso a que en su momento no fueron considerados, se recomienda obtener cotizaciones directas o estimaciones de los siguientes activos:

- **Terreno** (metros cuadrados multiplicados por el costo unitario metro cuadrado).
- **Edificios y sus servicios** (metros cuadrados multiplicados por el costo unitario metro cuadrado).
- **Autotransportes de insumos y productos.**
- **Planta de tratamiento de residuos.**

Para calcular el costo del terreno y de la nave industrial (edificios y sus servicios) es necesario primero definir el proceso y sus requerimientos de espacios (m² de áreas blancas, grises y negras¹⁷), así como los m² asociados a otros espacios del sistema productivo (bodegas, oficinas, áreas de personal, patios de maniobra, estacionamientos, áreas verdes, barda perimetral, etc.). Posteriormente será necesario multiplicar los m² asociados al terreno, así como a las diferentes áreas resultantes en el diseño por el costo por metro cuadrado respectivo. En el caso de la obra civil, es común que el costo por m² ya incluya las instalaciones necesarias para la conducción de los servicios (agua, corriente eléctrica, etc.) que se utilizarán en dicho edificio.

La responsabilidad ambiental cada vez más exigente (sea por convicción propia o bien por presiones sociales o legales), es una de las tendencias que desde los años setenta han moldeado la actividad empresarial. Antes de poder estimar el costo asociada a la infraestructura necesario para el tratamiento de los residuos, será necesario definir o diseñar los sistemas de tratamiento que, considerando el volumen y características de los residuos, así como la normatividad vigente, será necesario considerar como parte de la infraestructura del sistema productivo.

Con respecto a los autotransportes son muchos los aspectos a considerar, entre otros: ¿qué se va a transportar?, ¿qué cantidad (peso y volumen) está implicado?, ¿con qué frecuencia se va a requerir?, ¿qué distancia va a recorrer?, y ¿qué requerimientos particulares son necesarios para el transporte (refrigeración, manejo de productos frágiles, etc.) de acuerdo con la naturaleza de los materiales a transportar?, ¿qué características debe tener el transporte considerando los requerimientos de carga y descarga del mismo? Una vez que se tengan respuestas a estas y otras preguntas pertinentes, se deberá elegir entre las alternativas existentes en el mercado y cotizar su costo con los proveedores.

17 Esta terminología hace referencia a las condiciones de higiene y sanitarias requeridas para los diferentes espacios e instalaciones dentro de un sistema productivo. Un área blanca suele tener los requerimientos sanitarios más estrictos y por lo mismo estándares de construcción y costos más elevados; un área negra, en el otro extremo, tendrá los requerimientos sanitarios más laxos y por lo mismo su costo será menor; por último, las áreas grises que usualmente separan a las áreas blancas de las negras tienen condiciones sanitarias, de construcción y financieras intermedias.

6.2 CAPITAL DE TRABAJO

El arranque de la planta productiva y la integración de las salvaguardas conforman las actividades pre operativas del sistema productivo, mismas que tienen lugar al final del período de diseño. Para solventar estas actividades es que se integra el capital de trabajo.

Para dimensionar el monto de capital financiero necesario para cada uno de los seis elementos del capital de trabajo se requiere tener una estimación —ya sea en base anual, mensual o diaria— de los costos de producción (CP) y los gastos generales (GG) pre operativos y realizar las conversiones necesarias para ajustarse a los requerimientos particulares del proyecto en cuestión o bien considerar las siguientes recomendaciones que ofrece Soto et al. (1981, pp. 172 a 175):

- IPP → [\$año 0] arrancar la producción = \$CP durante el tiempo que dura el ciclo arranque.
- IPT → [\$año n] elaborar producto que respalde un mes de ventas del período $n+1 = \$CP/\text{mes}$.
- IMPI → [\$año n] comprar materia prima e insumos requeridos en un mes del período $n+1 = \$MP \text{ e } I/\text{mes}$.
- EC → [\$año n] mantener la operación (sin considerar la materia prima) del sistema productivo durante un mes del período $n+1 = [\$CP \text{ (sin materia prima)} + \$GG]/\text{mes}$.
- CXC → [\$año n] elaborar/vender a crédito el producto de un mes del período $n+1 = [\$CP + \$GG]/\text{mes}$.
- CXP → [\$año n] ahorro temporal de un mes de compra a crédito de MP e I año 1 = $CMPI/\text{mes}$.

6.2.1 Inventario de producto en proceso (IPP)

Para estimar la cantidad de capital financiero que se requerirá en este inventario, es necesario tomar en cuenta que los materiales en proceso van adquiriendo valor conforme avanza el proceso, por lo que para simplificar su cálculo, Soto et al. (1981, p. 173) proponen considerar aquella cantidad de capital financiero que se requiere para mantener funcionando

el departamento de producción el tiempo que dure el ciclo de arranque completo del proceso productivo.

Asumiendo que se conoce, o se puede calcular, el **costo de producción anual en el año de arranque** (costo pre-operativo) se podría formular el siguiente modelo de cálculo:

$$\$ IPP = \left(\frac{\$ CP}{\#dta} \right) \cdot \#dca \quad - - - \text{Ec. 6.3}$$

donde:

$\$ IPP$ = Estimado de inversión para el inventario de producto en proceso

$\$ CP$ = Estimación del costo anual de producción en el año de arranque” (costo pre-operativo)

$\#dta$ = Número de días que se trabajan al año

$\#dca$ = Número de días que dura el ciclo de arranque del proceso

El ciclo de arranque se considera desde que se alimentan por primera vez a los equipos de proceso de materias primas e insumos y hasta que se obtiene la primera unidad de producto terminado, ya con todas las características y condiciones para poder ofrecerlo para su venta. Para determinar su duración es necesario conocer muy bien el proceso productivo, es decir la secuencia y duración de las operaciones unitarias involucradas, así como los equipos y condiciones de operación (temperatura, presión, acidez, viscosidad, etc.) que se requieren en cada una de éstas.

Dependiendo de la naturaleza del producto en cuestión, este ciclo inicial puede tener una duración de apenas un par de horas o bien, en procesos que involucran operaciones unitarias complejas (por ejemplo, una fermentación o un proceso de maduración) tardar varios días, pudiendo llegar a semanas, meses o incluso años, por ejemplo, en la elaboración de bebidas alcohólicas añejadas.

Una vez que el sistema productivo ha arrancado es deseable mantener la operación continua del proceso (usualmente con ciclos más cortos y optimizados), ya que de tener que arrancar de nuevo, se incurriría en gastos adicionales de tiempo y recursos.

6.2.2 Inventario de producto terminado (IPT)

Asumiendo que se conoce o se puede calcular el **costo de producción anual en el año de arranque** (costo pre-operativo) (\$CP) se podría formular el siguiente modelo de cálculo:

$$\$ IPT = \left(\frac{\$ CP}{12} \right) \text{ --- Ec. 6.4}$$

donde:

$\$ IPT$ = Estimado de inversión para el inventario de producto terminado

$\$ CP$ = Costo anual de producción (costo pre-operativo)

Para comprender mejor la lógica que soporta a este modelo de estimación, es preciso recordar que el sistema productivo se formula, construye y arranca en el período de diseño. Eso implica que al final de dicho período ya todo debe estar preparado para iniciar operaciones al día siguiente. Parte de “estar preparado” implica contar con los inventarios, en este caso una cantidad de producto terminado, en el almacén lista para llevarse a la venta. Ahora surgen dos preguntas:

- a) ¿Qué cantidad de producto terminado se debe mantener en el almacén?
- b) ¿Cuánto le va a costar al sistema productivo elaborar esa cantidad de producto terminado?

Siguiendo la recomendación de Soto et al. (1981, p. 174) la sugerencia sería:

- a) La cantidad programada para ser vendida en el primer mes del siguiente período operativo.
- b) El capital financiero necesario para mantener funcionado al departamento de producción (\$CP) durante un mes —digamos el último del período “n”— y producir la cantidad de producto terminado indicado en el inciso a), es decir la cantidad programada para ser vendida en el primer mes del siguiente período operativo, es decir “n+1”.

6.2.3 Inventario de materias primas e insumos (IMPI)

Si bien este inventario es una característica particular de cada empresa, Soto et al. (1981, p. 173) proponen estimar el capital financiero que será necesario para formar este inventario con base en el **costo de las materias primas e insumos** requeridos para mantener el proceso productivo durante un mes.

De esta manera su modelo de cálculo quedaría formulado de la siguiente manera:

$$\text{\$ IMPI} = \left(\frac{\text{\$MPI}}{12} \right) \text{ --- Ec. 6.5}$$

donde:

\\$ IMPI = Estimado de inversión para el inventario de MPI

\\$ MPI = Costo de MPI asociado a la producción de un año

La estimación del elemento \\$MPI para el período “n” se realiza con base en los balances de materiales, lo que permitirá determinar, para cada materia prima (MP) e insumo (I), las cantidades (kg, litros, unidades, etc.) que se prevé demandará el sistema productivo para cubrir sus requerimientos en cualquiera de los meses del siguiente período, es decir “n+1”.

6.2.4 Efectivo en caja (IEC)

Una previsión conservadora nos llevaría a estimar el capital financiero a invertir en este inventario como la cantidad equivalente para mantener en operación todos los departamentos del sistema productivo durante un mes, descontando el monto que ya ha sido garantizado en el Inventario de materias primas e insumos.

Asumiendo que se conoce, o se puede calcular el **egreso operativo = costos de producción + gastos generales en el período de arranque** (costo pre-operativo) se podría formular el siguiente modelo de cálculo:

$$\text{\$ IEC} = \left(\frac{\text{\$EO}}{12} \right) - \text{\$ IMPI} \text{ --- Ec. 6.6}$$

donde:

$\$ IEC$ = Estimado de inversión para el efectivo en caja

$\$ EO$ = Egreso operacional anual estimado para el período de arranque (costo pre-operativo)¹⁸

$\$ IMPI$ = Estimación del costo del inventario de MPI

6.2.5 Cuentas por cobrar (CXC)

En un **mercado de alta competencia** es una práctica común entregar al cliente la mercancía y diferir su pago en uno y hasta tres meses sin cargo de intereses. Esto obliga al sistema productivo a financiar su propia operación durante ese plazo, razón por lo que para estimar el capital financiero que se requerirá para soportar las cuentas por cobrar, se sugiere utilizar el siguiente modelo de cálculo:

$$\$ CXC = \left(\frac{\$ EO}{12} \right) \cdot \#MSIC \text{ - - - Ec. 6.7}$$

donde:

$\$ CXC$ = Estimado de inversión para mantener las cuentas por cobrar

$\$ EO$ = Egreso operacional anual estimado para el período de arranque (costo pre-operativo)¹⁹

$\# MSIC$ = Número de meses sin intereses como plazo para cobrar las CXC

La decisión sobre el plazo que se otorgará a los clientes como “crédito sin intereses” forma parte de la estrategia de comercialización de su producto, misma que debió ser definida en el “Análisis del Mercado”. Como primera aproximación se sugiere considerar el plazo de un mes, sin embargo, convendría fundamentar dicho plazo con base en una investigación sobre el comportamiento asociado a los clientes del sistema productivo.

18 Si bien es cierto que en el año cero no se tienen ingresos por ventas, para realizar las estimaciones de los gastos administrativos y gastos de investigación y desarrollo (ver sección 7.2.2) se puede suponer (sólo con fines de estimación) un volumen de ventas similar al que tendrá en el primer año operativo.

19 Aplica el mismo comentario de la nota anterior.

6.2.6 Cuentas por pagar (CXP)

En la práctica es común considerar, para esta cuenta, un plazo equivalente entre uno y tres meses para el pago diferido de las MPI, razón por la que podemos utilizar el siguiente modelo de cálculo para estimarla:

$$\$ CXP = \left(\frac{\$ MPI}{12} \right) \cdot \# MSIP \quad - - - \text{Ec. 6.8}$$

donde:

CXP = Estimado de inversión para mantener las cuentas por cobrar

\\$ MPI = Costo MPI en el año de arranque para la producción de un año

\# MSIP = Número de meses sin intereses como plazo para pagar las CXP

De los seis elementos que conforman el “capital de trabajo”, las “cuentas por pagar” es el único que se presenta con signo negativo “-”, lo que indica que será alguien más (y no el sistema productivo) quien temporalmente (a manera de crédito) solventará su costo. Tal es el caso cuando un proveedor vende su mercancía al sistema productivo a crédito (meses sin intereses), es decir, entrega la mercancía y en lugar de cobrar inmediatamente asume una “cuenta” y otorga un cierto plazo para que sea pagada. En cierta forma dicho proveedor está financiando (temporalmente) parte del capital que el sistema productivo requiere como “capital de trabajo”.

Si bien para el sistema productivo, en la compra de sus consumibles, siempre será deseable obtener condiciones de crédito a “meses sin intereses”, es importante recordar que las decisiones sobre este tipo de crédito recaen en sus proveedores y que éstos no suelen ofrecer esta deferencia a clientes nuevos o empresas que recién comienzan sus actividades operativas.

6.3 Vínculo entre los egresos de operación y la estimación del capital del trabajo

A partir de los métodos de estimación revisados para el capital de trabajo es posible resumir y determinar las siguientes relaciones de dependencia:

- La estimación del \$IPP = función (\$CP año cero, #dta, #dca)
- La estimación del \$IPT = función (\$CP año cero)
- La estimación del \$IMPI = función (\$MPI)
- La estimación del \$EC = función (\$EO año cero, \$IMPI)
- La estimación de las \$CXC = función (\$EO año cero, #MSIC)
- La estimación de las \$CXP = función (\$MPI, #MSIP)

Lo que nos lleva a concluir que previo a la estimación de los componentes que integran el **capital de trabajo**, será necesario recuperar de otras partes del estudio: a) el número de días que trabajará el sistema productivo al año (#dta), b) el número de días que dura el ciclo de arranque del proceso (#dca), el número de meses sin intereses como plazo, tanto para las cuentas por cobrar (#MSIC) como para las cuentas por pagar (#MSIP); así como revisar los modelos de cálculo que permitan estimar el desembolso necesario para adquirir las materias primas e insumos asociados al volumen de producción anual (\$MPI); el costo de producción anual pre-operativo (\$CP año cero) y el egreso operativo (costos de producción + gastos generales) pre-operativo (\$EO año cero) del sistema productivo.

En la sección que sigue daremos paso a profundizar en el conocimiento y métodos de estimación de éstos y otros **costos** asociados al funcionamiento de un sistema productivo en fase operativa. Tan pronto sean revisados dichos temas, se estará en condiciones de regresar a estimar los 6 componentes que integran el **capital de trabajo** y con ello cerrar la estimación de la **inversión total** necesaria para el sistema productivo.

Capítulo 7

Estimaciones para la etapa de operación

7.1 Ingresos operativos

7.1.1 Ingresos derivados de la venta de productos, subproductos y residuos

Los **ingresos por ventas anuales** [\$/año] son el resultado de multiplicar, para cada año operativo, los **volúmenes de ventas anuales definidos en el programa de producción** por el **precio de venta del producto en el año respectivo**. Así, para un año “n”:

$$\text{Ingresos ventas (año "n")} = \text{Volumen ventas (año "n")} \times \text{Precio venta (año "n")} - - - \text{Ec. 7.1}$$

En caso de existir varios productos, subproductos o aún residuos valiosos, se puede aplicar una ecuación equivalente para cada uno de ellos y sumar sus ingresos resultantes para obtener los ingresos totales por venta.

7.1.2 Ingresos derivados de los productos financieros

Para calcular los **productos financieros** se utilizan tablas similares a aquellas que en la sección 3.4 fueron revisadas para la amortización de créditos, pero con una situación inversa, ya que se trata de una inversión y no de un préstamo, en cuyo caso es necesario considerar que:

- En lugar de solicitar dinero prestado, se deposita dinero en una cuenta bancaria.
- En lugar de generar intereses a favor del banco, éstos se generan a favor del cuentahabiente (en este caso del sistema productivo).
- Por lo demás se sigue la lógica indicada para el cálculo de: período, saldo inicial, generación de interés, retiro de interés, retiro de capital, retiro total, nuevos depósitos y saldo final.

A estas tablas se les nombrará **Estados de Cuenta de la Inversión**.

Tabla 18. Estado de cuenta para el cálculo de los productos financieros							
n	S ₀	GI	PI	PC	PT	ND	S _f
0							
1							
2							
.							
.							
.							
n							

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Donde:

n = Períodos: en la UEA “Paquete Tecnológico” se suelen considerar 10 años = 120 meses

S_{0n} = Saldo inicial: monto de la inversión al inicio de “*n*”

GI_n = Interés generado: monto de intereses generados en “*n*”

PI_n = Interés pagado: monto de intereses retirado en “*n*”

PC_n = Pago a capital: monto de la inversión retirado en “*n*”

PT_n = Pago total = *PC_n* + *PI_n*

ND_n = Nuevo depósito: monto adicional que incrementa *S_f* en “*n*”

S_{fn} = Saldo final: nuevo monto de la inversión al final de “*n*”

El llenado de la tabla inicia al considerar que la cantidad de dinero determinada para el año de diseño como el **efectivo en caja** del **capital de trabajo** —secciones 5.1.1.2 y 6.2.6— se deposita a finales del período cero, convirtiéndose así en el S_{f0} . Para cada nuevo período se seguirá la dinámica que ya se conoce para la amortización de una deuda, donde:

$$S_{0n} = S_{fn-1}$$

$$GI_n = S_{0n} \cdot i \text{ (donde } i = \text{tasa de interés}_{mcm} \text{ de la inversión)}$$

$$PI_n = GI_n \text{ (es decir, los intereses generados se van a retirar de la cuenta)}$$

$$PC_n = 0 \text{ (es decir, no se realizará el retiro del capital hasta la liquidación)}$$

$$PT_n = PC_n + PI_n \text{ (y como } PC_n = 0, \text{ entonces } PT_n = PI_n)$$

$$ND_n = \text{En diciembre de cada año se debe revisar si es necesario realizar nuevos depósitos}$$

$$S_{fn} = S_{0n} + PI - PI - PC - ND \text{ (debe mantener el nivel de salvaguarda adecuado)}$$

Finalmente, será necesario recordar que los productos financieros anuales serán iguales a la suma de todos los intereses generados y retirados durante los 12 meses del año en cuestión.

En el cálculo de la rentabilidad en proyectos de inversión es práctica común asumir los siguientes supuestos con respecto al manejo del **efectivo en caja** a través de una cuenta de inversión:

- El saldo del **Estado de Cuenta de la Inversión** suele estar sujeta, al final de cada período, a “incrementos escalonados” con la intención de garantizar —de acuerdo con la recomendación de Soto et al. (1981, p. 174)— que en todo momento en dicha cuenta se encuentre disponible el capital financiero suficiente para salvaguardar (en caso de emergencia) al pago de un mes de los **egresos operativos** del sistema productivo, mismos que, a consecuencia de la inflación y de un **programa creciente de producción y venta**, también estarán sujetos a una dinámica escalonada de incrementos. Cabe recordar que del total de egresos operativos, aquellos relacionados con la compra de **materias primas e insumos**, ya están salvaguardados a través del **inventario de materias primas e insumos**, razón por la que su costo deberá ser descontado del gasto operativo

respectivo antes de ser calculado el capital financiero que deberá quedar respaldado, en cada período, por el **efectivo en caja**.

- La dinámica natural de una cuenta de inversión incluye dos opciones para incrementar su saldo: a) los intereses generados por el mismo capital de la cuenta y b) los nuevos depósitos que realice el cuentahabiente (sistema productivo). Sin embargo, debido a que se asumirá que los intereses generados en cada período son retirados por el sistema productivo tan pronto como éstos sean generados, la única fuente de capital financiero disponible para incrementar el saldo de la cuenta serán los “nuevos depósitos” que realice el sistema productivo.
- La reproducción del capital (intereses) que se generen a favor de la cuenta, siempre deberán ser registrados como un movimiento de “generación” en la propia cuenta bancaria y como una entrada o “ingreso” en el **Estado de Resultados Proforma** (sección 10.1).
- Siempre que los intereses sean retirados por el sistema productivo de la cuenta de inversión, éstos deberán ser registrados como una salida o “retiro” en el **Estado de Cuenta Bancario** y como una entrada u “origen” en el **Flujo de Caja Proforma** (sección 10.2), mismo que registra anualmente todos los orígenes y aplicaciones de capital del sistema productivo.
- Cuando se programen “nuevos depósitos” se asumirá que éstos tendrán lugar “al final del período” y deberán quedar registrados como una entrada en la columna correspondiente del **Estado de Cuenta Bancario** y como una salida o aplicación en el **Flujo de Caja Proforma**.

- Sólo se consideran dos momentos en que el saldo de la cuenta podría disminuir debido a algún “retiro de capital” por parte del sistema productivo, en cuyo caso será el banco quien pague en efectivo al sistema productivo la suma requerida, misma que quedará registrada en la columna “pagos a capital” del **Estado de Cuenta Bancario**.
 - Cuando se considere que el nivel de protección o salvaguarda ha excedido el criterio establecido de un mes de egresos de operación una vez que se ha descontado aquellos costos asociados a la compra de materias primas e insumos. En este caso el registro del retiro bancario tendrá como contraparte el registro de una entrada u “origen” en el **Flujo de Caja Proforma**.
 - Cuando llegue la etapa del “desmantelamiento y liquidación”, momento en que se procederá a cancelar la cuenta bancaria y retirar el total del capital financiero acumulado en **Estado de Cuenta Bancario** para sumarlo como, “recuperación del efectivo en caja”, a los otros elementos que conformarán el **valor de rescate** del sistema productivo, mismos que deberán quedar registrados como una entrada u “origen” en el **Flujo de Caja Proforma**.

7.2 Egresos operativos

7.2.1 Costos de producción

En síntesis, los **costos de producción** deberán estimarse para cada uno de los años operativos del sistema productivo, considerando las siguientes pautas para su cálculo anual:

- Materias primas y otros insumos de proceso (calcular).
- Servicios auxiliares (calcular).
- Regalías (calcular).
- Mano de obra de operación (calcular).
- Personal de supervisión (calcular).

- *Rentas* ($\Sigma [\text{valor de los activos que se rentan} \cdot (\frac{I}{VU}) \cdot 1.1]$) - - - Ec. 7.2
- Depreciaciones y amortizaciones (calcular según Ley del ISR)
- Mantenimiento y reparación (estimar = f (complejidad, condiciones de operación))
- Suministros de operación (15% MyR)
- Impuestos sobre la propiedad (1.5% IF)
- Seguros de la planta (2.5% IF)
- Costos fijos de operación (30-60% Σ MO)

A continuación, se revisará con más detalle cada uno de estos egresos, así como sus métodos para estimar su monto:

7.2.1.1 Materias primas y otros insumos de proceso (MPI)

Para calcular el costo, que para el sistema productivo representará la compra de materias primas e insumos (MPI) necesaria para su operación anual, será necesario recuperar varias conclusiones de los estudios previos: mercado (formulación del producto, especificaciones y condiciones de almacenamiento de la MPI, ubicación de proveedores, lista de precios, condiciones de pago, entrega y comercialización); formulación técnica (distancias a los centros de abasto de las materias primas en base al estudio de localización, cantidades requeridas de materia prima con base en el programa de producción, políticas de inventarios); **ingeniería de procesos (balances de materiales, diagramas de Gantt)**; **ingeniería del proyecto (diseño de la planta y los almacenes)**.

Con base en los antecedentes descritos, para cada uno de los períodos considerados en el horizonte de planeación del sistema productivo se procede a:

- Integrar una **matriz en la que se detallan las cantidades de materias primas e insumos que será necesario adquirir.**
- Integrar una **matriz en la que se estima una proyección de los precios respectivos a cada una de las materias primas e insumos.**

- Multiplicar los valores respectivos de ambas matrices hasta calcular el **costo estimado para cada una de las materias primas e insumos**.
- Sumar el costo de todas las materias primas e insumos, obteniendo así las estimaciones de los **costos de materia prima e insumos** buscados.

7.2.1.2 Servicios auxiliares (SA)

La estimación del desembolso necesario para garantizar la disponibilidad de los **servicios auxiliares** sigue un procedimiento similar al caso de las **materias primas e insumos**. Se parte de los **balances de materia y energía** y del **diagrama de flujo**, tomando en cuenta para ello la **capacidad y localización** del sistema productivo, así como la **selección de la tecnología**.

Para realizar balances de materia y energía será necesario, entre otros aspectos:

- Conocer muy bien su proceso, así como los requerimientos en cada operación unitaria.
- Conocer muy bien los equipos de proceso, sus rendimientos máxicos y energéticos.
- Tomar en cuenta el programa de producción de cada año para así poder escalar los balances de acuerdo con los requerimientos anuales del proceso.
- Conocer las propiedades fisicoquímicas y termodinámica de materiales que se utiliza.

El precio de estos servicios auxiliares va en función de si se compra o decide generarlo in situ, así como de las condiciones locales marcadas por la **localización** del sistema productivo. Para estimar el valor de los precios a futuros se puede recurrir al análisis de la serie de precios históricos para luego extrapolar los valores hacia aquellos años que conformen el horizonte de planeación del sistema productivo.

Un caso particular es el del agua. Se trata de un recurso que puede tener dos situaciones y requerimientos de calidad muy distintos en los procesos productivos:

- a) Como agua de proceso: se mezcla con otras materias primas e insumos por lo que se incorpora paulatinamente en el producto en proceso hasta derivar en el producto terminado.
- b) Como agua de servicios: no se mezcla con otras materias primas e insumos, por lo que no queda incorporada en el producto, sin embargo, es necesaria para alcanzar las condiciones de operación del proceso (agua de lavado de materias primas, de enfriamiento, para la caldera, etc.) así como para la operación cotidiana de la planta, (agua de lavado de equipos, de limpieza general, baños y regaderas, para el mantenimiento de las áreas verdes, etc.).

Ambos tipos de agua hay que considerarlas durante la estimación de costos de producción, la primera como materia prima y la segunda como servicio auxiliar. En ambos casos habrá que determinar la cantidad requerida y costo por m³, para cada uno de los períodos considerados en el horizonte de planeación del sistema productivo.

Adicionalmente será necesario considerar los requerimientos y características del agua, ya sea como materia prima o como servicio auxiliar, dichos requerimientos dependen del uso que se le vaya a dar y si bien es probable que en un inicio toda el agua provenga (y se le pague) al organismo operador del agua local, es necesario considerar que para algunos usos es posible utilizarla tal y como llega del suministro público, pero que para otros usos (sobre todo como agua de proceso) va a requerir de algunos tratamientos — cuyo costo deberá considerarse como parte del costo de producción— antes de alcanzar las características necesarias para ser incorporada en el proceso productivo.

Finalmente, será necesario tomar en cuenta que los requerimientos máxicos o volumétricos de los servicios auxiliares usualmente irán aumentando conforme se incrementa, en cada período, el volumen de producción. Para estimar su costo, adicionalmente será necesario realizar estimaciones que consideren el efecto de la inflación sobre el valor de mercado de dichos servicios auxiliares.

7.2.1.3 Regalías (REG)

Calcular el costo asociado al pago de **regalías** por el uso de una **patente** representa una labor complicada y requiere de la participación de un especialista en valuación de tecnologías, sin embargo en el marco de las simplificaciones que suelen realizarse para la **evaluación FINANCIERA** de proyectos podemos recurrir a estadísticas especializadas²⁰ en las que, para los sectores químico, farmacéutico, de productos biológicos y para el cuidado de la salud, se reporta un pago anual de regalías en un rango que va del 2 al 25% (promedio = 7% y mediana = 5%) tomando como base de cálculo el **valor de las ventas**.

Usualmente, cada país tiene una institución responsable del tramitar, registrar y salvaguardar los derechos de propiedad industrial —en México esas funciones recaen en el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI)—. Durante la etapa de diseño del sistema productivo, resulta conveniente tener un acercamiento con dicha institución para averiguar si existe o no alguna patente que deba ser considerada. De ser el caso será conveniente revisar si en la patente existe alguna mención o indicación sobre las condiciones para su licenciamiento.

7.2.1.4 Mano de obra de operación y supervisión (MO)

Las leyes que en México regulan el pago de la nómina de los trabajadores son tres:

- Ley del Instituto Mexicano del Seguro Social.
- Ley Federal del Trabajo.
- Código Fiscal de la Federación.

En el caso de los costos de producción se consideran dos tipos de mano de obra:

- Obreros (quienes están en contacto directo con el proceso y los equipos). Tienen que considerarse todos los puestos que realizan funciones de este tipo, pero sólo en el departamento de producción.
- Supervisores (quienes tienen como función dar seguimiento al trabajo de los obreros). En el caso de tener un organigrama jerárquico que

²⁰ Pago de regalías - Royalty payment Consultado el 17 de mayo 2020 en:
<https://es.qwe.wiki/wiki/Royalty_payment#Approaches_to_royalty_rate>

considere perfiles de puesto superiores del estilo “supervisores de supervisores”, como por ejemplo, jefes de turno y gerentes, será necesario considerar a todos estos niveles de supervisores adscritos al departamento de producción.

Para realizar una estimación del monto necesario a erogar asociado a la **mano de obra de operación y supervisión** del departamento de producción del sistema productivo, nuevamente será necesario recurrir a varias conclusiones de estudios previos: **estudio técnico** e **ingeniería de proceso** (**programa de producción**, **organización industrial**, **diagrama de Gantt**, **grado de tecnificación y automatización de la tecnología**, **organigrama en el que se especifica la cantidad y perfiles de los puestos requeridos para el área de producción**, **nivel de la mano de obra disponible y sueldos vigentes en la localidad**, **prestaciones legales que localmente se exige para los trabajadores**); de la **ingeniería de proyectos** (**diagramas de distribución de áreas y equipos**).

La mano de obra que se va a tener contratada en cada período del horizonte de planeación debe responder a los requerimientos del sistema productivo en ese período. Así, se debe garantizar que, de acuerdo con el programa de producción establecido, cada período contará con los obreros y supervisores requeridos por el departamento de producción. Para ello, el primero paso será saber que labores, trabajos o tareas requieren mano de obra. Lo siguiente es saber cuánta mano de obra y de que grado de especialización. Para el caso de la mano de obra del departamento de producción, dar respuesta a las preguntas anteriores requiere de un buen conocimiento tanto del proceso productivo, como de los equipos que se utilizan para llevar a cabo las operaciones unitarias implicadas.

Con base en los antecedentes descritos, para cada uno de los períodos considerados en el horizonte de planeación del sistema productivo se procede a:

- Integrar una matriz en la que se detallan el **número de empleados de operación y supervisión** según los **perfiles de puesto** necesarios en el departamento de producción.
- Integrar una matriz en la que se estima una proyección del **número de salarios mínimos que se pagarán por cada uno de los perfiles de puesto** en el departamento de producción.

- Se multiplican los valores respectivos de ambas matrices hasta calcular el **costo estimado** del **salario base asociados** a cada uno de los perfiles de puesto del departamento de producción.
- Para cada uno de los perfiles de puesto necesarios en el departamento de producción, se calcula y suma al salario base las siguientes **prestaciones de ley**:
 - **Aguinaldo**: 15 días salario base a pagar en diciembre de cada año²¹.
 - **Prima vacacional**: 25% del salario base de los días de vacaciones²².
- Adicionalmente el sistema productivo deberá calcular y considerar el monto de las **obligaciones patronales** (seguridad social) asociadas a cada perfil de puesto considerado. Si bien su cálculo detallado requiere considerar una serie de factores específicos para cada salario base, en términos generales podemos decir que representará un monto que variará entre el 20 y el 50% del salario base (a mayor salario corresponde un % menor), pudiendo con fines prácticos tomar un valor medio del 35%²³.

21 En su artículo 87, la Ley Federal del Trabajo establece: “Los trabajadores tendrán derecho a un aguinaldo anual que deberá pagarse antes del día veinte de diciembre, equivalente a quince días de salario, por lo menos”. Consultada el 17 mayo 2020 en: <https://www.gob.mx/profedet/articulos/el-aguinaldo-en-mexico>

22 En nuestro país, el derecho a vacaciones está establecido en el artículo 76 de la Ley Federal del Trabajo, el cual fue reformado por el Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos el 14 de diciembre del 2022, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de diciembre del mismo año, entrando en vigor a partir del 1 de enero del 2023: “Artículo 76 Las personas trabajadoras que tengan más de un año de servicios disfrutarán de un periodo anual de vacaciones pagadas, que en ningún caso podrá ser inferior a doce días laborables, y que aumentará en dos días laborables, hasta llegar a veinte, por cada año subsecuente de servicios. A partir del sexto año, el periodo de vacaciones aumentará en dos días por cada cinco de servicios.” (Decreto por el que se reforman los artículos 76 y 78 de la Ley Federal del Trabajo, en materia de vacaciones. Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos; DOF 27/12/2022; [citado el 13 de febrero 2023]; disponible en versión HTML en internet: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5675889&fecha=27/12/2022#gsc.tab=0).

23 Si bien con fines de la evaluación financiera de proyectos se pueden aplicar simplificaciones como las aquí sugeridas, el cálculo detallado de las obligaciones patronales sigue un algoritmo que pueden consultar en diversas páginas de la Internet. Los factores para el cálculo de las cuotas patronales se actualizan cada año en las misceláneas fiscales, a manera de ejemplo en la siguiente referencia se puede consultar el cálculo detallado para el 2021 <https://idconline.mx/seguridad-social/2021/01/11/factores-de-las-cuotas-y-aportaciones-para-2021>. De igual manera, en la Internet pueden consultar diversas “calculadoras contables”, así como videos que explican su utilización, por ejemplo: <https://www.youtube.com/watch?v=oKSUde-wF8g>. En cuanto a este último video si bien resulta interesante verlo completo, específicamente la explicación sobre el cálculo de las obligaciones patronales aparece en la sección que va del minuto 27:03 y hasta el minuto 36:13.

- Se suman, para cada año el costo asociado a los **salarios base, prestaciones de ley y obligaciones patronales** para cada uno de los perfiles de puesto anteriores obteniendo así las estimaciones de los costos de la **mano de obra de operación y supervisión** necesarios.

La determinación de sueldos no es un asunto trivial, sino que requiere de una investigación específica para cubrir las necesidades del proyecto, en el sitio donde éste se ubica. La mano de obra como cualquier otro insumo de la producción se comercializa en un mercado, es decir los trabajadores ofrecen su fuerza de trabajo y las empresas demandan dicha fuerza de trabajo. Así, al igual que las peras y las manzanas los sueldos de los trabajadores dependen de un mercado local y al igual que se realiza una investigación para averiguar los costos actuales y pasados de las materias primas, se tiene que hacer lo mismo para el caso de la fuerza de trabajo o mano de obra. No gana lo mismo un obrero o un supervisor o un gerente o un analista en Tijuana que en Oaxaca.

Cabe aclarar que los obreros no necesariamente ganan un salario mínimo, todo depende de su nivel de especialización. No se está buscando el nivel de sueldos de “obreros” o “supervisores” en genérico, sino específicamente aquellos sueldos (en cantidad de salarios mínimos) que suele ganar un trabajador, en un lugar en específico y con el perfil del puesto adecuado para el trabajo encomendado. También será necesario considerar que la inflación de los sueldos se reporta usualmente mediante los incrementos que publica el gobierno a los “salarios mínimos” y que, para estimar valores futuros de este indicador, lo más recomendable sería realizar un análisis de la serie histórica de datos (10 años atrás), realizar un análisis de regresión y finalmente utilizar el modelo de ajuste resultante para extrapolar su valor a futuro.

7.2.1.5 Rentas (REN)

La erogación en este rubro se estima a partir del siguiente modelo de cálculo:

$$\$ RA = \$ VAA \cdot \left(\frac{1}{VU}\right) \cdot (1 + PG) \dots \text{Ec. 7.3}$$

donde:

$\$ RA$ = Monto asociado a la renta anual del activo

$\$ VAA$ = Monto asociado al valor actualizado del activo

VU = Vida útil estimada para el activo

PG = Porcentaje de ganancia (es común considerar un 10%)

Esta dinámica de cálculo deberá aplicarse a cada uno de los activos que se van a rentar, para finalmente sumar todos los resultados parciales para determinar la erogación que será necesario considerar asociado al costo fijo de **rentas**.

7.2.1.6 Depreciación y amortización de activos (DyA)

Si bien existen varias técnicas para calcular la depreciación y amortización de activos, lo más común en México es utilizar el método de la depreciación lineal, mismo que está regulado en la Ley del Impuesto sobre la Renta (Ley del ISR) —SECCIÓN II “De las Inversiones” del CAPÍTULO II “De las Deducciones del TÍTULO II “De las Personas Morales”— y que utiliza el siguiente modelo de cálculo:

$$\$ DoA = (\$ VOA - \$ VRA) \cdot tda \quad \text{o} \quad \$ DoA = (\$ VOA - \$ VRA) \cdot \left(\frac{1}{VU}\right) \quad \text{--- Ec. 7.4}$$

donde:

$\$ DoA$ = Costo anual de la depreciación o amortización de activos

$\$ VOA$ = Valor original del activo

$\$ VRA$ = Valor de rescate del activo (en este libro se asumirá como = 0)

$\$ tda$ = tasa anual de la depreciación o amortización del activo (Ley ISR, Artículos 33 a 38)

$\$ VU$ = Vida útil del activo

El cálculo habrá que repetirlo para cada uno de los activos tangibles e intangibles que conforman la infraestructura del sistema productivo, así como para todos los años del horizonte de planeación o bien hasta que el activo termine su vida útil, momento en el que será necesario considerar la

reinversión en un activo nuevo que lo reponga, mismo que a partir de ese momento comienza su propio proceso de **depreciación o amortización** según sea el caso.

Debido al gran número de activos que conforman la infraestructura del sistema productivo, los resultados de los cálculos individuales de **depreciación y amortización** para todo el horizonte de planeación suelen conformar una gran **tabla de depreciación y amortización** de activos, misma que suele acompañarse por otra tabla que da cuenta de la dinámica decreciente en los **valores residuales** de cada uno de los activos, es decir, el valor contable que aún queda por depreciar o amortizar conforme transcurren los años. Estos valores residuales se calculan a partir de la fórmula:

$$\text{\$ Valor Residual Activo para el año "n"} = \text{\$ VOA} - \text{\$ DoA acumulada al año "n"} - - - \text{Ec. 7.5}$$

Cuando “n” = “N” (año del desmantelamiento-liquidación) se asume que se podrá recuperar el valor residual, a partir de la venta de todos los activos que no hayan terminado su vida útil.

7.2.1.7 Mantenimiento y reparación (MyR)

El **mantenimiento y reparación** de la infraestructura del sistema productivo depende de diversos factores. A partir de Soto et al. (1981, p. 190), en este libro se propone estimar su valor con base en la siguiente tabla:

Tabla 19. Costo anual de mantenimiento y reparación (% inversión fija)			
Condiciones de operación	Complejidad del proceso		
	Baja	Media	Alta
Ligeras	2%	3%	4%
Intermedias	4%	6%	8%
Severas	8%	10%	12%

Fuente: adaptación propia a partir de Soto et al. (1981, p. 190)

La “complejidad” se relaciona con el número y conectividad que hay entre las operaciones unitarias del proceso. Algunos ejemplos asociados a cada una de las categorías:

- Baja: tortillería, panadería, tratamiento de residuos.
- Media: derivados lácteos, complementos nutricionales, alimentos pre-elaborados.
- Alta: petroquímica, cervecería, industria farmacéutica, nucleoelectrónica.

Las “condiciones de operación” hacen referencia a los valores que, para el buen funcionamiento de un proceso productivo, deben alcanzar variables como: temperatura, presión, acidez, viscosidad, etc. A manera de guía para facilitar la ubicación de la categoría apropiada, a continuación, se ofrece a manera de ejemplo, una posible ilustración de “condiciones de operación” asociadas a las diferentes categorías propuestas:

- Ligeras: temperatura = 20 °C; presión = 1 atmósfera; pH = 7.
- Intermedias: temperatura = 60 °C; presión = 10 atmósferas; pH = 5.
- Severas: temperatura = 1,700 °C; presión = 10,000 atmósferas; pH = 1.

Resulta relevante recordar que el monto de la inversión fija [año 0] es la base de cálculo para estimar este costo fijo de producción, por lo que la estimación inicial sólo sería válida para el año cero o de diseño. Para proyectar el valor que a futuro (desde el año 1 hasta el año “N-1” de operación) se puede asumir la simplificación de que el esfuerzo de mantenimiento y reparación será el mismo para cada uno de los períodos operativos. Así, para la estimación del valor futuro de este costo fijo, se puede sólo considerar el efecto de la inflación. Para ello se puede tomar la proyección para los próximos años de la media nacional de la inflación o bien algún índice de inflación específico, que se reporte en la literatura especializada y pueda ser asociado al factor “mantenimiento y reparación”.

7.2.1.8 Suministros de operación (SO)

Este costo fijo de inversión se suele estimar utilizando el factor del 15% tomando como base de cálculo el monto del costo por mantenimiento y reparación del año correspondiente.

7.2.1.9 Impuestos sobre la propiedad (IP)

La erogación en este rubro se suele estimar con un factor que va del 1 al 2% tomando como base de cálculo el valor en libros de la suma de aquellos activos tangibles e intangibles que sean propiedad del sistema productivo.

Una vez más se presenta una situación en que la base de cálculo para la estimación de este factor está tomada del monto determinado para la inversión fija (expresada en unidades monetaria del período “0”), por lo que la estimación inicialmente sólo sería válida para el período cero o de diseño, haciendo necesario que para el resto de los períodos operativos del sistema productivo se lleve a cabo un ajuste que considere que a partir del período cero, el valor de los activos (inversión fija) del sistema productivo estará sujeto a sufrir incrementos o decrementos debido a los siguientes fenómenos:

- a) Incremento o revaluación debido a la compra, en algún año operativo, de nuevos activos que permitan incrementar la capacidad instalada de la planta.
- b) Incremento o revaluación debido a la compra, en algún año operativo, de activos que remplazarán a los que terminan su vida útil (caso de los autotransportes que usualmente tienen una vida útil de 4 años).
- c) Decremento o devaluación debido al fenómeno de la depreciación y amortización de activos.
- d) Incremento o revaluación debido a la inflación. También la infraestructura usada incrementa su valor debido a este fenómeno.

Así, la suma de estos fenómenos hace que los activos tangibles e intangibles que conforman la infraestructura industrial (inversión fija), tenga un valor diferente en cada uno de los períodos operativos del sistema productivo. A dicho valor se le conoce como “valor residual” de la infraestructura o si prefieren “valor residual de la inversión fija”.

7.2.1.10 Seguros sobre la planta (SP)

En la evaluación financiera de proyectos de inversión, este costo se suele estimar utilizando un factor cuyo valor oscila entre el 1 y el 2.5% tomando como base de cálculo el monto actualizado de la inversión fija, es decir el valor residual de la infraestructura así como el impacto que al paso del tiempo ejercen sobre éste tanto la inflación, como la depreciación y amortización de los activos

El costo de los seguros de la planta se estima, al igual que el componente de “impuestos a la propiedad industrial”, con base en el valor residual que período tras período se estima tendrá la infraestructura del sistema productivo (activos tangibles e intangibles). Por ello, al estimar el costo futuro de este componente (desde el período 1 y hasta el “N-1”) deberán considerarse los dos factores ya descritos arriba. En el caso de la inflación será necesario estimar su proyección para los próximos años o bien utilizar algún índice específico, que se publique en la literatura especializada y pueda ser asociar al factor “seguros de planta”.

7.2.1.11 Costos fijos de operación (CFO)

Soto et al. (1981, p. 193) propone estimarlos entre un 30-60% del costo anual de la mano de obra de operación y supervisión.

7.2.2 Gastos generales

En síntesis, los **gastos generales** deberán estimarse para cada uno de los años operativos del sistema productivo, considerando las siguientes pautas para su cálculo anual:

Gastos generales variables

Teniendo como soporte el conocimiento del sistema productivo, será necesario elegir, para los siguientes componentes, entre aquellos porcentajes sugeridos por Soto et al. (1981, pp. 93 a 194):

- **Gastos administrativos** (5-10% sobre las ventas): el porcentaje asignado irá en proporción directa al nivel de complejidad del sistema de administración en el sistema productivo.

- **Gastos de comercialización y venta** (5-25% del costo de producción): el porcentaje elegido será directamente proporcional al nivel de complejidad y extensión del segmento de la cadena de distribución que quede bajo el control del sistema productivo, así como al grado de innovación y nivel de competencia que enfrente el producto.
- **Gastos de investigación y desarrollo** (2-5% sobre las ventas): el porcentaje asignado irá en proporción directa al esfuerzo de investigación que se estima será necesario para mantener al producto vigente en un mercado competitivo.
- **Imprevistos** (5-10% de los costos de producción): El porcentaje elegido estará en función de la incertidumbre que se tenga en torno al contexto local y global (de mercado, técnico-tecnológico, económico, político, social y ambiental) en que se desenvuelve el sistema productivo.

Cabe hacer la aclaración que en las estimaciones de los rubros anteriores ya lleva implícito el costo de la mano de obra asociada a los departamentos correspondientes, ya sea el de administración, comercialización y ventas, investigación y desarrollo y cualquier otro.

Gastos generales fijos

- **Gastos financieros**

Para calcular los **gastos financieros**, será necesario recuperar el tema del financiamiento, así como la dinámica que se sigue (tablas de amortización de créditos) para pagar un crédito (sección 3.4). Si se retoma la definición de **gastos financieros** como “pago de intereses asociados a los préstamos solicitados a algún banco o cualquier otra fuente de financiamiento”, entonces los **gastos financieros** de cada año operativo del proyecto se calculan sumando los pagos anuales por concepto de intereses tomados de las tablas de amortización tanto del **crédito refaccionario** como del de **avío**.

Tan pronto se haya estimado la magnitud de los desembolsos anuales asociados a los **gastos financieros**, se podrá regresar a cerrar secuencialmente la estimación de los **gastos generales** (sección 7.2.2), los egresos de operación (sección 7.2.), el **capital de trabajo** (sección 6.2) y finalmente la estimación

tanto de la **inversión inicial** (capítulo 6) como de las **reinversiones en años operativos** (sección 7.3) del sistema productivo.

7.3 Las reinversiones

Como se revisó en la sección 5.2.1 las reinversiones en años operativos se refieren a desembolsos de dinero que es necesario realizar para:

- Compra de activos tangibles e intangibles para ampliar la capacidad de la planta.
- Compra de activos tangibles e intangibles para reponer aquellos otros cuya vida útil ha terminado.
- Ampliar el nivel de cobertura de los elementos que conforman el capital de trabajo (activos circulantes) para garantizar que, bajo la dinámica creciente del programa de producción, éstos siempre mantengan el nivel de salvaguarda definido.

Como se verá en la sección 10.2, en todas estas reinversiones en activos se deberá registrar el monto del capital financiero asociado con la compra, en el período que corresponda del “**Flujo de Caja Proforma**”, utilizando para ello la cuadrícula de **aplicaciones** en el renglón asignado ya sea para la “Inversión Fija” o el “Capital del trabajo”.

7.3.1 Reinversiones en activos para ampliar la capacidad productiva

En el caso de tener que reinvertir en **equipos principales de proceso** será necesario estimar el valor que a futuro tendrán dichos equipos. Para ello se puede recurrir a los modelos revisados en el capítulo 6 (Sección 6.1.1), recordando que los datos de “costo de equipo” tienen que estar expresados en dólares (U\$S) cuando se utilizan los índices del tipo M&S o CEPCI en modelos de actualización en el tiempo. Adicionalmente será necesario considerar que con la compra de este tipo de equipos, casi siempre viene aparejada la compra de otro tipo de activos tangibles e intangibles que son necesarios para su instalación y adecuado funcionamiento (tubería, instrumentación, aislamiento, etc.), por lo que se tendrá que recurrir de nuevo al método de Lang, en aquellos factores que se juzguen razonables: a) en el caso de ampliaciones mayores se podría tratar de todos los factores, b) en las ampliaciones

menores se podrían omitir aquellos que hacen referencia a: “terreno y su acondicionamiento”, “edificios y sus servicios” e “instalaciones necesarias para generar servicios auxiliares e implementos de planta”.

Al comprar otro tipo de activos, como por ejemplo los **autotransportes**, no será necesario recurrir de nuevo a los factores del método de Lang, debido a que la compra de éstos no suele llevar aparejada la compra de algún otro tipo de activo que sea necesario para su instalación o buen funcionamiento.

7.3.2 Reinversiones en activos para remplazar a aquellos que han terminado su vida útil

En el caso de la compra de activos tangibles e intangibles que van a remplazar a aquellos otros cuya vida útil (establecida en la Ley del Impuesto sobre la Renta) ha llegado a su fin, se tendrá que valorar si el alcance del remplazo se limita al activo en sí mismo o a alguna otra infraestructura necesaria para su instalación y buen funcionamiento.

7.3.3 Reinversiones en capital de trabajo

Para comprender la dinámica de las reinversiones en capital de trabajo es necesario recordar que este sigue una dinámica de incrementos escalonados para mantener los niveles de salvaguarda en un sistema productivo cuyos egresos operativos están también sujetos —debido al fenómeno de la inflación y a un programa de producción y ventas creciente en el tiempo— a una dinámica escalonada.

Así, al final del período que termina, las salvaguardas deberán estar preparadas para comenzar a proteger—con base en los criterios establecidos— los requerimientos del período que está por iniciar. Este movimiento anticipado impone la necesidad de prever las necesidades futuras (las del período que está por iniciar) aunque la compra se realice y pague todavía con base en la estructura de costos del período que está por concluir. Así a finales del período 1 se incrementarán los niveles de salvaguarda para proteger los requerimientos de la producción/operación que está por iniciar en el período 2... a finales del período 2 se hace lo mismo con el propósito de proteger ahora la producción del período 3... y así sucesivamente hasta llegar al final del período “N-2”, en que por última ocasión se incrementan los niveles de salvaguarda, para proteger la producción del período “N-1”. Al llegar al final

del período “N-1” concluye la etapa operativa del sistema productivo, por lo que ya no tendría sentido incrementar los niveles de salvaguarda para proteger una producción que en realidad ya no va a tener lugar en el período “N”, pues éste último período del horizonte de planeación estará destinado al desmantelamiento y liquidación del sistema productivo.

7.3.3.1 Reinversión en inventario de producto en proceso

En el caso particular del **inventario de producto en proceso** se refiere a aquellos materiales que se encuentran atrapados, circulando dentro de los equipos de proceso durante el tiempo que dura la transformación desde materias primas e insumos, hasta productos terminados. Este inventario suele tener relevancia financiera para empresas donde el proceso dura mucho tiempo, por lo que su arranque suele tomar muchos días, semana, meses e incluso años, por ejemplo, bebidas que requieren de períodos muy largos de maduración o añejamiento. En el caso de empresas cuyo arranque es tan corto que prácticamente resulta despreciable (minutos, horas), este inventario prácticamente pasa desapercibido. Por lo general en el caso de la industria biotecnológica las operaciones unitarias que resultan tardadas son las fermentaciones o como ya comentamos la maduración o añejamiento. Así que, si se cuenta en el proceso con este tipo de operaciones unitarias, será necesario darle seguimiento al inventario de producto en proceso a lo largo de los años operativos del sistema productivo, tomando en cuenta los incrementos en la producción de cada año. En caso contrario, se puede calcular, aunque financieramente hablando lo más probable es que resulte poco significativo.

7.3.3.2 Reinversión en inventario de producto terminado

Para los ajustes que al final de cada período se deberán realizar al “inventario de producto terminado” se tendrán que considerar los siguientes dos factores:

- Las cantidades de producto terminado que será necesario agregar al nivel ya acumulado en el almacén para que éste respalde las ventas equivalentes a un mes (de acuerdo con el criterio propuesto por Soto et al. (1980, p. 174) del período (n+1) que está por comenzar.
- El costo que tendrá en el período actual (n) la elaboración de la cantidad de producto calculada en el punto anterior.

7.3.3.3 Reinversión en inventario de materias primas e insumos

Siguiendo la misma lógica del inciso anterior, para los ajustes que al final de cada período se deberán realizar al “inventario de materias primas e insumos” se tendrán que considerar los siguientes dos factores:

- Las cantidades de materias primas e insumos que será necesario agregar al nivel ya acumulado en el almacén para que éste respalde los requerimientos equivalentes a las compras en materias primas e insumo de un mes (de acuerdo con el criterio propuesto por Soto et al. (1980, p. 173) del período $(n+1)$ que está por comenzar.
- El costo que tendrá en el período actual (n) la adquisición de las materias primas e insumos determinada en el punto anterior.

7.3.3.4 Reinversión en cuentas por cobrar

En el caso de las “cuentas por cobrar”, si el cliente se va a llevar producto y no va a pagar inmediatamente por éste, entonces el sistema productivo tendrá que financiar los egresos operativos, es decir invertir el capital financiero equivalente a la suma de los costos de producción + los gastos generales durante un tiempo equivalente a la duración del crédito. Es por ello por lo que se recomienda que el sistema productivo considere tener disponible, al final de cada período (n) , el capital financiero equivalente a los egresos operativos de un mes del período que está por iniciar $(n+1)$.

7.3.3.5 Reinversión en efectivo en caja

Para cada año será necesario revisar el monto de la cuenta abierta en el banco para garantizar que siempre se cuente con una cantidad que permita (en caso de contingencia) cubrir los egresos mensuales de operación (sin considerar la materias primas e insumos que ya se cubren con un inventario especial) del sistema productivo. Se debe tener en cuenta que los egresos de operación aumentaran año tras año, como consecuencia de dos fenómenos: a) un programa de producción que también aumenta año tras año y b) la inflación.

De manera natural, el saldo de la cuenta que administra el efectivo en caja tiende a incrementarse debido a uno o ambos de los siguientes

movimientos bancarios: i) generación de intereses (productos financieros) que no son retirados de la cuenta y/o ii) nuevos depósitos.

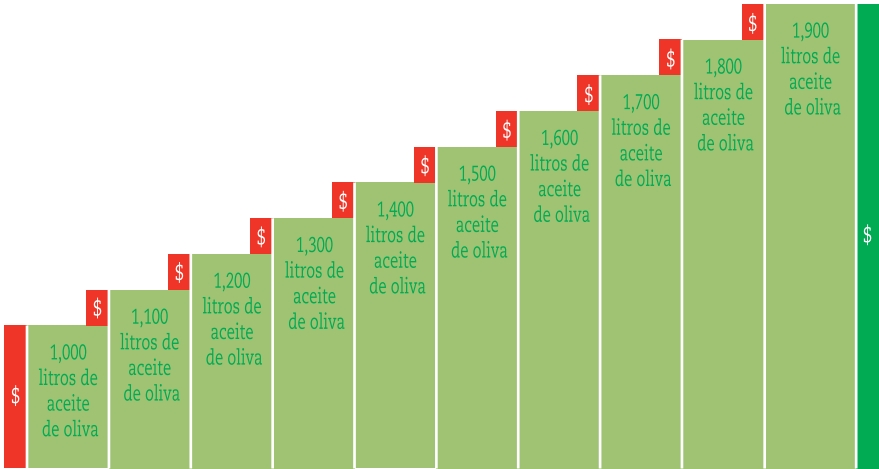
El manejo de la cuenta bancaria que se asume administrará el “efectivo en caja” se desarrolló con detalle en la sección 7.1.2 al revisar el tema de los productos financieros.

7.3.3.6 Ejemplo: conformación inicial y reinversiones en el capital de trabajo.

Con fines ilustrativos analizaremos el caso de un *inventario de materias primas e insumos* que está conformado por un tanque que contiene aceite de oliva. Comencemos por ubicar que el aceite no está siendo almacenado para el uso del departamento de producción en sus ciclos normales, sino como una salvaguarda para que en el caso extraordinario de una contingencia inesperada (por ejemplo, escases de aceite de oliva en el mercado) se pueda respaldar el consumo del departamento de producción en lo que se restablece su fuente de abasto cotidiana.

Entonces, el *inventario de materia prima e insumos* funciona como una previsión que sólo en casos de una emergencia funcionará como una fuente de abasto interno y temporal (en calidad de préstamo) de materias primas e insumos para el departamento de producción, mismo que una vez terminada la emergencia, deberá restituir al *inventario de materia prima e insumos*, la misma cantidad de aceite de oliva que le fue prestada. De esta manera se recupera el nivel de salvaguarda definido con base en el consumo —digamos un mes en concordancia con el criterio propuesto por Soto et al. (1981, p. 173)— por parte del departamento de producción.

Periodo 0 | Periodo 1 | Periodo 2 | Periodo 3 | Periodo 4 | Periodo 5 | Periodo 6 | Periodo 7 | Periodo 8 | Periodo 9 | Periodo 10 | Periodo 11



Los cálculos por realizar para cada año son como siguen:

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Litros periodo n	0	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	1,900	1,900
Litros periodo n+1	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	1,900	1,900	0
Litros faltantes	1,000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	-1,900
Precio [=] \$/litro	\$77.50	\$79.05	\$82.24	\$87.28	\$94.47	\$104.30	\$117.46	\$134.93	\$158.09	\$188.93	\$230.31	\$286.36
\$ Inventario MP e I	-\$ 77,500	-\$ 7,905	-\$ 8,224	-\$ 8,728	-\$ 9,447	-\$ 10,430	-\$ 11,746	-\$ 13,493	-\$ 15,809	-\$ 18,893	\$ -	\$544,085

Fuente: elaboración propia

Figura 16. Conformación inicial y reinversiones en inventario de materia prima

Al inicio del período 0 (etapa de diseño) el nivel de inventarios y cuentas del capital de trabajo será “cero”. Conforme avanza el período y se termina el diseño, el sistema productivo es construido (inversión fija) y a inicios de octubre entra en fase de arranque y pre-operativa (capital de trabajo). Cómo parte de las actividades pre-operativas se sabe que antes de que termine el período cero se deberá comprar (en moneda del período 0) y almacenar, la cantidad de materias primas e insumos (MP e I) suficiente para salvaguardar

los requerimientos de un mes del departamento de producción, acorde con el programa de producción y venta definido para el período 1.

La situación desde el período 1 y hasta el período (N-2) de la etapa operativa, es la siguiente: al inicio del período (n) el inventario MP e I mantiene el nivel establecido a finales del período anterior, mismo que deberá salvaguardar hasta por un mes la producción del período que inicia. El nivel del inventario MP e I se mantendrá estable, durante todo el período, salvo en momentos en que, como se ya explicó, abastecerá al departamento de producción para ser utilizado como salvaguarda durante una emergencia, debiendo ser restituido a su nivel basal tan pronto ésta concluya. Al cierre del período (n) se toman las previsiones necesarias para comprar (en moneda del período n) y almacenar, la cantidad adicional suficiente de MP e I para salvaguardar los requerimientos del departamento de producción, acorde con el programa de producción y venta definido para un mes del período $n+1$. Al llegar al final del período (N-1), es decir, el último período operativo ya no será necesario incrementar el nivel de salvaguarda de inventario MP e I, debido a que en el siguiente período (N) el sistema productivo entrará en etapa de desmantelamiento y liquidación.

Finalmente, en el período N el sistema productivo entra en etapa de desmantelamiento y liquidación. Al inicio del período el inventario MP e I tiene el nivel establecido, a finales del período anterior (N-1). La MP e I acumulados serán entonces vendidos en el mercado conforme al precio vigente, recuperando así, en moneda del año N el valor acumulado en el inventario MP e I.

A través de transacciones similares realizadas en paralelo, el sistema productivo recupera, en moneda del año N, el valor acumulado en el inventario de producto terminado. Las cuentas por cobrar y por pagar respectivamente se cobran y pagan, considerando su cobro en moneda del período anterior ya que fue a finales de dicho período, cuando se realizaron la venta y la compra a crédito. De igual forma se recupera el “efectivo en caja”, es decir se va al banco a terminar el contrato y retirar el capital financiero que se haya acumulado en los períodos anteriores. La suma del capital financiero recuperado a partir de los elementos del capital de trabajo es lo que se conoce como “valor residual del capital de trabajo”.

Si finalmente se suma el “valor residual del capital de trabajo”, con el “valor residual de los activos tangibles e intangibles” y el “valor de reventa del terreno”, la resultante será el “valor de rescate” (sección 8.1) el cual con fines del análisis de rentabilidad será la única entrada u origen de dinero que tenga lugar en el período de desmantelamiento y liquidación del sistema productivo.

Capítulo 8

Estimaciones para la etapa de liquidación

8.1 Ingresos derivados del valor de rescate

En el período del desmantelamiento y liquidación, ya no se va a elaborar producto, sin embargo, es un año en el que se puede recuperar dinero a través de la venta de todo aquello que aún tengan valor en el sistema productivo (terreno, activos que aún conserven vida útil, elementos del capital de trabajo, etc.). A la suma del valor de venta (en pesos del período de la liquidación) de todos estos elementos se les denomina **valor de rescate**.

Así, el **valor de rescate** de la empresa representa el último ingreso del sistema productivo y se compone de los siguientes elementos:

$$\text{Valor de rescate (VR) } [\$ \text{ período liquidación}] = VRT + VRA + VRCT - - - \text{ Ec. 8.1}$$

donde:

VRT = Valor de venta del terreno

VRA = Suma del valor de venta o residual de los activos

VRCT = Suma del valor residual del capital de trabajo

donde a su vez:

$$VRCT = VRIMP + VRIPP + VRIPT + VR\$C + VRCXC - VRCXP - - - \text{ Ec. 8.2}$$

y

VRIMP = valor de venta (año de liquidación) de las materias primas e insumos en inventario

VRIPP = valor de venta (año de liquidación) del producto en proceso (puede ser cero)

VRIPT = valor de venta (año de liquidación) del producto terminado en el inventario

VR\$C = retiro final (año de liquidación) de la cuenta bancaria del efectivo en caja

VRCXC = recuperación de la ventas a crédito del producto de diciembre año “N-1”

VRCXP = pago de la compra a crédito (materia prima e insumos) de diciembre año “N-1”

Como es de esperar, todos los cálculos anteriores requieren un esfuerzo para pronosticar el valor futuro de cada uno de los elementos implicados.

8.1.1 Recuperación del valor residual de los activos

El valor residual de los activos es el que, año tras año hasta terminar su vida útil, le queda a un activo tangible o intangible, una vez que se ha descontado el monto acumulado derivado de su depreciación o amortización.

Se calcula de la siguiente manera, según sea el caso:

$$VR_{(año\ n)} = VO - D \text{ (Acumulada al año } n) \quad \text{ó} \quad VR_{(año\ n)} = VO - A \text{ (acumulada al año } n) \quad \text{--- Ec. 8.3}$$

donde:

$VR_{(año\ n)} [\text{\$}] = \text{Valor residual al año “n”}$

$VO [\text{\$}] = \text{Valor original}$

$D [\text{\$}] = \text{Depreciación acumulada al año } n$

$A [\text{\$}] = \text{Amortización acumulada al año } n$

Como se revisó ya en la Sección 7.2.1.6, la Ec. 7.5 permite calcular el valor residual de un activo al paso del tiempo. Si para cada uno de los activos del sistema productivo se aplica dicha fórmula considerando el año “N” del desmantelamiento-liquidación y luego se suman los resultados parciales de todos ellos, como resultado se tendrá el valor residual total de los activos para el año “N”, mismo que también se puede consultar como el total para el año “N” de la **tabla valores residuales de los activos**, la cual, como también ya se comentó en la sección 72.1.6, suele ser

integrada a la par de la **tabla depreciación y amortización de activos**, pero en la cual:

\$ VRA [período 0] = la suma (Σ) de lo que se estipula en sus cotizaciones originales en el año cero

\$ VRA [período 1] = \$ VRA [período 0] - Σ dep. y amort. de todos los activos durante el período 1

\$ VRA [período 2] = \$ VRA [período 1] - Σ dep. y amort. de todos los activos durante el período 2

\$ VRA [período 3] = \$ VRA [período 2] - Σ dep. y amort. de todos los activos durante el período 3

\$ VRA [período "N-1"] = \$ VRA [período "N-2"] - Σ dep. y amort. de todos los activos durante el período "N-1"

Sin embargo es importante reiterar que la inversión fija se estima inicialmente en la etapa de diseño (período cero) del sistema productivo. A partir de ese momento puede sufrir incrementos o decrementos debido a los siguientes fenómenos:

- Incremento debido a la compra, en algún año operativo, de nuevos activos que permitan incrementar la capacidad instalada de la planta.
- Incremento debido a la compra, en algún año operativo, de activos que remplazarán a los que terminan vida útil (es el caso de los autotransportes que tienen una vida útil menor a los 10 años).
- Decremento debido al fenómeno de la depreciación y amortización de activos.
- Incremento inflacionario de su valor. También la infraestructura usada incrementa su valor debido a este fenómeno.

Así, la suma de estos fenómenos hace que la infraestructura industrial (inversión fija) tenga un valor diferente para cada uno de los años operativos del sistema productivo.

8.1.2 Plusvalía y recuperación por el valor de reventa del terreno

El monto de dinero que se estima será recuperado (en pesos del año de desmantelamiento-liquidación) por la venta del terreno, deberá calcularse considerando los incrementos anuales que se espera tenga el valor de reventa de este activo derivado de la inflación particular o plusvalía que tenga de acuerdo con la región donde se encuentre ubicado.

Así, para conocer el valor del terreno en el período de la liquidación, será necesario conocer la estimación de su plusvalía anual. En el caso de que ésta varíe al paso del tiempo, se puede utilizar la fórmula del modelo de interés simple (Sección 2.3.1.1) para escalar su valor, un período a la vez, hasta llegar al período de la etapa de desmantelamiento y liquidación:

$$F = P \cdot (1+i) \text{ - - - Ec. 2.5 (con un valor de } n = 1)$$

donde:

F = Valor futuro = valor del terreno en el año $[n]$

P = Valor presente = valor del terreno en el año $[n-1]$

I = inflación (que en el caso del terreno es igual a su plusvalía)

En el caso particular en que se estima que la plusvalía permanecerá constante a lo largo de todo el horizonte de planeación del sistema productivo, se podrá utilizar directamente la fórmula del interés compuesto (Sección 3.2.1.2) para estimar el valor que el terreno alcanzará para el período de la liquidación:

$$F = P \cdot (1+i)^n \text{ - - - Ec. 2.5}$$

donde:

F [=] \$: valor futuro = valor del terreno en el período “ n ”

P [=] \$: valor presente = valor del terreno en el período 0

i [=] % aca: inflación (que en el caso del terreno es igual a su plusvalía)

n [=] años: número de períodos que separan el presente del futuro

8.1.3 Recuperación del valor acumulado en el capital de trabajo

El valor residual del capital de trabajo estará conformado por la suma de dinero que sea posible recuperar al vender en la etapa de desmantelamiento y liquidación lo que se ha acumulado de valor en los siguientes elementos:

- Inventario de producto en proceso.
- Inventario de materias primas e insumos.
- Inventario de producto terminado.
- Cuentas por cobrar.
- Cuentas por pagar (recuerden que éstas se pagan y por lo tanto se “restan”).
- Efectivo en caja (dinero que se recuperará del banco al cerrar la cuenta).

Los criterios a seguir para estimar el monto de dinero a recuperar (en pesos del año de la liquidación) asociado a cada uno de los elementos del capital de trabajo es el siguiente:

- IMP = Cantidad de materia prima e insumos en el almacén valorada a costo de MP .
- IPP = Normalmente no se recupera a menos que se pueda transformar en producto terminado.
- IPT = Kg en el almacén desde dic. año 9 valorado a precio de venta producto del año 11.
- CXC = Kg vendidos a crédito en dic. año 10 valoradas a precio de venta producto del año 10.
- CXP = Kg comprados de MP a crédito en dic. año 10 valoradas a costo MP del año 10.
- $\$$ caja = lo que tiene la cuenta en el mes de diciembre del último año operativo.

8.1.3.1 *Recuperación del inventario de producto en proceso*

Hay que recordar que el producto en proceso es aquel material intermedio que se encuentra transformándose dentro de los equipos de proceso y que por lo mismo ya no es “materia prima”, pero todavía no es “producto terminado”.

Así, el producto en proceso no puede venderse como tal en el mercado, razón por lo cual al final del último período operativo, cuando dejan de alimentar materias primas e insumos a los equipos de proceso, se deberá determinar en cuál de los siguientes dos escenarios se encontrará el sistema productivo en el año de su desmantelamiento y liquidación:

- a) En el caso de mantener funcionando los equipos y operando los servicios auxiliares, resulta factible y conveniente continuar con el proceso de transformación del último lote de “producto en proceso” hasta convertirlo en producto terminado, en cuyo caso será posible venderlo en el mercado y recuperar el monto de dinero que resulte de multiplicar la cantidad (kg o litros o unidades, etc.) que se prevé se obtendrá a partir de éste último lote de producto en proceso por el precio unitario que se estima tendrá el producto terminado en el año de la liquidación.
- b) En el caso de que no resulte factible continuar con el proceso de transformación del último lote de producto en proceso, éste último deberá ser conducido al sistema de tratamiento de residuos para su manejo y disposición final, imposibilitando con ello la recuperación de algún valor residual.

8.1.3.2 *Venta del producto terminado resguardado en el almacén*

Para determinar el monto de dinero a recuperar asociado a este inventario, será necesario determinar al finalizar el último año de operación, qué cantidad (kg o litros o unidades, etc.) de producto terminado se tienen resguardada en el almacén y multiplicar dicha cantidad por el precio unitario que se estima tendrá el producto en el año de la liquidación.

8.1.3.3 Venta de las materias primas e insumos resguardados en el almacén

Para determinar el monto de dinero a recuperar asociado a este otro inventario se sigue un procedimiento equivalente al que se acaba de describir para el inventario de producto terminado, es decir, al finalizar el último año operativo se deberá determinar qué cantidad (kg o litros o unidades, etc.) de cada materia prima e insumos se tienen resguardadas en el almacén y multiplicar dichas cantidades por los costos unitarios que se estima tendrá cada una de las materias primas e insumos en el mercado el año de la liquidación.

8.1.3.4 Recuperación de las cuentas por cobrar

Para el caso de las cuentas por cobrar, el monto de dinero a recuperar (en pesos del año de desmantelamiento-liquidación) será aquel equivalente a las ventas de producto realizadas a crédito durante el mismo plazo que se les otorgue a los clientes como “compra a plazo sin intereses”. Por ejemplo, en el supuesto de que a todos los clientes del sistema productivo se les haya otorgado el plazo de un mes para pagar sus compras sin intereses, el monto de dinero a recuperar en enero del período de la liquidación será igual a aquel que contabiliza las ventas realizadas durante el mes de diciembre del último período operativo.

8.1.3.5 Cancelación de las cuentas por pagar

El caso de las cuentas por pagar es similar al anterior pero ahora el sistema productivo toma el papel de cliente (de sus proveedores) y al inicio del período siguiente tendrá que saldar sus “cuentas por pagar” (en pesos del año de desmantelamiento-liquidación) por un monto equivalente a las compras de materias primas e insumos realizadas a crédito durante el mismo plazo que los proveedores del sistema productivo le otorgaron como “compra a plazo sin intereses”. Por ejemplo, en el supuesto de que a todos los proveedores de materias primas e insumos le hayan otorgado al sistema productivo el plazo de un mes sin intereses para pagar sus compras, el monto de dinero a pagar en enero del período de la liquidación será el igual a aquel que contabiliza las compras de materias primas e insumos realizadas durante el mes de diciembre del último período operativo.

8.1.3.6 Cancelación de la cuenta bancaria y recuperación del efectivo en caja

El efectivo en caja es una especie de inventario del “dinero” que está bajo el resguardo de un banco. El monto de dinero a recuperar (en pesos del período de la liquidación) será aquel que se haya acumulado en la cuenta de inversiones del banco a finales del mes de diciembre del último período operativo, mismo que será retirado el primer día del período de la liquidación, momento en el que se asume será cancelada la cuenta bancaria.

8.2 Egresos derivados del desmantelamiento y liquidación del sistema productivo

Asumiendo que el sistema productivo no tiene que hacer frente a pasivos laborales, ambientales o fiscales con proveedores o de algún otro tipo, como se comentó en la sección 5.3 los trámites para la liquidación y disolución del sistema productivo se realizan sin costo y en un período máximo de 2 meses. Sin embargo, sería razonable considerar los siguientes desembolsos:

1. El pago de los honorarios de un asesor que conozca y acompañe al sistema productivo en los trámites laborales, fiscales y legales correspondientes.
2. El pago de la liquidación o indemnización de los trabajadores por cierre de la empresa (La Ley Federal del Trabajo, artículos 162, 434 y 436) equivalente a tres meses de salario (incluida la parte proporcional de aguinaldo y prima vacacional), así como el pago de la prima de antigüedad que contempla 20 días de salario por cada año laborado (ContadorMx, 2010; Sánchez, 2021 y Milenio, 2021).

Cuarta parte
Análisis de rentabilidad
en proyectos de inversión

Al concluir la tercera parte del libro se cuenta ya con los elementos necesarios para ubicar a los sistemas productivos como células de desarrollo-deterioro social, económico, político y ambiental; describir su “ciclo de vida”, así como la importancia de la *evaluación financiera*, y dentro de esta última, del *análisis de rentabilidad* durante la etapa de diseño de los *proyectos de inversión*; reconocer y estimar la magnitud de los principales *ingresos* y *egresos* de un sistema productivo a lo largo de las etapas de: a) diseño, b) operación y c) desmantelamiento y liquidación.

Así, al iniciar esta CUARTA PARTE del libro se asume que se han adquirido los conceptos, teorías y metodologías necesarias para avanzar con los siguientes pasos de la estrategia descrita, en la INTRODUCCIÓN para la *evaluación financiera de proyectos*:

- Definir la duración del horizonte de planeación del sistema productivo, así como de sus etapas de diseño, operación y desmantelamiento-liquidación.
- Integrar un listado de *equipos principales de proceso* y con base en sus *hojas de datos* se procederá a cotizar, o bien, estimar la inversión necesaria para adquirir cada uno de éstos.
- Tomando como base de cálculo la sumatoria del monto necesario para comprar los *equipos principales de proceso*, utilizar el método de Lang para estimar el monto de la *inversión fija*, es decir el capital financiero necesario para comprar los *activos tangibles* e *intangibles* y con ellos construir la infraestructura del sistema productivo.
- Estimar, como parte del período cero, la inversión necesaria para el *capital de trabajo*, mismo que permitirá: a) arrancar por primera vez la infraestructura y b) considerar una serie de previsiones

o salvaguardas para evitar que la planta, una vez que ha arrancado, tenga que parar por falta de algún recurso.

- Estimar, con base en el proceso diseñado así como los balances de materia y energía, los **egresos operativos**, es decir, la suma de los **costos de producción** y los **gastos generales** para cada uno de los períodos operativos de la futura empresa.

Ahora en esta cuarta parte del libro se explicará cómo realizar la evaluación financiera de proyectos a partir de las siguientes actividades.

- Con base en las estimaciones realizadas, en el Capítulo 9 se integrarán, para todos los períodos del horizonte de planeación, los **presupuestos de ingresos y egresos**, y con éstos, el **diagrama de flujo de efectivo** (DFE) del sistema productivo. En este diagrama se representarán, como flechas hacia arriba (ingresos) y hacia abajo (egresos), los diferentes movimientos financieros del sistema productivo, a saber: **inversión fija**, **capital de trabajo**, **ingresos por venta**, **productos financieros**, **costos de producción**, **gastos generales**, **valor de rescate**.
- Con base en la información del DFE, en el Capítulo 10 se integrará los siguientes estados proforma:
 - El **estado de resultados**: para estimar la **utilidad financiera** para cada uno de los años de operación de la empresa, así como el pago del **impuesto sobre la renta (ISR)** y la **participación de los trabajadores en las utilidades (PTU)**.
 - El **flujo de caja**: restará al total de entradas, el total de salidas de dinero para determinar el **saldo** o dinero que el sistema productivo podrá transferir a la cartera de los inversionistas, en cada uno de los años del horizonte de planeación.
- A partir de los saldos, en el Capítulo 11 se integrará ahora el **diagrama de flujo neto de efectivo** (FNE), mismo que representará los movimientos netos anuales de entradas y salidas de dinero que el inversionista podría esperar que suceda en su “cartera” —como consecuencia de haber invertido en el proyecto— en cada uno de los años del horizonte de planeación.

- A partir del FNE, en el Capítulo 12 se calcularán los diversos **indicadores financieros**, como la **tasa mínima aceptable de rendimiento financiero** (TMARF), el **valor presente neto** (VPN), la **tasa interna de rendimiento financiero** (TIRF), entre otros, mismos que permitirán concluir si el desempeño financiero del sistema productivo cumple o no con las expectativas del inversionista.
- Finalmente, en el Capítulo 13 se realizará un **análisis de sensibilidad** para determinar la variabilidad esperada en los indicadores de rentabilidad, ante un potencial cambio en alguno de los parámetros o variables de diseño —**mercado**, **técnico** y tecnológico (**ingeniería de procesos** e **ingeniería de proyectos**)— que se fueron definiendo en la formulación del sistema productivo.

Una vez concluida la CUARTA PARTE del libro se estará preparado para realizar un **análisis de rentabilidad en proyectos de inversión** y con base en los resultados de dicho análisis se podrán formular recomendaciones sobre la conveniencia (financiera) o no de invertir en el proyecto en cuestión, así como sobre aquellos factores y variables a los que, debido a su impacto en el proyecto, se sugiere dar un seguimiento más puntual.

Capítulo 9

Integración de los presupuestos de ingresos y egresos

Como se afirmó al inicio de la segunda parte del libro, el presupuesto de un proyecto es aquel que combina el conjunto de ingresos (entradas de dinero) y de egresos (salidas de dinero) que se espera deriven de las operaciones del sistema productivo.

9.1. Presupuesto de ingresos

El **presupuesto de ingresos** se forma con todos los posibles ingresos que se prevé tenga el sistema productivo, esto es, no sólo las ventas de los productos, sino también las de subproductos y aquellos activos que aún conservan vida útil (valor de rescate). La tabla 20 muestra un formato útil para este propósito.

Tabla 20. Presupuesto de ingresos											
Concepto	Año										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ingresos asociados al diseño (apertura de cuenta bancaria con el efectivo en caja)											
Productos financieros											
Ingresos asociados a las actividades de operación											
Venta de producto											
Venta de subproducto											
Ingresos asociados a las actividades de liquidación											
Valor de rescate											

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de Gonzáles (2020)

De esta manera, el **presupuesto de ingresos** de un sistema productivo puede tener varios orígenes, sin embargo, con fines de la evaluación financiera de proyectos, los **ingresos por la venta del producto** suelen ser los más significativos.

Como es de esperar, todos los cálculos anteriores requieren un esfuerzo para pronosticar el valor futuro de cada uno de los elementos implicados.

9.2 Presupuesto de egresos

Tabla 21. Presupuesto de egresos												
Concepto	Año											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Egresos asociados a las actividades de la etapa de diseño												
Activos tangibles												
Activos intangibles												
Activos circulantes												
Egresos derivados de las actividades de la etapa de operación												
Costos de producción												
Gastos generales												
Egresos asociados a las actividades de la etapa de desmantelamiento-liquidación												
Gastos por liquidación												

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de Gonzáles (2020)

9.2.1 Egresos asociados a la etapa de diseño

Estos egresos están asociados al diseño, construcción, arranque y adecuaciones futuras a la infraestructura del sistema productivo. En el año cero o de diseño, éstos conforman lo que se conoce como la inversión fija y el capital de trabajo. En los años operativos, representan: a) las reinversiones en activos, ya sea para renovar aquellos que terminan su vida útil, o bien para ampliar la capacidad de la planta; b) los incrementos necesarios para mantener el nivel de salvaguarda asociado al capital de trabajo.

9.2.2. Egresos asociados a la etapa de operación

El presupuesto de egresos se conforma con todas las erogaciones en que se incurre en la operación de una empresa. Esto incluye tanto a los **costos de producción** como los **gastos generales**, sólo que ahora ya está proyectada en el horizonte de planeación de la empresa. A continuación, se muestra un formato tipo para la presentación del presupuesto de egresos:

Tabla 22. Formato del presupuesto de egresos asociados a las actividades de operación										
Concepto	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos de producción										
Costos variables										
Materias primas e insumos										
Servicios auxiliares										
Regalías										
Costos semi variables										
Mano de obra (obreros)										
Mano de obra (supervisores)										
Costos fijos de inversión										
Mantenimiento y reparación										
Suministros de operación										
Depreciación y amortización										
Rentas										
Seguros de planta										
Impuestos a la propiedad										
Costos fijos de operación										
Gastos generales										
Gastos administrativos										
Gastos de comercialización y venta										
Gastos de investigación y desarrollo										
Gastos financieros										
Gastos imprevistos										

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

9.2.3. Egresos asociados a la etapa de desmantelamiento-liquidación

Al término de la vida útil del sistema productivo, éste entra en proceso de desmantelamiento y liquidación generando una serie de gastos, como por ejemplo: liquidación del personal, desmantelamiento de la infraestructura, remediación del suelo, trámites legales y notariales, entre otros. Cabe mencionar que, salvo la indemnización a los trabajadores, es usual despreciar estos gastos debido a la falta de información y métodos de estimación en la literatura especializada.

9.3 Ejemplo: presupuesto ingresos/egresos de una empresas que elabora de bioinsecticida

Para elaborar los presupuestos de ingresos y egresos se requiere contar con:

- Información generada en los otros estudios de la formulación-evaluación-selección de proyectos: a) **programa de producción y ventas**, b) **requerimientos de recursos de consumo variable** acordes con el **programa de producción**, c) expectativa para el **incremento en los precios** tanto de productos y subproductos, como de los recursos necesarios para la operación del sistema productivo.
- Información generada en el propio estudio financiero: d) estimación de los **egresos de operación** (**costos de producción + gastos generales**), e) estimación de la **inversión total** (**inversión fija + capital de trabajo**), f) **estimación de los productos financieros**, g) **estimación del valor de rescate**.

9.3.1 Programa de producción y ventas

Para establecer este programa deberá considerarse el **crecimiento de la demanda** y la **penetración en el mercado**, así como definir el cómo va a ir creciendo la empresa, esto es, si el **mercado meta** establecido para dentro de 5 años es de 100 toneladas/día de un bioinsecticida, no es lógico pensar que desde el primer día se esté produciendo dicha cantidad, más bien se deberá establecer un programa de producción progresivo, mismo que para este ejercicio considerará: el primer año 65 toneladas/día, el segundo 70 toneladas/día, el tercero 75 toneladas/día, el cuarto 80 toneladas/día y el quinto año 100 toneladas/día.

Con base en esta información y el programa de precios de venta es posible calcular el presupuesto de ingresos por venta del sistema productivo (tabla 23).

Tabla 23. Ingresos por venta					
Concepto	Año				
	1	2	3	4	5
Volumen de ventas (toneladas/año)	65	70	75	80	100
Precio de venta del producto (\$/tonelada)	175,000	240,000	271,000	296,000	319,000
Ventas del producto (\$/año)	11,375,000	16,800,000	20,325,000	23,680,000	31,900,000

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González y Ramírez (1998)

9.3.2 Requerimiento de recursos de consumo variable acordes con el programa de producción

Una vez definido el programa de producción y ventas, será necesario definir:

- i) ¿qué **materias primas** e **insumos** serán necesarias, así como en qué proporciones y cantidades para obtener el producto?;
- ii) ¿cuál será la presentación (empaques y embalaje) del producto para comercializarlo en el mercado;
- iii) ¿cuánto personal va a laborar en la empresa, con que perfil de puestos y cuáles serán sus funciones? y
- iv) ¿qué cantidad y características de los **servicios auxiliares** se van a requerir para mantener las condiciones de operación del proceso?

Para la producción del bioinsecticida se requiere tener la siguiente formulación:

Ingredientes	(%)
<i>Bacillus thuringiensis</i>	5.00
Caolín	75.00
Almidón	14.00
Lignosulfonato protector UV	2.5
Talco	3.5

La venta del producto se hará en cajas de 10 paquetes de 500 gramos cada uno.

El personal requerido se muestra a continuación:

Cantidad	Puesto
1	Gerente general
1	Gerente de ventas
1	Ingeniero de procesos (supervisores)
1	Investigador
1	Asesor Agrícola
1	Secretaria
3	Obreros calificados
1	Laboratorista
1	Fogonero
2	Almacenistas
2	Vigilantes
2	Limpieza

Las necesidades de servicios auxiliares para el primer año son:

Servicio auxiliar	Puesto
Agua	922 m³/año
Energía eléctrica	213,961 kWh/año
Combustible	640 m³/año

El resultado de este análisis es una matriz que muestra para cada uno de los años operativos del sistema productivo la necesidad de **materias primas**, **insumos**, **personal**, **servicios auxiliares**, etc. En la siguiente tabla se presenta el **requerimiento de estos recursos de consumo variable** acordes con el programa de producción:

Tabla 24. Requerimiento de recursos consumibles acorde con el programa de producción

Concepto	Año				
	1	2	3	4	5
Materias primas fermentación (toneladas)					
Melaza	15.18	16.35	17.51	19.85	23.35
Harina de soya	5.69	6.13	6.56	7.44	8.73
Agua de cocimiento	7.56	8.14	8.72	9.89	11.63
CaCO ₃	0.20	0.21	0.23	0.26	0.30
H ₃ PO ₄	1.33	1.44	1.54	1.74	2.05
NaOH	9.95	10.71	11.48	13.01	15.30
Tween 80	1.98	2.14	2.29	2.59	3.05

Tabla 24. Requerimiento de recursos consumibles acorde con el programa de producción

Concepto	Año				
	1	2	3	4	5
Materias primas formulación (toneladas)					
Caolín	48.75	52.50	56.25	63.75	75.00
Almidón	9.10	9.80	10.50	11.90	14.00
Lignosulfato	1.63	1.75	1.88	2.13	2.50
Talco	2.28	2.45	2.63	2.98	3.50
Envases (unidades)	130,000	140,000	150,000	170,000	200,000
Embalaje (unidades)	13,000	14,000	15,000	17,000	20,000
Mano de obra (personas)					
Gerente general	1	1	1	1	1
Gerente de ventas	1	1	1	1	1
Ingeniero de procesos (supervisores)	1	1	1	1	1
Investigador	1	1	1	1	1
Asesor	1	1	1	1	1
Secretaria	1	1	1	1	1
Obreros	3	3	4	4	4
Laboratorista	1	1	1	1	1
Fogonero	1	1	1	1	1
Almacenista	1	2	2	2	2
Vigilantes	2	2	2	2	2
Limpieza	2	2	2	2	2
Servicios					
Agua (m³)	922	922	950	950	950
Energía eléctrica (kWh/año)	213,961	239,955	264,546	285,002	306,170
Combustible (litros)	640	784	896	896	896

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González y Ramírez (1998)

9.3.3 Pronóstico del incremento en los precios de producto y recursos

Para realizar estas estimaciones, es necesario considerar el tiempo de vida del sistema productivo y realizar proyecciones futuras con técnicas de prospección, como las descritas en el Apéndice 1 “Métodos de ajuste de curva por mínimos cuadrados” del libro *Identificación de proyectos y análisis del mercado* (Arteaga y González, 1996, pp. 173 a 176).

El resultado es una matriz con una estructura similar a la de la sección anterior, pero en la que ahora se indican los costos unitarios asociados a los diferentes recursos de consumo variable en la producción.

Siguiendo con el ejemplo anterior se tiene:

Tabla 25. Matriz de costos unitarios asociados a los recursos consumibles para la producción

Concepto	Año				
	1	2	3	4	5
Materias primas fermentación (\$/toneladas)					
Melaza	647	932	1,333	1,799	2,315
Harina de soya	1,779	1,711	1,870	1,897	2,143
Agua de cocimiento	650	810	930	1,310	1,770
CaCO ₃	6,095	6,729	7,429	8,201	9,054
H ₃ PO ₄	15,969	17,404	18,812	20,327	21,943
NaOH	2,438	2,691	2,961	3,257	3,582
Tween 80	10,360	11,418	12,331	13,318	14,650
Materias primas formulación (\$/toneladas)					
Caolín	1,724	2,228	2,914	3,461	8,847
Almidón	3,628	3,882	4,154	4,445	4,755
Lignosulfato	13,984	16,167	18,811	19,758	20,200
Talco	2,721	2,906	3,186	3,441	3,751
Envases (\$/unidad)	1.90	2.26	2.60	3.04	3.59
Embalaje (\$/unidad)	0.32	0.34	0.38	0.45	0.55

Tabla 25. Matriz de costos unitarios asociados a los recursos consumibles para la producción

Concepto	Año				
	1	2	3	4	5
Mano de obra (\$/trabajador)					
Gerente general	12,000	14,040	16,427	19,219	22,487
Gerente de ventas	9,800	11,466	13,415	15,696	18,364
Ingeniero de procesos (supervisores)	9,000	10,881	13,003	15,486	18,240
Investigador	9,000	10,881	13,003	15,486	18,240
Asesor	4,800	5,616	6,571	7,688	8,995
Secretaria	2,500	2,925	3,422	4,004	4,685
Obreros	3,150	3,808	4,551	5,420	6,384
Laboratorista	3,500	4,095	4,791	5,605	6,384
Fogonero	1,350	1,632	1,950	2,323	2,736
Almacenista	1,350	1,632	1,950	2,323	2,736
Vigilantes	1,125	1,360	1,625	1,936	2,280
Limpieza	1,125	1,360	1,625	1,936	2,280
Servicios (\$/unidad)					
Agua (m ³)	0.65	0.81	0.99	1.31	1.77
Energía eléctrica (kWh/año)	0.84	0.88	0.93	1.01	1.10
Combustible (litros)	0.80	0.82	0.90	1.19	1.64

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González y Ramírez (1998)

Para terminar la estimación del costo de producción asociado a los recursos de consumo variable, será ahora necesario multiplicar las matrices de requerimientos (tabla 24) y de costos unitarios (tabla 25). Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 26. Matriz de egresos anuales asociados a los recursos consumibles para la producción

Concepto	Año				
	1	2	3	4	5
Materias primas fermentación (\$/año)					
Melaza	9,821.46	15,238.2	23,340.83	35,710.15	54,055.25
Harina de soya	10,122.51	10,488.43	12,267.2	14,113.68	18,708.39
Agua de cocimiento	4,914	6,593.4	8,109.6	12,955.9	20,585.1
CaCO ₃	1,219	1,413.09	1,708.67	2,132.26	2,716.2
H ₃ PO ₄	21,238.77	25,061.76	28,970.48	35,368.98	44,983.15
NaOH	24,258.1	28,820.61	33,992.28	42,373.57	54,804.6
Tween 80	20,512.8	24,434.52	28,237.99	34,493.62	44,682.5
Materias primas formulación (\$/año)					
Caolín	84,045	116,970	163,912.5	220,638.75	663,525
Almidón	33,014.8	38,043.6	43,617	52,895.5	66,570
Lignosulfato	22,793.92	28,292.25	35,364.68	42,084.54	50,500
Talco	6,203.88	7,119.7	8,379.18	10,254.18	13,128.5
Envases (\$/año)	247,000	316,400	390,000	516,800	718,000
Embalaje (\$/año)	4,160	4,760	5,700	7,650	11,000
Mano de obra (\$/año)					
Gerente general	144,000	168,480	197,124	230,628	269,844
Gerente de ventas	117,600	137,592	160,980	188,352	220,368
Ingeniero de procesos (supervisores)	108,000	130,572	156,036	185,832	218,880
Investigador	108,000	130,572	156,036	185,832	218,880
Asesor	57,600	67,392	78,852	92,256	107,940
Secretaria	30,000	35,100	41,064	48,048	56,220
Obreros	113,400	137,088	218,448	260,160	306,432

Tabla 26. Matriz de egresos anuales asociados a los recursos consumibles para la producción

Concepto	Año				
	1	2	3	4	5
Mano de obra (\$/año)					
Laboratorista	42,000	49,140	57,492	67,260	76,608
Fogonero	16,200	19,584	23,400	27,876	32,832
Almacenista	16,200	39,168	46,800	55,752	65,664
Vigilantes	27,000	32,640	39,000	46,464	54,720
Limpieza	27,000	32,640	39,000	46,464	54,720
Servicios (\$/años)					
Agua (m ³)	599.30	746.82	940.50	1,244.50	1,681.50
Energía eléctrica (kWh/año)	179,727.24	211,160.40	246,027.78	287,852.02	336,787.00
Combustible (litros)	512.00	642.88	806.40	1,066.24	1,469.44

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González y Ramírez (1998)

9.3.4 Estimación de inversión fija, capital de trabajo y estructura financiera

Posteriormente es necesario conocer la **inversión fija** y el **capital de trabajo del sistema productivo**, así como su **estructura financiera**:

Tabla 27. Inversión fija de la planta

Rubro	Monto (\$ año cero)
Costo total del equipo	1,743,668
Transportes, seguros, impuestos y derechos aduanales.	87,183
Gastos de organización	180,000
Gastos de instalación de equipos	523,100
Mobiliario y equipo de oficina	70,000
Equipo analítico	500,000
Tubería	120,000
Instrumentación	261,550
Instalaciones eléctricas	191,550
Obra Civil	525,150
Terreno	224,000
Acondicionamiento	15,000
Equipos auxiliares	257,280
Planta de aguas residuales	77,500
Autotransporte*	107,812
Costo físico de la planta	4,883,793
Ingeniería y supervisión	1,133,384
Imprevistos	1,046,201
Inversión fija	7,063,378

*El autotransporte es el único activo que será necesario remplazar a lo largo del horizonte de planeación del proyecto. Esto se hará a finales del año 4 y se estima que considerando la inflación promedio anual su costo ascenderá a \$ 188,564.00

Siendo que el 30% de la inversión fue financiada con un **préstamo bancario** por \$2,119,013 a una tasa de interés del 1.53% mcm mediante pagos constantes de capital a 60 meses se tiene:

Tabla 28. Amortización del crédito refaccionario (pagos a capital constante por 60 meses)							
n	S ₀	GI	PI	PCC	PT	NP	S _f
0	-	-	-	-	-	\$2,119,013	\$2,119,013
1	\$2,119,013	\$32,441	\$32,441	\$35,317	\$67,758	\$0	\$2,083,696
2	\$2,083,696	\$31,901	\$31,901	\$35,317	\$67,217	\$0	\$2,048,379
3	\$2,048,379	\$31,360	\$31,360	\$35,317	\$66,677	\$0	\$2,013,062
4	\$2,013,062	\$30,819	\$30,819	\$35,317	\$66,136	\$0	\$1,977,745
5	\$1,977,745	\$30,278	\$30,278	\$35,317	\$65,595	\$0	\$1,942,429
6	\$1,942,429	\$29,738	\$29,738	\$35,317	\$65,055	\$0	\$1,907,112
7	\$1,907,112	\$29,197	\$29,197	\$35,317	\$64,514	\$0	\$1,871,795
8	\$1,871,795	\$28,656	\$28,656	\$35,317	\$63,973	\$0	\$1,836,478
9	\$1,836,478	\$28,116	\$28,116	\$35,317	\$63,433	\$0	\$1,801,161
10	\$1,801,161	\$27,575	\$27,575	\$35,317	\$62,892	\$0	\$1,765,844
11	\$1,765,844	\$27,034	\$27,034	\$35,317	\$62,351	\$0	\$1,730,527
12	\$1,730,527	\$26,494	\$26,494	\$35,317	\$61,811	\$0	\$1,695,210
13	\$1,695,210	\$25,953	\$25,953	\$35,317	\$61,270	\$0	\$1,659,894
14	\$1,659,894	\$25,412	\$25,412	\$35,317	\$60,729	\$0	\$1,624,577
15	\$1,624,577	\$24,872	\$24,872	\$35,317	\$60,188	\$0	\$1,589,260
16	\$1,589,260	\$24,331	\$24,331	\$35,317	\$59,648	\$0	\$1,553,943
17	\$1,553,943	\$23,790	\$23,790	\$35,317	\$59,107	\$0	\$1,518,626
18	\$1,518,626	\$23,250	\$23,250	\$35,317	\$58,566	\$0	\$1,483,309
19	\$1,483,309	\$22,709	\$22,709	\$35,317	\$58,026	\$0	\$1,447,992
20	\$1,447,992	\$22,168	\$22,168	\$35,317	\$57,485	\$0	\$1,412,675
21	\$1,412,675	\$21,627	\$21,627	\$35,317	\$56,944	\$0	\$1,377,358
22	\$1,377,358	\$21,087	\$21,087	\$35,317	\$56,404	\$0	\$1,342,042

Tabla 28. Amortización del crédito refaccionario (pagos a capital constante por 60 meses)

n	S ₀	GI	PI	PCC	PT	NP	S _f
23	\$1,342,042	\$20,546	\$20,546	\$35,317	\$55,863	\$0	\$1,306,725
24	\$1,306,725	\$20,005	\$20,005	\$35,317	\$55,322	\$0	\$1,271,408
25	\$1,271,408	\$19,465	\$19,465	\$35,317	\$54,782	\$0	\$1,236,091
26	\$1,236,091	\$18,924	\$18,924	\$35,317	\$54,241	\$0	\$1,200,774
27	\$1,200,774	\$18,383	\$18,383	\$35,317	\$53,700	\$0	\$1,165,457
28	\$1,165,457	\$17,843	\$17,843	\$35,317	\$53,160	\$0	\$1,130,140
29	\$1,130,140	\$17,302	\$17,302	\$35,317	\$52,619	\$0	\$1,094,823
30	\$1,094,823	\$16,761	\$16,761	\$35,317	\$52,078	\$0	\$1,059,507
31	\$1,059,507	\$16,221	\$16,221	\$35,317	\$51,537	\$0	\$1,024,190
32	\$1,024,190	\$15,680	\$15,680	\$35,317	\$50,997	\$0	\$988,873
33	\$988,873	\$15,139	\$15,139	\$35,317	\$50,456	\$0	\$953,556
34	\$953,556	\$14,599	\$14,599	\$35,317	\$49,915	\$0	\$918,239
35	\$918,239	\$14,058	\$14,058	\$35,317	\$49,375	\$0	\$882,922
36	\$882,922	\$13,517	\$13,517	\$35,317	\$48,834	\$0	\$847,605
37	\$847,605	\$12,976	\$12,976	\$35,317	\$48,293	\$0	\$812,288
38	\$812,288	\$12,436	\$12,436	\$35,317	\$47,753	\$0	\$776,971
39	\$776,971	\$11,895	\$11,895	\$35,317	\$47,212	\$0	\$741,655
40	\$741,655	\$11,354	\$11,354	\$35,317	\$46,671	\$0	\$706,338
41	\$706,338	\$10,814	\$10,814	\$35,317	\$46,131	\$0	\$671,021
42	\$671,021	\$10,273	\$10,273	\$35,317	\$45,590	\$0	\$635,704
43	\$635,704	\$9,732	\$9,732	\$35,317	\$45,049	\$0	\$600,387
44	\$600,387	\$9,192	\$9,192	\$35,317	\$44,509	\$0	\$565,070
45	\$565,070	\$8,651	\$8,651	\$35,317	\$43,968	\$0	\$529,753
46	\$529,753	\$8,110	\$8,110	\$35,317	\$43,427	\$0	\$494,436
47	\$494,436	\$7,570	\$7,570	\$35,317	\$42,886	\$0	\$459,119
48	\$459,119	\$7,029	\$7,029	\$35,317	\$42,346	\$0	\$423,803

Tabla 28. Amortización del crédito refaccionario (pagos a capital constante por 60 meses)

n	S ₀	GI	PI	PCC	PT	NP	S _f
49	\$423,803	\$6,488	\$6,488	\$35,317	\$41,805	\$0	\$388,486
50	\$388,486	\$5,948	\$5,948	\$35,317	\$41,264	\$0	\$353,169
51	\$353,169	\$5,407	\$5,407	\$35,317	\$40,724	\$0	\$317,852
52	\$317,852	\$4,866	\$4,866	\$35,317	\$40,183	\$0	\$282,535
53	\$282,535	\$4,325	\$4,325	\$35,317	\$39,642	\$0	\$247,218
54	\$247,218	\$3,785	\$3,785	\$35,317	\$39,102	\$0	\$211,901
55	\$211,901	\$3,244	\$3,244	\$35,317	\$38,561	\$0	\$176,584
56	\$176,584	\$2,703	\$2,703	\$35,317	\$38,020	\$0	\$141,268
57	\$141,268	\$2,163	\$2,163	\$35,317	\$37,480	\$0	\$105,951
58	\$105,951	\$1,622	\$1,622	\$35,317	\$36,939	\$0	\$70,634
59	\$70,634	\$1,081	\$1,081	\$35,317	\$36,398	\$0	\$35,317
60	\$35,317	\$541	\$541	\$35,317	\$35,858	\$0	\$0

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González y Ramírez (1998)

9.3.5 Estimaciones asociadas a los costos fijos de producción

Para estimar los costos fijos de producción se consideran los siguientes valores y factores:

- Depreciación y amortización (ver tabla 28).
- Seguros de planta (2.5% de la inversión fija).
- Rentas (puesto que todos los activos son adquiridos no hay necesidad de rentarlos).
- Mantenimiento y reparación (5% de la inversión fija).
- Suministros de operación (15% del monto asignado al mantenimiento y reparación).
- Impuestos al activo (1.5% de la inversión fija).
- Bienestar del personal (30% del costo de la mano de obra: obreros y supervisores).

Tabla 29. Presupuesto de egresos asociado a los costos fijos de producción

Concepto	Año				
	1	2	3	4	5
Depreciación y amortización de activos	652,900	652,900	652,900	652,900	673,087
Seguros de la planta	353,169	368,602	380,720	388,179	404,034
Rentas	0	0	0	0	0
Mantenimiento y reparación	353,169	406,144	467,066	537,126	617,695
Suministros de operación	52,975	60,922	70,060	80,569	92,654
Impuestos al activo	105,951	110,581	114,216	116,454	121,210
Bienestar del personal	66,420	80,298	112,345	133,798	157,494

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González y Ramírez (1998)

9.3.6 Estimaciones asociadas a los gastos generales

En la tabla 30 se proporciona la información sobre el presupuesto asociado a los gastos generales.

Tabla 30. Presupuesto de egresos asociado a los gastos generales

Concepto	Año				
	1	2	3	4	5
Gastos de administración	328,440	386,689.8	454,296	533,439	624,960.6
Gastos de comercialización y venta	135,240	158,230.8	185,127	216,604.8	253,423.2
Gastos de investigación y desarrollo	124,200	150,157.8	179,441.4	213,706.8	251,712
Gastos financieros	353,609	275,750	197,891	120,032	42,174
Gastos Imprevistos	107,894	123,443	143,609	166,352	216,242

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González y Ramírez (1998)

Los montos requeridos para el **capital de trabajo** tanto en el año de diseño (año 0) como en sus actualizaciones posteriores se muestra a continuación, con la indicación de que para cubrirlo no será necesario recurrir a un crédito de avío.

Tabla 31. Egresos asociados al capital de trabajo						
Concepto	Año					
	0	1	2	3	4	5
Inventario de materias primas e insumos	6,673	599	750	933	1,362	0
Inventario de producto en proceso	31,274	2,808	3,513	4,375	6,385	0
Inventario de producto terminado	156,368	14,040	17,564	21,874	31,926	0
Cuentas por cobrar	226,853	20,369	25,481	31,735	46,317	0
Cuentas por pagar	-6,673	-599	-750	-933	-1,362	0
Efectivo en caja	220,180	19,770	24,731	30,801	44,954	0

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González y Ramírez (1998)

9.3.7 Estimación de los productos financieros

Considerando que el efectivo en caja se deposita en una cuenta bancaria que ofrece un interés mcm de 1.17%, en la tabla 32 se calcula la generación de productos financieros durante los períodos operativos del horizonte de planeación del sistema productivo.

Tabla 32. Productos financieros (60 meses con una tasa de interés $i = 1.17\%$ mcm)							
n	S_0	GI	PI	PCC	PT	ND	S_f
0	-	-	-	-	-	\$220,180	\$220,180
1	\$220,180	\$2,576	\$2,576	\$0	\$2,576	\$0	\$220,180
2	\$220,180	\$2,576	\$2,576	\$0	\$2,576	\$0	\$220,180
3	\$220,180	\$2,576	\$2,576	\$0	\$2,576	\$0	\$220,180
4	\$220,180	\$2,576	\$2,576	\$0	\$2,576	\$0	\$220,180
5	\$220,180	\$2,576	\$2,576	\$0	\$2,576	\$0	\$220,180
6	\$220,180	\$2,576	\$2,576	\$0	\$2,576	\$0	\$220,180

Tabla 32. Productos financieros (60 meses con una tasa de interés $i = 1.17\%$ mcm)

n	S ₀	GI	PI	PCC	PT	ND	S _f
7	\$220,180	\$2,576	\$2,576	\$0	\$2,576	\$0	\$220,180
8	\$220,180	\$2,576	\$2,576	\$0	\$2,576	\$0	\$220,180
9	\$220,180	\$2,576	\$2,576	\$0	\$2,576	\$0	\$220,180
10	\$220,180	\$2,576	\$2,576	\$0	\$2,576	\$0	\$220,180
11	\$220,180	\$2,576	\$2,576	\$0	\$2,576	\$0	\$220,180
12	\$220,180	\$2,576	\$2,576	\$0	\$2,576	\$19,770	\$239,950
13	\$239,950	\$2,807	\$2,807	\$0	\$2,807	\$0	\$239,950
14	\$239,950	\$2,807	\$2,807	\$0	\$2,807	\$0	\$239,950
15	\$239,950	\$2,807	\$2,807	\$0	\$2,807	\$0	\$239,950
16	\$239,950	\$2,807	\$2,807	\$0	\$2,807	\$0	\$239,950
17	\$239,950	\$2,807	\$2,807	\$0	\$2,807	\$0	\$239,950
18	\$239,950	\$2,807	\$2,807	\$0	\$2,807	\$0	\$239,950
19	\$239,950	\$2,807	\$2,807	\$0	\$2,807	\$0	\$239,950
20	\$239,950	\$2,807	\$2,807	\$0	\$2,807	\$0	\$239,950
21	\$239,950	\$2,807	\$2,807	\$0	\$2,807	\$0	\$239,950
22	\$239,950	\$2,807	\$2,807	\$0	\$2,807	\$0	\$239,950
23	\$239,950	\$2,807	\$2,807	\$0	\$2,807	\$0	\$239,950
24	\$239,950	\$2,807	\$2,807	\$0	\$2,807	\$24,731	\$264,681
25	\$264,681	\$3,097	\$3,097	\$0	\$3,097	\$0	\$264,681
26	\$264,681	\$3,097	\$3,097	\$0	\$3,097	\$0	\$264,681
27	\$264,681	\$3,097	\$3,097	\$0	\$3,097	\$0	\$264,681
28	\$264,681	\$3,097	\$3,097	\$0	\$3,097	\$0	\$264,681
29	\$264,681	\$3,097	\$3,097	\$0	\$3,097	\$0	\$264,681
30	\$264,681	\$3,097	\$3,097	\$0	\$3,097	\$0	\$264,681
31	\$264,681	\$3,097	\$3,097	\$0	\$3,097	\$0	\$264,681
32	\$264,681	\$3,097	\$3,097	\$0	\$3,097	\$0	\$264,681
33	\$264,681	\$3,097	\$3,097	\$0	\$3,097	\$0	\$264,681
34	\$264,681	\$3,097	\$3,097	\$0	\$3,097	\$0	\$264,681
35	\$264,681	\$3,097	\$3,097	\$0	\$3,097	\$0	\$264,681

Tabla 32. Productos financieros (60 meses con una tasa de interés $i = 1.17\%$ mcm)							
n	S ₀	GI	PI	PCC	PT	ND	S _f
36	\$264,681	\$3,097	\$3,097	\$0	\$3,097	\$30,801	\$295,482
37	\$295,482	\$3,457	\$3,457	\$0	\$3,457	\$0	\$295,482
38	\$295,482	\$3,457	\$3,457	\$0	\$3,457	\$0	\$295,482
39	\$295,482	\$3,457	\$3,457	\$0	\$3,457	\$0	\$295,482
40	\$295,482	\$3,457	\$3,457	\$0	\$3,457	\$0	\$295,482
41	\$295,482	\$3,457	\$3,457	\$0	\$3,457	\$0	\$295,482
42	\$295,482	\$3,457	\$3,457	\$0	\$3,457	\$0	\$295,482
43	\$295,482	\$3,457	\$3,457	\$0	\$3,457	\$0	\$295,482
44	\$295,482	\$3,457	\$3,457	\$0	\$3,457	\$0	\$295,482
45	\$295,482	\$3,457	\$3,457	\$0	\$3,457	\$0	\$295,482
46	\$295,482	\$3,457	\$3,457	\$0	\$3,457	\$0	\$295,482
47	\$295,482	\$3,457	\$3,457	\$0	\$3,457	\$0	\$295,482
48	\$295,482	\$3,457	\$3,457	\$0	\$3,457	\$44,954	\$340,436
49	\$340,436	\$3,983	\$3,983	\$0	\$3,983	\$0	\$340,436
50	\$340,436	\$3,983	\$3,983	\$0	\$3,983	\$0	\$340,436
51	\$340,436	\$3,983	\$3,983	\$0	\$3,983	\$0	\$340,436
52	\$340,436	\$3,983	\$3,983	\$0	\$3,983	\$0	\$340,436
53	\$340,436	\$3,983	\$3,983	\$0	\$3,983	\$0	\$340,436
54	\$340,436	\$3,983	\$3,983	\$0	\$3,983	\$0	\$340,436
55	\$340,436	\$3,983	\$3,983	\$0	\$3,983	\$0	\$340,436
56	\$340,436	\$3,983	\$3,983	\$0	\$3,983	\$0	\$340,436
57	\$340,436	\$3,983	\$3,983	\$0	\$3,983	\$0	\$340,436
58	\$340,436	\$3,983	\$3,983	\$0	\$3,983	\$0	\$340,436
59	\$340,436	\$3,983	\$3,983	\$0	\$3,983	\$0	\$340,436
60	\$340,436	\$3,983	\$3,983	\$0	\$3,983	\$0	\$340,436

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González y Ramírez (1998)

9.3.8 Presupuesto de egresos operativos

Tabla 33. Presupuesto de egresos operativos					
Concepto	Año				
	1	2	3	4	5
Costos de producción					
Costos variables					
Materias primas e insumos	489,304	623,636	783,600	1,027,471	1,763,259
Servicios auxiliares	180,839	212,550	247,775	290,163	339,938
Regalías	0	0	0	0	0
Costos semivariables					
Mano de obra (obreros)	187,800	244,980	346,140	411,048	481,536
Mano de obra (supervisores)	108,000	130,572	156,036	185,832	218,880
Costos fijos de inversión					
Depreciación y amortización de activos	652,900	652,900	652,900	652,900	673,087
Seguros de la planta	353,169	368,602	380,720	388,179	404,034
Rentas	0	0	0	0	0
Mantenimiento y reparación	353,169	406,144	467,066	537,126	617,695
Suministros de operación	52,975	60,922	70,060	80,569	92,654
Impuestos al activo	105,951	110,581	114,216	116,454	121,210
Bienestar del personal	66,420	80,298	112,345	133,798	157,494
Gastos generales					
Gastos administrativos	328,440	386,690	454,296	533,439	624,961
Gastos de comercialización y venta	135,240	158,231	185,127	216,605	253,423
Gastos de investigación y desarrollo	124,200	150,158	179,441	213,707	251,712
Gastos financieros	353,609	275,750	197,891	120,032	42,174
Gastos imprevistos	107,894	123,443	143,609	166,352	216,242

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González y Ramírez (1998)

9.3.9 Estimación del valor de rescate

Se tiene como información los siguientes valores para calcular el valor de rescate del sistema productivo en el año de su desmantelamiento-liquidación:

- Valor residual de activos tangibles e intangibles = \$3,748,443.
- Valor residual de activos circulantes = \$1,340,096.
- Valor residual del terreno = \$1,479,825.
- Valor de rescate = \$6,568,365.

9.3.10 Presupuesto de ingresos del sistema productivo

Tabla 34. Presupuesto de ingresos						
Concepto	Año					
	1	2	3	4	5	6
Ingresos asociados a la etapa de diseño						
Productos financieros	30,913	33,689	37,161	41,486	3,983	0
Ingresos asociados a la etapa de operación						
Ventas de producto	11,375,000	16,800,000	20,325,000	23,680,000	31,900,000	0
Ventas de subproducto	0	0	0	0	0	0
Ingresos asociados a la etapa de desmantelamiento-liquidación						
Valor de rescate	0	0	0	0	0	6,568,365

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González y Ramírez (1998)

9.3.11 Presupuesto de egresos del sistema productivo

Para integrar el **presupuesto de egresos del sistema productivo** (tabla 35), resta sólo conjuntar los resultados de las tablas 27 (inversión fija), 31 (capital de trabajo) y 33 (egresos operativos).

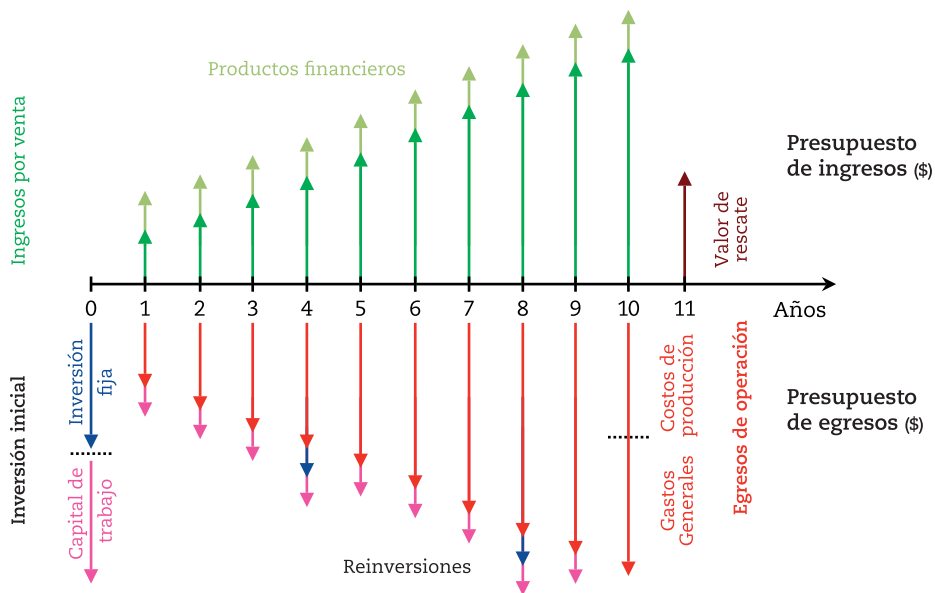
Tabla 35. Presupuesto de egresos							
Concepto	Año						
	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos asociados a la etapa de diseño							
Activos tangibles	4,093,510	0	0	0	188,564	0	0
Activos intangibles	2,969,868	0	0	0	0	0	0
Activos circulantes	634,675	56,986	71,288	88,785	129,582	0	0
Ingresos asociados a la etapa de operación							
Costos de producción	0	2,550,527	2,891,185	3,330,858	3,823,540	4,869,787	0
Gastos generales	0	1,049,383	1,094,271	1,160,364	1,250,135	1,388,512	0
Ingresos asociados a la etapa de desmantelamiento-liquidación							
Gastos por liquidación	0	0	0	0	0	0	*

*En este ejercicio los costos de liquidación se consideran como despreciables

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González y Ramírez (1998)

9.4 Diagrama de flujo de efectivo

A manera de síntesis gráfica, se retoma el *diagrama de flujo de efectivo* (figura 12), mismo que resume todos los movimientos financieros implicados en los presupuestos de ingresos y egresos de un proyecto.



Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Figura 12. Componentes de los presupuestos de ingresos y egresos

Cabe destacar que este *diagrama de flujo de efectivo* es el mismo que se presentó al inicio de la SEGUNDA PARTE del libro, lo que sirve para confirmar que se ha cumplido el propósito de establecer la magnitud monetaria de cada uno de los componentes del presupuesto de ingresos y egresos en el horizonte de planeación del sistema productivo.

Presupuesto de ingresos

- Ingresos asociados a la compra de activos (inversión en el sistema productivo).
 - Ingresos derivados de los intereses que genera la inversión del efectivo en caja en una cuenta bancaria (productos financieros años 1 a “N”).
- Ingresos asociados al despliegue del potencial de los activos (operación del sistema productivo).
 - Ingresos por la venta del producto (años 1 a “N-1”).
- Ingresos asociados a la venta de los activos (liquidación del sistema productivo).
 - Ingresos por la venta de los activos (valor de rescate año “N”).

Presupuesto de egresos

- Egresos asociados a la compra de activos (inversión en el sistema productivo).
 - Inversión (año 0) y reinversión (años 1 a “N-1”) en activos tangibles e intangibles (inversión fija).
 - Inversión (año 0) y reinversión (años 1 a “N-1”) en activos circulante (capital de trabajo).
- Egresos asociados al despliegue del potencial de los activos (operación del sistema productivo).
 - Egresos de operación del sistema productivo.
 - Costos asociados al departamento de producción (costos de producción).
 - Gastos asociados a cualquier otro departamento (gastos generales).
- Egresos asociados a la venta de los activos (liquidación del sistema productivo).
 - Gastos de desmantelamiento-liquidación del sistema productivo.

Capítulo 10

Estados proforma

Los estados financieros proforma representan lo que pasaría si todas las estimaciones del presupuesto se cumplieran exactamente. Estos estados financieros, reúnen todos los ingresos y egresos del proyecto y representan normalmente períodos de un año a lo largo de la vida útil del mismo, a menos que por la naturaleza del proyecto se requiera contar con un mayor desglose.

Si bien la *Ley del Impuesto sobre la Renta* (ISR) contempla otros estados financieros proforma, los relevantes para la evaluación financiera de proyectos son dos: el *Estado de Resultados Proforma* y el *Flujo de Caja Proforma*, mismos que se describen a continuación:

Estado proforma	Que indica
Estado de resultados proforma o Estado de perdidas y ganancias proforma	Resultados económicos esperados de cada período operativo.
Flujo de caja proforma	Fuentes y destino de los recursos en un período determinado

10.1 Estado de resultados proforma

El **estado de resultados proforma** es un modelo económico dinámico de una empresa, que muestra en forma clasificada y ordenada los movimientos de fondos en un período determinado, generalmente un año. Es un instrumento de la evaluación financiera de un proyecto que lleva a calcular la **utilidad neta**, así como el monto del **impuesto sobre la renta (ISR)** y la **participación de los trabajadores en las utilidades (PTU)**. El estado de resultados proforma presenta la siguiente estructura:

Tabla 36. Estado de resultados proforma (ganancias o pérdidas)										
Concepto	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
+ Valor de las ventas										
- Costos de producción										
= Utilidad bruta										
- Gastos generales										
= Utilidad de operación										
+ Productos financieros										
= Utilidad antes de impuestos										
- Impuestos sobre la renta (ISR)										
- Participación de los trabajadores en las utilidades (PTU)										
= Utilidad neta										

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

donde:

- La **utilidad bruta** se calcula restándole a los ingresos por ventas el **costo producción**.
- La **utilidad de operación** se calcula restándole a la **utilidad bruta** los **gastos generales**.
- La **utilidad antes de impuestos** es la suma de **utilidad de operación** y **productos financieros**.
- La **utilidad neta** resulta de restar a la **utilidad antes de impuestos**, el **ISR** y el **PTU**.

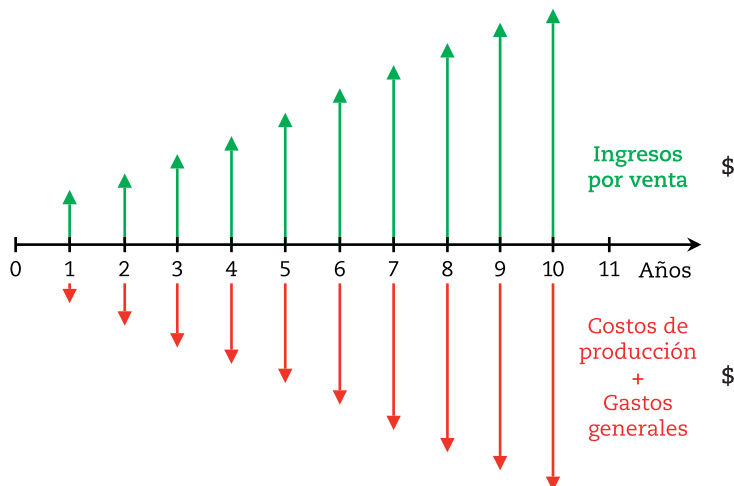
El cálculo del **ISR** y el **PTU** están sujetos a las leyes y misceláneas fiscales y laborales de cada país. En México estas tasas impositivas suelen fijarse alrededor del 30% y 10% respectivamente. Dichas tasas aplicarán sólo en aquellos casos en que la utilidad antes de impuesto resulte en un valor positivo.

Retomando el ejemplo del bioinsecticida, el Estado de Resultados Proforma quedaría:

Concepto	Año				
	1	2	3	4	5
Valor de las ventas	11,375,000	16,800,000	20,325,000	23,680,000	31,900,000
Costos de producción	2,550,527	2,891,185	3,330,858	3,823,540	4,869,787
Utilidad bruta	8,824,473	13,908,815	16,994,142	19,856,460	27,030,213
Gastos generales	1,049,383	1,094,271	1,160,364	1,250,135	1,388,512
Utilidad de operación	7,775,090	12,814,544	15,833,778	18,606,326	25,641,702
Productos financieros	30,913	33,689	11,412,161	41,486	3,983
Utilidad antes de impuestos	7,806,003	12,848,233	27,245,939	18,647,811	25,645,685
Impuestos sobre la renta (ISR)	2,341,801	3,854,470	8,173,782	5,594,343	7,693,705
Participación de los trabajadores en las utilidades (PTU)	780,600	1,284,823	2,724,594	1,864,781	2,564,568
Utilidad neta	4,683,602	7,708,940	16,347,563	11,188,687	15,387,411

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González y Ramírez (1998)

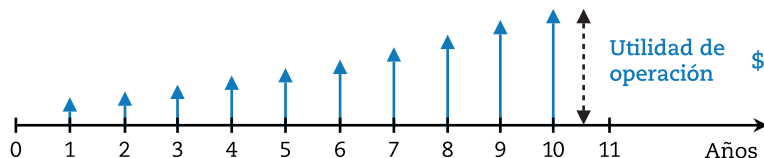
Revisemos la dinámica de cálculo, pero ahora de manera gráfica.



Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

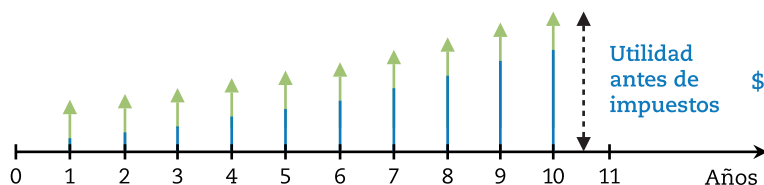
Figura 17. Cálculo de la utilidad de operación

Si a los ingresos por venta le restamos los costos de producción obtendremos la **utilidad bruta**, misma que si ahora le restamos los gastos generales



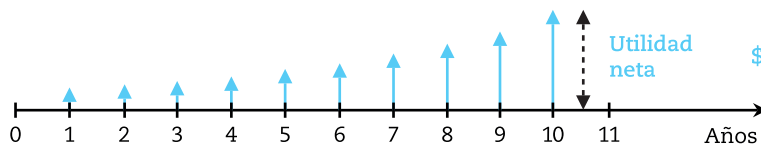
llegaremos a la **utilidad de operación**.

Si ahora le sumamos los productos financieros llegamos a la **utilidad antes**



de impuestos:

Si finalmente le descontamos el **ISR** y el **PTU** que por ley hay que pagar al gobierno (SAT) y repartir entre los trabajadores del sistema productivo, obtendremos la **utilidad neta**.



Es decir, al final del período los **ingresos** del sistema productivo (venta + productos financieros) habrán alcanzado para pagar a todos sus proveedores (**costos de producción** y **gastos generales**), cumplir con la legislación (**ISR** y **PTU**) y aún quedará un remanente (utilidad neta) que en primera instancia se utilizará para los **pagos a capital** del período, por los créditos contratados y si aún quedara un remanente (es lo que se busca) será repartido como **dividendos** entre los inversionistas para atender sus cuatro expectativas: i) recuperar el capital invertido, ii) ser compensados por la pérdida de poder adquisitivo del dinero, iii) ser compensado por el riesgo corrido y iv) obtener una ganancia adicional que incremente su poder económico.

10.1.1 Punto de equilibrio

El **punto de equilibrio** es un indicador financiero de gran importancia ya que indica cual sería el **volumen de producción-ventas**²⁴ que lograría que los ingresos operativos sean exactamente iguales a los egresos operativos, es decir que la **utilidad neta** sea igual a cero. De hecho, si se desprecia el valor de los productos financieros y se sabe que el **ISR** y el **PTU** sólo se pagan cuando las **utilidades antes de impuesto** son positivas, se podría fácilmente concluir que para el cálculo del **punto de equilibrio** basta con determinar aquel **volumen de producción-ventas** que condiciona el que la **utilidad de operación** sea igual a cero.

Para la determinación del **punto de equilibrio**, primeramente se determinan los **costos fijos** y los **costos variables** y después puede utilizarse ya sea un método analítico o bien uno gráfico.

²⁴ Si bien se trata de una simplificación de la realidad (se desprecian las pérdidas y mermas), en este libro se va a asumir que todo lo que se produce termina por ser vendido.

10.1.1.1 El método analítico para el cálculo del punto de equilibrio

Este método parte del supuesto de que existe un cierto volumen de producción (X_{eq} = punto de equilibrio) para el cual los **ingresos por venta** serán iguales a los egresos de operación.

$$\$IT = \$ET$$

donde:

$\$IT$: Ingreso total

$\$ET$: Egreso total

En este punto conviene recordar que, los egresos o **egresos de operación** equivalen a la suma **costos de producción + gastos generales** y que ambos pueden ser divididos a su vez en sus respectivas componentes variables (cuyo monto total depende del volumen de producción) y sus componentes fijos (cuyo monto total es independiente del volumen de producción). Así, los **egresos** o **costos totales de operación** también pueden ser expresados como la suma de sus **costos fijos** más sus **costos variables**.

De esta manera, si: $\$IT = PVu \cdot X$ y $\$ET = CF + CVu \cdot X$

entonces para el punto donde $\$IT = \ET se tiene: $PVu \cdot X_{eq} = CF + CVu \cdot X_{eq}$

donde:

PVu : Precio de venta unitario

X_{eq} : Unidades vendidas para alcanzar el punto de equilibrio

CF : Costos fijos

CVu : Costos variables por unidad

Despejando ahora para X_{eq} se tendrá la ecuación buscada:

$$X_{eq} = \left(\frac{CF}{PVu - CVu} \right) \text{ - - - Ec. 10.1}$$

Ejemplo: El punto de equilibrio en una empresa productora de pan.

El caso ilustra la opción de comprar una franquicia cuya inversión inicial es de \$195,000. Para determinar el punto de equilibrio de la franquicia se tienen los siguientes datos (González y Ramírez, 1998):

Ingresos (año)	
Venta pan blanco	\$ 58,080
Venta pan tipo bizcocho	\$ 134,400
Venta de pan tipo danés	\$ 316,040
Venta otro tipo de pan	\$ 59,784
Total	\$ 568,304

Egresos (año)	
Materia prima	\$ 129,221
Empaque	\$ 7,000
Mano de obra de producción	\$ 62,100
Servicios auxiliares	\$ 17,255
Gastos financieros	\$ 31,062
Control de calidad	\$ 2,175
Servicio al personal	\$ 1,265
Mantenimiento	\$ 4,590
Mano de obra de ventas	\$ 32,400
Gastos administrativos	\$ 3,060
Depreciación	\$ 19,500
Regalías	\$ 28,486
Publicidad	\$ 11,395
Impuestos (ISR)	\$ 74,873
Reparto de utilidades (PTU)	\$ 22,022

Ahora se procede a agrupar los costos en fijos y variables:

Costos variables	
Materia prima	\$ 129,221
Empaque	\$ 7,000
Mano de obra de producción	\$ 62,100
Servicios auxiliares	\$ 17,255
Regalías	\$ 28,486
Publicidad ²⁵	\$ 11,395
Mantenimiento	\$ 4,590
Impuestos (ISR)	\$ 74,873
Reparto de utilidades (PTU)	\$ 22,022
Total costos variables	\$ 356,942

Costos fijos de inversión	
Depreciación	\$ 19,500
Total	\$ 19,500

Costos fijos de operación	
Control de calidad	\$ 2,175
Servicio al personal	\$ 1,265
Total	\$ 3,440

Gastos generales fijos	
Gastos financieros	\$ 31,062
Mano de obra de ventas	\$ 32,400
Gastos administrativos	\$ 3,060
Total	\$ 66,522
Total costos fijos	\$ 89,462

25 La publicidad se considera un costo variable porque al ser franquicia, se calculan como un % de las ventas.

Con esta información, y sabiendo que se producen 31,157 piezas al mes a un precio promedio de \$1.52 /pza., se puede ya calcular el punto de equilibrio.

Partiendo de la ecuación:

$$X_{eq} = \left(\frac{CF}{PVu - CVu} \right)$$

donde:

$$CF = \$89,462$$

$$PVu = \$1.52 / pieza$$

$$CVu = \$356,942 \cdot \left(\frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} \right) \cdot \left(\frac{1 \text{ mes}}{31,157 \text{ piezas}} \right) = \$0.954686 / pza$$

sustituyendo:

$$X_{eq} = \frac{\$ 89,462 / \text{año}}{(\$ 1.52 / pza - \$0.954686 / pza)}$$

$$X_{eq} = 158,252 \text{ piezas} / \text{año}$$

$$X_{eq} = 13,188 \text{ piezas} / \text{mes}$$

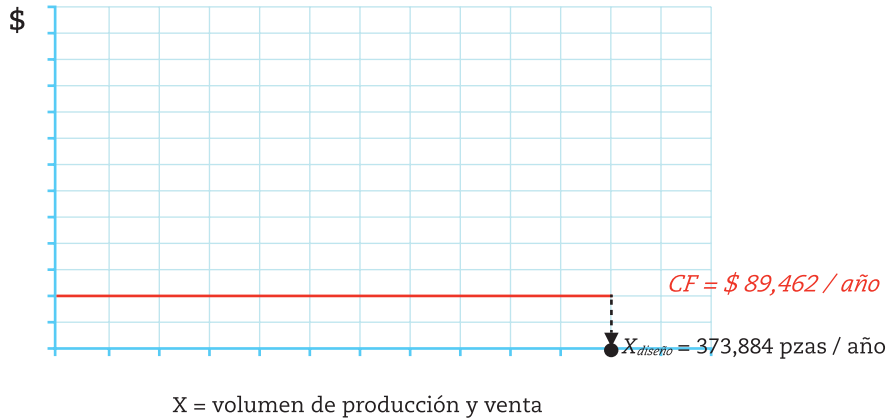
$$X_{eq} = 440 \text{ piezas} / \text{día}$$

10.1.1.2 El método gráfico para el cálculo del punto de equilibrio.

Para determinar el punto de equilibrio por el método gráfico se llevan a cabo los siguientes pasos:

- El eje de las ordenadas (Y) permitirá dar cuenta de los valores monetarios (\$) asociados tanto a los ingresos por venta como a los egresos operativos del sistema productivo en el año bajo estudio. La magnitud de los intervalos para este eje deberá ser definida con base en aquellos valores más elevados que vayan a ser registrados.
- Por su parte, el eje de las abscisas (X) permitirá dar cuenta de los diferentes valores que, en el año bajo estudio, pudiera tomar el volumen de producción-ventas del sistema productivo.

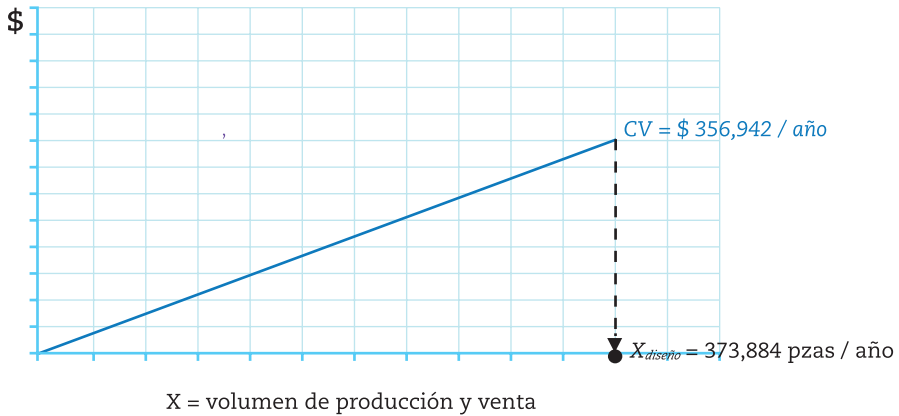
- c) Sobre el sistema cartesiano que integra a ambos ejes de referencia, se procede a graficar los **costos fijos** como una línea paralela a las abscisas, ya que son constantes e independientes del volumen a producir.



Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

La ecuación de la línea recta resultante será $Y = CF$. Es decir, una recta con pendiente cero y ordenada al origen CF donde, como se ha explicado ya, el valor de CF será igual a la sumatoria de la componente fija de los costos de producción más la componente fija de los gastos generales.

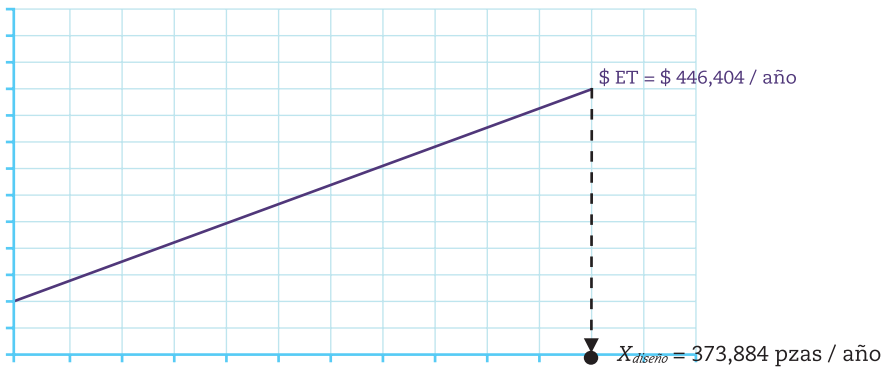
- d) Ahora, si de igual manera se grafican los **costos variables**, es decir aquellos que sí son función del volumen de producción obtendremos la siguiente gráfica:



Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

La ecuación de la recta resultante será $Y = CVu \cdot X$, es decir una línea recta con ordenada al origen y pendiente = CVu . Dado que la recta pasa por el origen, basta con conocer un segundo punto sobre la línea para poder trazar la recta. De manera natural se puede elegir para este segundo punto aquel que, para la estructura de costos del año bajo estudio, representaría los costos variables totales para la capacidad instalada del sistema productivo.

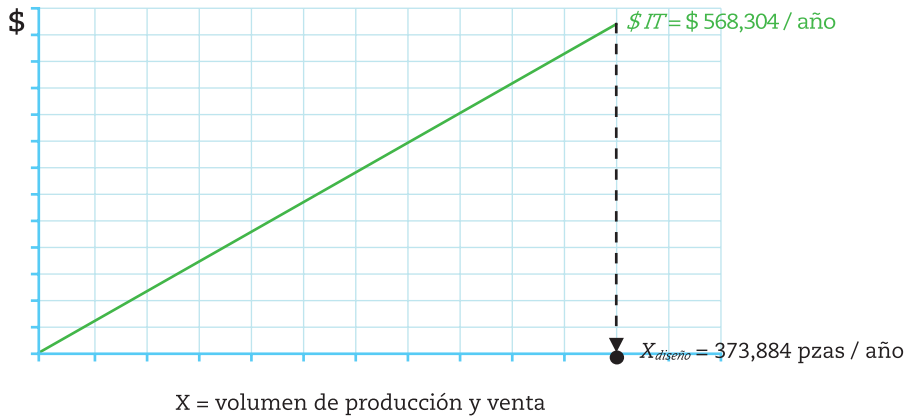
- e) Al sumar ambas rectas ($Y = CF$) + ($Y = CVu \cdot X$) se obtendrá la línea cuya ecuación es $Y = (CVu \cdot X) + CF$, en la que cada punto sobre la recta representará los **egresos totales de operación** ($\$ ET = CF + CV$) dado un volumen de producción-venta. Esta línea recta resultante ya no parte del origen (como era el caso de los costos variables), sino de los costos fijos (su ordenada al origen). Si además de esta ordenada al origen se conoce un segundo punto, será posible trazar la línea recta. Nuevamente de manera natural se puede elegir para este segundo punto aquel que, para la estructura de costos del año bajo estudio, representaría los egresos o egresos de operación totales para la capacidad instalada del sistema productivo.



X = volumen de producción y venta

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

- f) Si finalmente se grafica los **ingresos por venta**, mismo que son función tanto del volumen de producción-venta como del precio de venta unitario se obtendrá la ecuación de otra línea recta, en este caso $Y = PVu \cdot X$

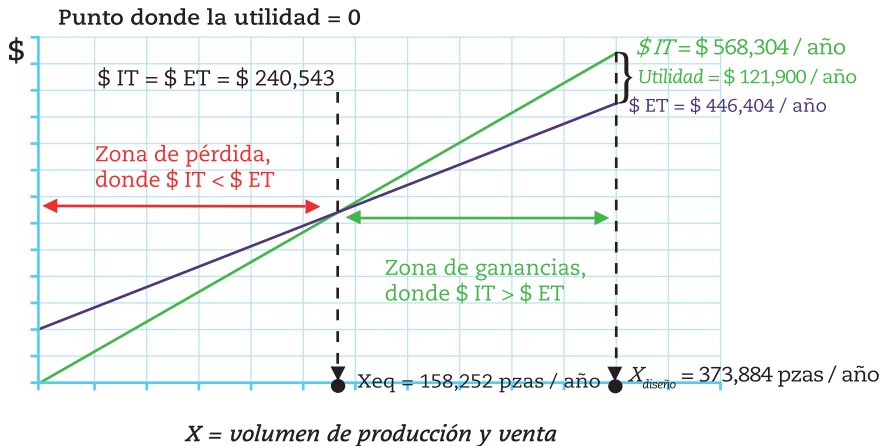


Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Dado que la recta pasa por el origen ($\$ IT = 0$ para $X = 0$), basta con conocer un segundo punto sobre la línea para poder trazar la recta. De manera natural se puede elegir para este segundo punto aquel que, para la estructura de precios del año bajo estudio, representaría los ingresos por venta totales para la capacidad instalada del sistema productivo.

Al empalmar las gráficas **ingresos por venta** y **egresos de operación** se observa que éstas se intersecan en un punto, mismo que al proyectarlo sobre el eje de las X determinará el **punto de equilibrio** (X_{eq}).

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)



Es importante detenerse por un momento a comprender las implicaciones de tres escenarios sugeridos por el punto de equilibrio:

- **ESCENARIO NEGATIVO** ($X = X_{eq}$): En el caso de que el volumen de producción y ventas del sistema productivo resulte exactamente igual al X_{eq} , la **utilidad** de ese año sería igual a cero. Es decir, los **ingresos por venta** apenas alcanzarían para pagar a todos los proveedores del sistema productivo, por lo que al final del año se reportaría al **grupo inversionista** que si bien el sistema productivo no reporta pérdidas, tampoco reporta ganancias que contribuyan a disminuir el saldo de la deuda con los acreedores (bancos), y mucho menos a cumplir las cuatro expectativas de los inversionistas:
 - Recuperar el capital invertido.
 - Ser compensados por la pérdida de poder adquisitivo de su dinero (inflación).
 - Ser compensados por el riesgo que se corre.
 - Recibir el beneficio de una ganancia adicional que eleve su poder económico real.

- **ESCENARIO CATASTRÓFICO ($X < X_{eq}$):** En el caso de que el volumen de producción y ventas del sistema productivo resulte **a la izquierda** del X_{eq} , la **utilidad** de ese año sería **negativa**. Es decir, los **ingresos por venta** no alcanzarían para pagar a todos los **proveedores** del sistema productivo, por lo que al final del año los **inversionista** tendrían que aportar (re-invertir) la cantidad de dinero suficiente para cubrir el **déficit**. De esta manera se carga un “**lastre adicional**” que deberá remontar el sistema productivo antes de estar en condiciones de disminuir el saldo de la deuda con sus acreedores (bancos) y cumplir con las expectativas de los **inversionistas**.
- **ESCENARIO PROMETEDOR ($X > X_{eq}$):** Sólo en el caso de que el volumen de producción y ventas del sistema productivo se encuentre **a la derecha** del X_{eq} (mientras más a la derecha mejor), resultaría en una **utilidad positiva**. Es decir, al final del año los **ingresos por venta** habrían alcanzado para pagar a todos los **proveedores** del sistema productivo y aún quedaría un remanente (**utilidad**) que en primera instancia se deberá utilizar para cubrir los **pagos a capital**, los **créditos contratados** y si aún queda un remanente (eso es lo esperado), comenzar a atender las cuatro expectativas de los **inversionistas**.

Si ahora se retoma el ejemplo utilizado en el cálculo analítico se podría observar que la franquicia de la panadería en cuestión se encuentra en un **ESCENARIO PROMETEDOR** ya que $X > X_{eq}$, lo que deriva en los siguientes resultados:

Punto de equilibrio	X_{eq}	=	158,252 pzas / año
Producción	X	=	373,884 pzas / año
Ingresos por venta	$@ X (\$ IT)$	=	$PVu \cdot X$
		=	$(\$ 1.52 / \text{pzas}) \cdot 373,884 \text{ pzas / año}$
		=	$\$ 568,304 / \text{año}$
Egresos de operación	$@ X (\$ ET)$	=	$CF + CV$
		=	$CF + (CVu \cdot X)$
		=	$\$ 89,462 / \text{año} + (0.954686 / \text{pza} \cdot 373,884 \text{ pzas / año})$
		=	$\$ 446,404 / \text{año}$
Utilidad de operación		=	$\$ 121,900 / \text{año}$

Si se asume que no se tienen **productos financieros** durante el período, a partir de dicha utilidad de operación, se tendrá que pagar un 30% de ISR (\$36,570) y 10% de PTU (\$12,190) con lo que quedaría una **utilidad neta** = \$73,140, misma que de existir algún adeudo bancario será destinado primero a cubrir los **pagos a capital** del período para luego repartir el resto como **dividendos** entre los inversionistas.

Así, podemos concluir que no basta con que el punto de equilibrio (X_{eq}) sea positivo, sino que deberá ser lo suficientemente grande para que, al cabo de los años operativos, el sistema productivo sea capaz de devolver el capital financiero que le fue prestado a través de los **créditos bancarios** y cumplir las cuatro expectativas de los **inversionistas**.

Por último es conveniente destacar los siguientes aspectos relevantes asociados al análisis del **punto de equilibrio**:

- El punto de equilibrio sin lugar a duda es una referencia importante para saber si con el volumen de producción que se está programando se generan utilidades positivas o negativas. Sin embargo, hay que resaltar que este indicador proporciona información únicamente para el período de tiempo en el que los **egresos** e **ingresos operativos** se mantienen constantes, por lo que habrá que evaluar éste, cada que se presenten cambios en estos parámetros. Así, no existe un punto de equilibrio único para todo el proyecto, sino que éste varía de acuerdo con las condiciones dadas en un determinado momento.
- Atendiendo a la advertencia anterior y considerando que en la evaluación de proyectos suelen realizarse pronósticos en los que se asumen una estructura de **precios** y **costos** que permanece constante durante todo el año, se puede concluir que los puntos de equilibrio cambiarán para cada año de operación del sistema productivo.
- Conforme avanza el horizonte de planeación del sistema productivo, y el volumen de producción-venta se acerca cada vez más a la **capacidad de diseño del sistema productivo**, se presentará un fenómeno conocido como **economía de escala** que ocasiona que los **costos variables unitarios** bajen al mismo tiempo que los **costos fijos** se distribuyan entre un mayor número de unidades de producción. Finalmente, esto deriva en que el **punto de equilibrio** se va a ir recorriendo hacia la izquierda del gráfico.

10.2 Estado de flujo de caja proforma

El **Flujo de Caja Proforma** tiene como propósito proyectar a futuro la liquidez de un sistema productivo. En ese sentido comparte propósito con muchos otros estados financieros que en la literatura especializada se puede encontrar con diferentes nombres: *Flujo de Efectivo*, *Flujo de Fondos*, *Estado de Aplicación de Fondos*, *Estado de Movimiento de Recursos*, *Estado de Recursos*, *Estado de Cambios en la Situación Financiera* o *Estado de Origen y Aplicación de Recursos*.

El **Flujo de Caja** muestra la situación financiera del sistema productivo con base en el flujo de efectivo. Mediante una ordenación de los recursos obtenidos y de la aplicación que de los mismos se ha previsto, se muestran los cambios experimentados en la situación financiera de un sistema productivo por las operaciones practicadas en un período determinado. Esto es, al mostrar los movimientos que realmente se esperan en el efectivo, el saldo representará la cantidad de dinero remanente o disponible al final de cada período.

Una estructura común en la evaluación financiera de proyectos para presentar el estado financiero del Flujo de Caja Proforma se muestra a continuación:

Tabla 38. Flujo de caja o estado de origen y aplicación de recursos proforma												
Concepto	Año											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Origenes (O)												
Valor de las ventas												
Aportación de socios												
Créditos bancarios												
Productos financieros												
Fondo de depreciación y amortización												
Valor de rescate												
Total de Origenes												

Tabla 38. Flujo de caja o estado de origen y aplicación de recursos proforma

Concepto	Año											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aplicaciones (A)												
Inversión fija												
Capital de trabajo												
Costos de producción												
Gastos generales												
I.S.R.												
P.T.U.												
Devolución del capital asociado a los créditos (bancarios o de otro tipo).												
Total de Aplicaciones												
Saldo (O - A)												

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

El “fondo de depreciación y amortización” representa un origen de dinero (entrada anual) al que el sistema productivo podrá recurrir en el momento de tener que renovar alguno(s) de sus activos. De hecho, se trata de un origen de dinero interno, ya que proviene directamente del costo de depreciación y amortización (uno de los costos de producción), mismo que es asociado a la pérdida de valor anual que sufren los activos fijos y diferidos del sistema productivo, por lo que el valor numérico que en cada uno de los períodos tenga este fondo será exactamente el mismo que el valor numérico que tenga en ese período el costo asociado a la depreciación y amortización de activos. Sin embargo, es importante recordar que al tratarse de un origen o entrada de dinero, el fondo lleva implícito un signo positivo “+”, mientras que el costo representa una aplicación o salida de dinero del sistema productivo, por lo que tiene implícito un signo negativo “—”.

El **saldo** representa la cantidad de dinero que queda, al final de cada período del horizonte de planeación, en la **cartera** del sistema productivo. Es decir, determina la cantidad de dinero remanente en su cartera una vez que, a partir del total de orígenes del recurso (\$), se ha cumplido con todos los compromisos establecidos durante el período con sus proveedores. Lo anterior aplica tanto para la etapa de **operación** como para las de **diseño** y **desmantelamiento-liquidación**.

El **saldo** comparte similitudes con el concepto de **utilidad** ya que en ambos casos la dinámica de cálculo determina la diferencia que resulta al restar un conjunto de salidas de dinero a un conjunto de entradas de dinero, desde y hacia la cartera del sistema productivo. Sin embargo, entre el **saldo** y la **utilidad** existen diferencias que resulta pertinente destacar en este punto (tabla 39).

Tabla 39. Diferencias entre la utilidad y el saldo

Característica	Utilidad	Saldo
Años que considera	Sólo años operativos [1-(n-1)]	Todo el horizonte de planeación [0-N]
Entradas	Ingresos = orígenes operativos	Cualquier tipo de origen
Salidas	Egresos = aplicaciones operativas	Cualquier tipo de aplicación
Finalidad	Calcular I.S.R. y P.T.U.	Calcular remanente \$ en el sistema productivo

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Capítulo 11

Flujo neto de efectivo

El *flujo neto de efectivo* (FNE) de un proyecto es quizá el elemento más importante dentro del estudio, pues es en éste que se basan todos los cálculos de la *evaluación financiera* del proyecto. A diferencia de la *utilidad* y el *saldo*, que determinan cierto tipo de acumulaciones de dinero en la cartera del sistema productivo, el *flujo neto de efectivo* determina la acumulación de dinero, pero ahora, en la cartera de los inversionistas.

En este punto conviene destacar que, por primera vez en el libro, la atención del análisis financiero se va a centrar en la cartera de los *inversionistas*. Fue necesario abrir un largo paréntesis, para analizar y comprender los movimientos que suceden en la cartera de un sistema productivo, antes de regresar al verdadero objetivo de la evaluación financiera de proyectos: analizar y comprender las implicaciones que para la cartera de los inversionistas tienen los movimientos y acumulación final de dinero en el sistema productivo. Llevando la explicación anterior a una ecuación para cualquier año del horizonte de planeación en que se establece la relación entre los inversionistas y sus sistemas productivos, se llegaría a:

$$FNE_n = \sum E_n - \sum S_n \text{ - - - - Ec. 11.1}$$

donde:

FNE_n = *flujo neto de efectivo para el año “n”*

$\sum E_n$ = *suma de entradas de dinero (\$) desde el sistema productivo = saldo*

$\sum S_n$ = *suma de salidas de dinero (\$) hacia el sistema productivo = aportaciones*

Parece entonces conveniente detenerse a analizar con detalle la relación que se establece entre los inversionistas y el sistema productivo, así como las consecuencias de esta relación para el intercambio de dinero entre sus respectivas carteras.

En el análisis financiero de un proyecto es indispensable tomar en cuenta todos los componentes del FNE asociado al mismo. Para ello conviene proceder en forma ordenada y sistemática, determinando para cada período económico los ingresos y/o egresos correspondientes a las siguientes etapas:

- a) Diseño: período cero del horizonte de planeación.
- b) Operación: desde el período 1 y hasta el “N-1” del horizonte de planeación.
- c) Desmantelamiento-liquidación: período “N” del horizonte de planeación.

11.1 Movimientos financieros durante la etapa de diseño

Al inicio del año cero el **sistema productivo** sencillamente no existe, ni en la realidad ni en el papel. Lo que sí existe es un grupo de **inversionistas** (con sus respectivas carteras) dispuestos a arriesgar **capital** e invertirlo en un posible sistema productivo, con la intención de que a largo plazo el capital invertido se recupere y reproduzca, incrementando así su poder económico.

Antes de invertir, los inversionistas están dispuestos a comprometer hasta aproximadamente el 10% de su capital, para contratar a un equipo de expertos que diseñen el sistema productivo, bajo una estrategia de aproximaciones sucesivas —niveles de estudio de **gran visión, perfil, pre factibilidad, factibilidad y definitivo**—, con lo que se espera minimizar el riesgo de perder el total de su capital.

Asumiendo que el diseño del proyecto (sistema productivo en el papel) se llevó a cabo en tres meses (enero – marzo) y que éste demostró un potencial para cumplir con las 4 expectativas de los inversionistas al grado de que éstos últimos decidan arriesgar el 90% restante de su capital de inversión se procede a gestionar los recursos necesarios, construir y arrancar el sistema productivo.

Se asumirá ahora que la **gestión de recursos** y la **construcción** se llevarán a cabo entre el mes de abril y hasta mediados de octubre y que el arranque y generación de salvaguardas, en fase pre operativa, sigue el siguiente calendario:

- 15-31 octubre: **arranque** (inventario de producto en proceso)
- 1-30 noviembre: se produce para el **inventario de producto terminado**
- 1 al 31 de diciembre: se produce para respaldar las **cuentas por cobrar**
- Finalmente, el 31 de diciembre se llevan a cabo los últimos preparativos:
 - Se compra a crédito (**cuentas por pagar**) el equivalente a un mes de materias primas e insumos (**inventario de materias primas**)
 - Se abre una cuenta en el banco (**efectivo en caja**) con un monto inicial equivalente al egreso operativo (costo de producción + gastos generales) estimado para un mes del primer año operativo al que se le ha restado (pues ya se cuenta con la salvaguarda del inventario respectivo) el monto correspondiente a la compra de materias primas e insumos.

Así, después de un período muy intenso, para la víspera de iniciar su primer año operativo, el sistema operativo ya existe y ha adquirido personalidad moral, ha sido arrancado y se encuentra listo para iniciar su etapa de empresa.

Al final de este año de diseño (año 0), los movimientos entre ambas carteras fueron:

Desde la cartera de los inversionistas se transfirió a la cartera del sistema productivo un monto equivalente a la suma de i) sus aportaciones para la **inversión fija** que, en conjunto con el **crédito refaccionario**, posibilitó el diseño, gestión de recursos y construcción de la infraestructura del sistema productivo y ii) sus aportaciones para el **capital de trabajo** que, en conjunto con el **crédito de avío**, posibilitó el arranque por primera vez de la infraestructura del sistema productivo y la integración de las salvaguardas para evitar que éste tenga que parar por la falta de algún recurso o la ocurrencia de cualquier imprevisto. De esta manera, si regresamos a la ecuación $FNE_0 = \sum E_0 - \sum S_0$ se puede determinar que el flujo neto de efectivo para el año de diseño o año cero es:

$FNE_0 = 0$ – Aportaciones de los inversionistas

$FNE_0 = -$ Aportaciones de los inversionistas

11.2 Movimientos financieros durante la etapa de operación

A partir del 1 de enero en el primer año operativo simultáneamente comienza: a) la labor del departamento de comercialización que al ritmo de la demanda consolidará las ventas del producto (utilizando para ello las existencias que ya se encuentran en el almacén asociado a las “**cuentas por cobrar**” del capital de trabajo); b) la labor del departamento de producción que irá consumiendo, al ritmo de su ciclo productivo, las materias primas, insumos y demás recursos de la producción para transformarlos en producto terminando, mismo que se entregará al almacén para recuperar el nivel asociado a las cuentas por cobrar.

Asumiendo que las **cuentas por cobrar** se fijaron en un mes de ventas, es probable que durante todo el mes de enero del primer año de operación el sistema productivo no registre ingresos por venta, sino sólo **cuentas por cobrar**, por lo que será necesario utilizar el efectivo en caja, más el inventario de materias primas e insumos para sufragar sus costos de producción y gastos generales durante ese mes de enero.

Al iniciar febrero, como consecuencia de recuperar el ingreso diferido por las **cuentas por cobrar** ya vencidas, comenzará a fluir el dinero hacia el sistema productivo. Será con dichos ingresos que ahora se pueda financiar los nuevos ciclos productivos, es decir que a partir de ese momento se espera que el sistema productivo sea capaz de autofinanciar los subsecuentes costos de producción y gastos generales durante el resto de toda su fase operativa.

Si se asume que el nivel del programa de producción rebasa el punto de equilibrio, entonces los **ingresos por venta** permitirán no sólo autofinanciar los **egresos de operación**, sino dejarán un remanente como **utilidad operativa**, misma que de ser lo suficientemente grande como para sumarse a otros orígenes y aplicaciones de recursos no operativos y arrojar un **saldo** anual positivo, que al estar ya libre de compromiso con cualquier otro **proveedor** del sistema productivo, puede ser repartido como **dividendos** entre los **inversionistas**. En caso contrario, para cualquier año en que el saldo resulte negativo, es decir que, una vez utilizados todos los orígenes del sistema productivo, aún queden compromisos financieros por atender con proveedores, los inversionistas estarán obligados a realizar nuevas aportaciones hasta por el monto pendiente, dejando así el saldo del sistema productivo en cero.

De esta manera, si nuevamente regresamos a la ecuación $FNE_0 = \sum E_0 - \sum S_0$ se puede determinar que el flujo neto de efectivo para cada uno de los años operativos será:

$$FNE_n = (\text{Saldo} - \text{Aportaciones de los inversionistas})_n$$

Para aquellos años en los que el saldo > 0 , no será necesario que los inversionistas realicen nuevas aportaciones, por lo que la ecuación se reduce a:

$$FNE_n = \text{Saldo}_n$$

11.3 Movimientos financieros durante la etapa de desmantelamiento-liquidación

Al terminar el último año operativo del horizonte de planeación, en la evaluación financiera de proyectos se asume que el sistema productivo está listo para iniciar el proceso de su desmantelamiento.

Durante esta etapa de desmantelamiento-liquidación, el único origen del dinero en el sistema productivo será su **valor de rescate** y si bien en la realidad se incurre en una serie de gastos asociados a esta etapa, se suele depreciar éstos y en consecuencia asumir que las aplicaciones durante ese año serán iguales a cero. De esta manera el saldo del año de la liquidación necesariamente será positivo, por lo que al recuperar nuevamente la ecuación $FNE_0 = \sum E_0 - \sum S_0$ se puede determinar el flujo neto de efectivo para el año “N” o de desmantelamiento-liquidación:

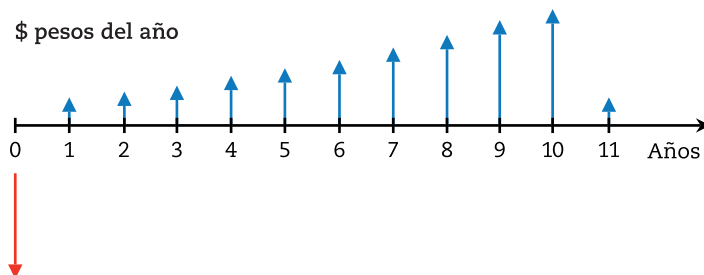
$$FNE_N = \text{Saldo}_N$$

En resumen, para calcular el **flujo neto de efectivo**, durante todos los años del horizonte de planeación del sistema productivo, basta con completar la siguiente tabla:

Tabla 40. Determinación del flujo neto de efectivo (FNE) _n												
Concepto	Año											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(+) Saldos												
(-) Aportaciones de los inversionistas												
FNE												

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

La representación gráfica de un flujo neto de efectivo se hace de manera discreta (en períodos anuales), mediante un diagrama de barras en el que la escala de tiempos se representa en el eje horizontal; los ingresos acumulados del período se indican con barras hacia arriba, al tiempo que los egresos acumulados del período con barras hacia abajo. En todos los casos, la longitud de la barra será directamente proporcional a la magnitud o monto del movimiento financiero respectivo (figura 18).



Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Figura 18. Diagrama de Flujo Neto de Efectivo (FNE)_n

La pregunta clave que formula la evaluación financiera es: ¿serán los FNE de los años 1 a “N” de una magnitud tal que alcance a cumplir las cuatro expectativas de los inversionistas? En el caso en que la respuesta sea SI, se puede afirmar que la inversión del capital de los inversionistas en el proyecto será **RENTABLE**. En el caso donde la respuesta sea NO, se afirmará lo contrario: la inversión del capital de los inversionistas en el proyecto **NO SERA RENTABLE**.

La pregunta no resulta trivial, ya que el poder establecer el comparativo entre la fecha roja y las azules depende no sólo del desempeño financiero del proyecto —magnitud de los **saldos** que éste será capaz de transferir a la cartera de los inversionistas— y la ambición financiera de los inversionistas —manifiesta como una tasa de interés (i_{ganancia})—, sino también de factores del contexto como son:

- El comportamiento inflacionario, que es una característica particular de cada país ($i_{\text{inflación}}$)
- El riesgo asociado al sector al que pertenece el sistema productivo (i_{riesgo})

Una complicación adicional emerge cuando tomamos consciencia de que no es posible realizar operaciones aritméticas directamente entre FNE de distintos años, ya que al estar expresado en unidades monetarias diferentes (los pesos del año “n” no son equivalente a los pesos de cualquier otro año, que no sea el mismo año “n”) no cumplen con el criterio de homogeneidad dimensional. Dicho de otra manera, para realizar el comparativo no se puede sumar o restar directamente las cantidades monetarias representadas por las flechas del diagrama del FNE.

11.4 Homogeneidad dimensional utilizando la ecuación $P = F / (1+i)^n$

Como se revisó en la sección 2.3.2, es posible determinar el valor de una cantidad monetaria en el presente (P) que resulte equivalente a cualquier cantidad en el futuro (F), siempre y cuando se defina una tasa de interés (i) y el número de períodos que separan a P de F.

Aplicada a los FNE tendríamos que:

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

donde, dado una tasa de interés (i):

FNE_n = Valor presente (en el año cero) equivalente al valor del FNE en el año n

La pregunta ahora es ¿qué tasa de interés (i) se debe usar? Para responder esta pregunta conviene recordar que bajo la perspectiva de la evaluación financiera, la única justificación de la existencia de un sistema productivo es que éste establezca una relación de intercambio de dinero con la cartera de los inversionistas, en la que al paso del tiempo se cumplan las siguientes expectativas de los inversionistas: a) recuperar el monto invertido, b) ser compensado por la pérdida de valor que al paso del tiempo dicho monto invertido sufre debido a la inflación, c) ser compensado por estar dispuestos a arriesgar (siempre existe la posibilidad de no recuperarlo) el monto invertido y d) obtener, una vez compensados los tres puntos anteriores, una ganancia adicional. Las cuatro expectativas anteriores se podrían interpretar también como a) recuperar el monto invertido, b) solicitar una tasa de interés compuesta que reproduzca su dinero considerando inflación, riesgo y

la ganancia esperada. En la evaluación financiera de proyectos a una tasa de descuento como la descrita en el inciso b), se le conoce como **tasa mínima aceptable de rendimiento financiero** (TMARF²⁶).

11.4.1 Tasa mínima aceptable de rendimiento financiero (TMARF)

$$TMARF = i_{\text{inflación}} + i_{\text{riesgo}} + i_{\text{ganancia}} \quad \text{--- Ec. 11.2}$$

donde:

$$i_{\text{inflación}} = \text{tasa de inflación nacional}$$

Para determinarla se sugiere utilizar el promedio de la proyección de la tasa de inflación nacional a lo largo del horizonte de planeación del sistema productivo.

$$i_{\text{riesgo}} = \text{tasa de riesgo del sector industrial al que pertenece el sistema productivo}$$

El riesgo es una característica sistémica asociada a cada inversión y sus circunstancias. Incluye consideraciones sobre riesgos asociados al producto, su manejo y grado de innovación; al proceso productivo, su complejidad y condiciones de operación; a las condiciones del mercado y la competencia; a la localización del proyecto, etc. Con fines de la evaluación financiera de proyectos vamos a considerar tres niveles para la tasa de riesgo: bajo (4 a 8%), medio (8 a 12%) y elevado (12 a 16%). A falta de un recurso más específico, la definición del valor específico que en cada proyecto se utilizará para esta tasa de riesgo depende de la apreciación intuitiva que los evaluadores tengan del proyecto y su circunstancia.

$$i_{\text{ganancia}} = \text{tasa de ganancia adicional que el inversionista espera obtener}$$

26 Como fue ya indicado en la nota a pie de página #2 de la INTRODUCCIÓN, el término TMARF (tasa mínima aceptable de rendimiento financiero) es equivalente a lo que en la literatura especializada se conoce como TMAR (tasa mínima aceptable de rendimiento) o TREMA (tasa de rendimiento mínima aceptable). La intención del autor es hacer evidente que se trata de un “rendimiento financiero”. Esta puntualización puede resultar innecesaria en el campo de las ciencias económico-administrativas, pero resulta útil en otras áreas del conocimiento y campos profesionales.

No existe un modelo matemático para determinar la “i de ganancia” que un inversionista espera obtener al invertir su capital. Usualmente es necesario preguntarle directamente, ya que se trata de una característica particular de cada inversionista; depende de su ambición financiera y de lo que se conoce como su “costo de oportunidad”, es decir, el mayor rendimiento financiero que dicho inversionista cree poder alcanzar al invertir su capital en alguna otra alternativa de inversión que compita por el uso de su capital financiero.

Ahora si incorporamos esta tasa compuesta en la fórmula de descuento de una suma llegaremos a la siguiente ecuación:

$$FNED_n = \frac{FNE_n}{(1 + TMARF)^n} \quad \text{--- Ec. 11.3}$$

Al analizar la ecuación anterior se destaca que mientras mayor sea la tasa “TMARF” mayor será también el “descuento” que se aplicará al FNE_n al convertirlo en su equivalente del período cero, es decir, $FNED_n$. De igual manera se puede notar que mientras mayor sea el tiempo que separe al período cero del momento en que el FNE_n tiene lugar, mayor será también el descuento que se aplicará para convertirlo en su equivalente del período cero.

Una vez que se hayan calculado todos los $FNED_n$ es decir los valores equivalentes para el año cero de cada uno de los FNE_n se habrá logrado la homogeneidad dimensional necesaria para poder realizar operaciones aritméticas entre los $FNED_n$ resultantes.

Si ahora se suman progresivamente los $FNED_n$, desde el período de diseño hasta el período donde se desea analizar la acumulación, se obtendría el **flujo neto de efectivo descontado acumulado** para cada año $(FNEDA)_n$.

Para el caso de estar analizando la acumulación que se lograría a lo largo de todo el horizonte de planeación del sistema productivo, es decir, el $(FNEDA)_N$, éste sería igual a la suma de los valores equivalentes para el año cero, de los “N+1” movimientos de dinero que suceden en la cartera de los inversionistas (año 0 al año N), derivados de su inversión en el proyecto. A ese valor se le conoce como **valor presente neto** (VPN), mismo que revisaremos con detalle en la sección 12.1.

Tabla 41. Homogeneidad dimensional y cálculos derivados del flujo neto de efectivo (FNE)

Concepto	Año											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
FNE (\$)												
FNED (\$ _{año 0})												
FNEDA (\$ _{año 0})												VPN

En un análisis similar al que, para el Valor Actual Neto (VAN), presenta Sapag *et al.* (2014, pp. 252), para el VPN se puede afirmar:

El cálculo del... [VPN]... variará en función de la tasa del costo de capital utilizada para el descuento de los flujos, es decir, el valor que se estime que generará un proyecto cambiará si cambia la tasa de rendimiento mínimo exigido por los inversionistas. Mientras mayor sea la tasa, los flujos de los primeros años tendrán mayor incidencia en el cálculo del VPN, no así los flujos posteriores; sin embargo, a medida que la tasa de costo de capital sea menor, la importancia de los flujos proyectados en el cálculo del VPN será mayor.

Capítulo 12

Indicadores financieros

Los **indicadores financieros** utilizan los valores de $FNED_n$ y $FNEDA_n$, para determinar si los movimientos financieros que se producen en la cartera de los inversionistas derivados de la inversión en un **sistema productivo** cumplen o no con las expectativas de éstos: a) recuperar el capital invertido y b) lograr que su dinero se replique a una tasa de interés (TMARF) que considere inflación, riesgo y una ganancia adicional. En todos aquellos casos en que el análisis financiero demuestre que estas expectativas llegaran a cumplirse, se podrá afirmar que la inversión será **RENTABLE**, en aquellos otros en que no suceda así, se concluirá que la inversión será **NO RENTABLE**.

Si bien existen numerosos indicadores financieros para determinar la rentabilidad de una inversión, son cuatro los más comúnmente utilizados: a) **Valor Presente Neto** (VPN), b) **Tasa Interna de Rendimiento Financiero** (TIRF), c) **Período de cumplimiento de la expectativa del inversionista** (PCEI) y d) **Aproximación porcentual al cumplimiento de la expectativa del inversionista** (APCEI).

12.1 Valor presente neto (VPN)

El VPN es uno de los indicadores financieros más utilizados para evaluar proyectos. Para calcularlo se utiliza la siguiente fórmula:

$$VPN = FNEDA_N$$

$$VPN = \sum_{n=0}^N (FNED_n) - \dots - \text{Ec. 12.1}$$

Para llegar a esta sumatoria se puede seguir un cálculo computacional a partir de una hoja de cálculo, ya sea utilizando una función financiera predefinida o bien desarrollando manualmente la tabla 42, misma que se revisó (tabla 41) al final del capítulo anterior:

Tabla 42. Cálculo del valor presente neto (VPN)												
Concepto	Año											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
FNE (\$)												
FNED (\$ _{año 0})												
FNEDA (\$ _{año 0})												VPN

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

El VPN tiene unidades de \$ del año cero y el criterio de rentabilidad es como sigue:

$VPN \geq 0$ ----- La inversión en el proyecto es **RENTABLE**.

$VPN < 0$ ----- La inversión en el proyecto es **NO RENTABLE**.

Para comprender mejor la lógica detrás de este criterio es necesario revisar con detenimiento que es lo que sucede en la operación de “descuento de una suma”.

Dado que TMARF integra en una sola tasa de interés (o de replicación del dinero) a tres de las cuatro expectativas de los inversionistas, entonces al descontar los intereses acumulados en los “n” períodos que separan al FNE_n del año cero, se están logrando dos objetivos a) garantizar dichos intereses a los inversionistas y b) determinar la magnitud del remanente, es decir, el valor equivalente en el año cero (FNED) que si se le dejara reproducirse a una tasa de interés compuesta igual a TMARF, durante los “n” períodos que separan a P de F, sería capaz de acumular el valor equivalente en el futuro = FNE. Dicho de otra manera, FNED y FNE son cantidades equivalentes siempre y cuando se garantice una tasa de interés compuesta = TMARF durante los “n” períodos que separan a P de F.

De esta manera, dado que tres expectativas de los inversionistas ya han sido garantizadas en la operación de descuento de una suma, el único

compromiso adicional que los FNED deberán garantizar para que la inversión resulte **RENTABLE** es: cumplir con la 4ª expectativa faltante, es decir recuperar el monto de la aportación inicial de los inversionistas, lo cual se logrará siempre y cuando la $\sum_{n=1}^n (FNED_n)$ que sea igual al $FNED_0$, lo que es equivalente a pedir que $VPN = \sum_{n=0}^n (FNED_n) = 0$.

De esta manera, la interpretación del valor numérico del VPN es como sigue:

- VPN = 0 → el sistema productivo cumplió las 4 expectativas de los inversionistas.
- VPN > 0 → el sistema productivo cumplió las 4 expectativas de los inversionistas y aún sobra la cantidad monetaria adicional indicada por el VPN (expresada en pesos del año cero), la cual podrá ser repartida entre ellos.
- VPN < 0 → al sistema productivo le faltó la cantidad monetaria (expresada en pesos del año cero) indicada por el VPN, para cumplir con las 4 expectativas de los inversionistas.

12.2 Tasa interna de rendimiento financiero (TIRF)

Dado que $VPN = 0$ es el parteaguas entre una inversión rentable y una que no lo sea, resulta muy atractivo conocer qué valor de “i” de descuento lograría que $FNED_N = 0$, es decir, que la $\sum_{n=0}^n (FNED_n) = 0$.

Si se revisa la ecuación $FNED = \frac{FNE}{(1+i)^n}$ se podrá inferir que mientras mayor sea la tasa de descuento “i” mayor será el descuento que deberá realizarse a FNE por lo que la cantidad FNED tenderá a resultar más pequeña, reduciendo con ello sus posibilidades para que la $\sum_{n=0}^n (FNED_n) = 0$. Es decir, mientras mayor sea la tasa de descuento “i” mayor es la exigencia de intereses y menor las posibilidades de que el proyecto la cumpla.

Para todo proyecto existe una “i” de descuento que logra que $\sum_{n=0}^n (FNED_n) = 0$. A esa “i” de descuento es a la que se le designa como **tasa interna de rendimiento financiero** (TIRF), y representa la tasa de interés compuesto más alta que el proyecto puede ofrecer y aún ser aprobado en el límite, es decir cuando el $FNED_N = 0$.

El cálculo de la TIRF requiere resolver para la variable “i” la siguiente igualdad y dado que se trata de una ecuación no lineal será necesario emplear un método numérico o bien una estrategia iterativa.

$$FNEDA_N = \sum_{n=0}^N \left(\frac{FNE_n}{(1+i)^n} \right) \text{ --- Ec. 12.2}$$

$$VPN = FNEDA_N$$

La TIRF al ser una tasa de interés tiene unidades de % aca y el criterio de rentabilidad es como sigue:

TIRF $\geq$ TMARF ----- La inversión en el proyecto es **RENTABLE**.

TIRF $<$ TMARF ----- La inversión en el proyecto es **NO RENTABLE**.

Con el propósito de determinar la rentabilidad, la interpretación del valor numérico de la TIRF tiene que ser contrastado contra el valor numérico de la TMARF, siendo la interpretación de los posibles casos, como sigue:

Si TIRF = TMARF $\rightarrow$ El proyecto ofrece como máximo una tasa de interés igual a aquella que los inversionistas tienen como expectativa mínima.

Si TIRF $>$ TMARF $\rightarrow$ El proyecto ofrece como máximo una tasa de interés que es mayor a aquella que los inversionistas tienen como expectativa mínima.

Si TIRF $<$ TMARF $\rightarrow$ El proyecto ofrece como máximo una tasa de interés que es menor a aquella que los inversionistas tienen como expectativa mínima.

El cálculo exacto de la TIRF se puede realizar por varios métodos, aquí se comentarán tres:

1. A partir del FNE y la TMARF desarrollar en una hoja de cálculo la tabla 41 y calcular los FNED y el FNEDA para cada uno de los años del horizonte de planeación del proyecto. Observar el valor del VPN obtenido y determinar, según convenga, una nueva tasa de descuento “i” que al remplazar a la TMARF y realizar una nueva corrida, aproxime el VPN hacia el cero. Continuar de esta manera iterativa modificando la tasa de descuento “i” hasta encontrar aquella (TIRF) que logre la convergencia de $FNEDA_N = \sum_{n=0}^N (FNE_n / (1+TIRF)^n) = 0$.

- De manera más sofisticada se puede utilizar algún método numérico para obtener aquella “i” de descuento (TIRF) que haga converger la siguiente fórmula:

$$FNEDA_N = \sum_{n=0}^{n=N} (FNE_n / (1+TIRF)^n) = 0.$$

- Utilizar las funciones financieras de una calculadora u hoja de cálculo.

No existe un rango absoluto para el valor “aceptable” que una TIRF puede alcanzar. De hecho, es un valor relativo que es necesario interpretar en función del contexto económico en que se desarrolla el proyecto. La aceptabilidad o no de una TIRF por un inversionista depende de varios factores —todos ellos considerados en el cálculo de la TIRF—, algunos de los cuales dependen del contexto económico (inflación), sectorial (riesgo) e incluso subjetivos (ganancia esperada).

Para aproximar una idea que permita poner en contexto el valor de la TIRF revisemos algunos casos comunes y algunos otros emblemáticos:

- Una cuenta de ahorro bancaria puede ofrecer una tasa de interés que usualmente rondará entre 0% y hasta un poco menos del porcentaje que en ese momento refleje la inflación promedio del país en cuestión.
- En México, al inicio del 2022 los Certificados de la Tesorería de la Federación (Cetes) ofrecen un rendimiento que según el plazo de la inversión (desde 28 días hasta 1 año) varían de 5.51% al 7.03% (El Financiero, 2022) lo cual, si bien apenas ofrece un ligero rendimiento por encima de la inflación, tiene la ventaja de ser una inversión de bajo riesgo.
- Al invertir en acciones bursátiles se puede acceder a tasas de ganancia mayores, sin embargo, suelen enfrentar un mayor riesgo de reportar pérdidas. Finalmente, los mercados de acciones son volátiles y todos los días reportan pérdidas y ganancias. La Bolsa Mexicana de Valores reportó un rendimiento anual de 4.56% en 2019; 1.21% en 2020 y 20.89% en 2022 (El Economista, 2022).
- Al inicio del 2021 un informe bursátil del Grupo Financiero Monex (2021) reportó tanto rendimientos negativos por arriba del 20% para las acciones de grandes empresas como Aeroméxico (-44.1%),

GCarsol (-25.1%), Cemex (-22.1%); como rendimientos positivos cercanos al 30% para las acciones de empresas como Nemak (+42.1%), LAB (+27.8%) y Alfa (+25.8%).

- Empresas en sectores muy estratégicos e innovadores a nivel mundial llegan a reportar incrementos temporales en el precio de sus acciones por arriba del 500%, como ejemplo, Murulanda (2022) cita los siguientes casos de empresas cuyo rendimiento en sus acciones en el último año fue superior al 100%: TESLA (empresa fabricante de automóviles eléctricos) 248.67%, Moderna (empresa biotecnológica estadounidense que desarrolla tecnología y fabrica fármacos como las vacunas basadas en ARN mensajero) 120.44%, APPLE (empresa de hardware y software) 58.14%, Google y Facebook (empresas líderes en el sector de las telecomunicaciones) 65.74% y 44.49%, respectivamente.

De esta manera, si comparamos la TIRF contra la mejor alternativa de inversión en valores, podríamos decir que una TIRF del 35 – 40% ya parece estupenda, al menos, para el común de los inversionistas que invierten en el mercado de valores. Con base en una conclusión similar, Castillo (2016) afirma:

...una TIR alrededor de un 35% sería más que correcta en estos días. En definitiva, esperamos una rentabilidad mayor de lo que nos cuesta la financiación de nuestras inversiones. Si el coste de nuestra financiación es un 5%, cualquier rentabilidad por encima será buena...

12.3 Período de cumplimiento de las expectativas del inversionista (PCEI)

De acuerdo con lo ya expresado, cuando en el proyecto se cumple que $VPN > 0$, se puede afirmar que además de cumplir con las 4 expectativas de los inversionistas, se ofrece un monto extra —igual al monto del VPN— para un reparto adicional entre los **inversionistas**. En esos casos cabe preguntarse ¿en qué punto del **horizonte de planeación** se logrará cumplir exactamente con las expectativas de los inversionistas?, a ese punto le hemos denominado **Período de Cumplimiento de las Expectativas del Inversionista** (PCEI) y se expresa en unidades de tiempo, usualmente años y meses.

La fórmula para calcular el PCEI es:

$$PCEI = (k - 1) + \left| \frac{FNEDA_{k-1}}{FNED_k} \right| - \dots - \text{Ec. 12.3}$$

donde:

k = número del período en que el FNEDA cambia su signo de negativo a positivo”

Los criterios para concluir con base en el PCEI sobre la rentabilidad de una inversión son los siguientes:

PCEI ≤ horizonte de planeación del sistema productivo = inversión **RENTABLE**

PCEI > horizonte de planeación del sistema productivo = inversión **NO RENTABLE**

De hecho, si el criterio de RENTABILIDAD con base en el PCEI no se logra, estaría implicando que el proyecto tampoco logró obtener un VPN ≥ 0, ni una TIRF ≥ TMARF, con lo cual se confirma que dicha inversión sería **NO RENTABLE**.

La interpretación del valor de PCEI es como sigue:

En el punto PCEI → el proyecto cumple exactamente con las expectativas de los inversionistas. A la izquierda del punto PCEI → el proyecto se va aproximando, pero aún no logra cumplir las expectativas de los inversionistas. A la derecha del punto PCEI → el proyecto comienza a acumular la cantidad que para el año “N” se convertirá en el VPN, mismo que representará un reparto de ganancias adicionales entre los inversionistas, más allá de aquel necesario para sólo cumplir sus expectativas.

12.4 Aproximación porcentual al cumplimiento de las expectativas del inversionista (APCEI)

Si para cada año se define al indicador CPCEI como la “contribución porcentual al cumplimiento de las expectativas de los inversionistas”, entonces el APCEI indicará el porcentaje acumulado con el cual, al concluir el horizonte de planeación del sistema productivo, se logró aproximar el cumplimiento de dichas expectativas. Para calcular estos indicadores se puede llenar la información de la siguiente tabla:

Tabla 43. Aproximación porcentual al cumplimiento de las expectativas del inversionista (APCEI)												
Concepto	Año											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
FNE (\$)												
FNED (\$ _{año 0})												
FNEDA (\$ _{año 0})												VPN
CPCEI (%)												
CPCEIA (%)												APCEI

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

donde:

$$CPCEI_n = \left(\frac{FNED_n}{|FNED_0|} \right) \cdot 100 \text{ --- Ec. 12.4}$$

$$CPCEIA_n = CPCEIA_{n-1} + CPCEI_n$$

También, si se prefiere la **aproximación porcentual al cumplimiento de las expectativas de los inversionistas** APCEI se puede calcular directamente a partir

$$APCEI = \sum_{n=0}^N (CPCEI_n) \text{ --- Ec. 12.5}$$

de la siguiente ecuación:

Los criterios para concluir con base en la APCEI sobre la rentabilidad de una inversión son los siguientes:

APCEI ≥ 100% → la inversión resulta **RENTABLE**.

APCEI < 100% → la inversión resulta **NO RENTABLE**.

Con el propósito de determinar la rentabilidad, la interpretación del valor numérico de la APCEI es como sigue:

Si $APCEI = 100\%$ → el proyecto cumple justamente las expectativas de los inversionistas. De hecho, este caso coincidiría con $VPN = 0$ y $TIRF = TMARF$.

Si $APCEI > 100\%$ → el proyecto en algún punto (PCEI) dentro del horizonte de planeación del sistema productivo cumple con las expectativas de los inversionistas, para luego acumular un monto adicional (VPN) que es equivalente al porcentaje indicado por el APCEI con respecto a la aportación inicial de los socios, mismo que podrá ser considerado como un reparto adicional entre ellos.

Si $APCEI < 100\%$ → esto querría decir que, a lo largo del horizonte de planeación considerado, el sistema productivo no logra cumplir al 100% con las expectativas de los inversionistas. En este caso se puede esperar que el VPN será menor a cero, que la TIRF será menor a la TMARF y que no se logrará un PCEI dentro del horizonte de planeación del sistema productivo.

12.5 Complementariedad de los diferentes indicadores financieros

Una vez diseñado el proyecto, delimitado su horizonte de planeación (N), estimado el FNE_n (función de la eficiencia del sistema productivo dentro de un contexto socioeconómico) y definida tanto la magnitud de la aportación (FNE_0), como la TMARF de los inversionistas (función de su ambición dentro de un contexto socioeconómico), el cálculo de la familia de indicadores financieros VPN, TIRF, PCEI y APCEI ofrecen —cada uno desde diferente perspectiva, pero todos considerando el cambio de valor de dinero en el tiempo— respuestas complementarias a la misma pregunta: ¿muestra el sistema productivo un potencial financiero (FNE) capaz de satisfacer las expectativas financieras (TMARF) de los inversionistas?

A continuación, se revisará cómo cada uno de estos indicadores financieros ayudan a responder esta pregunta:

$VPN [=]$ unidades monetarias del período del diseño ($\$_{\text{período } 0}$). Se enfoca en analizar la eficacia y eficiencia global, por lo que asume una mirada

cuantitativa absoluta y monetizada. Ofrece una primera aproximación (burda, global y más desde la óptica de los inversionistas) a la respuesta, cuya interpretación sería la siguiente:

$VPN > 0 \rightarrow$ SI, e indica existencia/magnitud ($\$_{\text{período } 0}$) de un “bono adicional” (BA).

$VPN = 0 \rightarrow$ SI, se satisfacen exactamente las expectativas.

$VPN < 0 \rightarrow$ NO, e indica magnitud ($\$_{\text{período } 0}$) faltante para satisfacer las expectativas.

$CPCEI_n$ [=] % de aproximación. Asume una mirada cuantitativa relativizada, a partir de la cual se enfoca en analizar el “trayecto del cumplimiento o satisfacción de las expectativas”. Así, además de ofrecer una mirada global, profundiza en la valoración comparativa del desempeño de cada uno de los períodos del horizonte de planeación. Debido a que se expresa en unidades relativas (%), pierde la dimensión monetaria, pero a cambio indica la contribución relativa con la que cada período aproxima la satisfacción de las expectativas de los inversionistas. En su versión acumulada ($CPCEIA_n$) indica el avance porcentual acumulado, hasta el período en cuestión, en la trayectoria que el sistema productivo sigue para satisfacer las expectativas de los inversionistas. Al final del horizonte de planeación, se obtiene el $CPCEIA_N$ mismo que indicará, sobre una base porcentual, el grado final logrado en la satisfacción de las expectativas de los inversionistas, cuya interpretación sería la siguiente:

$APCEI > 100\% \rightarrow$ SI, e indica el % [$APCEIA_N - 100$] en que se supera las expectativas.

$APCEI = 100\% \rightarrow$ SI, se satisfacen exactamente las expectativas.

$APCEI < 100\% \rightarrow$ NO, e indica el % [$100 - APCEIA_N$] que faltó para satisfacer las expectativas.

$PCEI$ [=] unidades temporales (años, meses). Se enfoca en determinar la eficacia y velocidad con que se logra la satisfacción de las expectativas de los inversionistas. Al concentrarse en la “velocidad”, pierde tanto la dimensión monetaria (característica del VPN), como la capacidad de análisis por tramos del “trayecto del viaje” (característica del APCEI), pero a cambio indica puntualmente el tiempo que pasa —si es que se logra dentro de los “N” períodos considerados para el horizonte de planeación— antes de que el sistema productivo logre satisfacer las expectativas del inversionista. Su interpretación sería la siguiente:

$PCEI < N \rightarrow SI$, e indica que aún se cuenta con $[N-PCEI]$ períodos para superar las expectativas.

$PCEI = N \rightarrow SI$, e indica que satisfacer las expectativas consumió todo el horizonte de planeación.

$PCEI > N \rightarrow NO$, e indica que el horizonte de planeación no bastó para satisfacer las expectativas.

Finalmente, la TIRF [=] % rendimiento financiero. Asume una mirada global cuantitativa y relativizada, a partir de la cual se enfoca en determinar la eficiencia del desempeño financiero del sistema productivo. Debido a que se expresa en unidades relativas (%), pierde la dimensión monetaria, pero a cambio ofrece —desde una perspectiva sujeta a los supuestos asumidos tanto en el diseño del proyecto como en la propia dinámica de cálculo del indicador TIRF—, respuesta a la pregunta: ¿cuál es la tasa de interés a la que sistema productivo es capaz de reproducir el capital financiero de los inversionistas? Su interpretación sería la siguiente:

$TIRF > TMARF \rightarrow SI$, e indica el % $[TIRF-TMARF]$ adicional de rendimiento que se ofrece.

$TIRF = TMARF \rightarrow SI$, e indica que el sistema productivo ofrece un rendimiento igual al esperado.

$TIRF < TMARF \rightarrow NO$, e indica % $[TMARF-TIRF]$ faltante para lograr el rendimiento esperado.

Se afirma que VPN, CPCEI, CPCEIA, APCEI, PCEI y TIRF son indicadores financieros complementarios ya que el análisis conjunto de éstos permitirá no sólo concluir sobre la rentabilidad de la inversión, sino que adicionalmente se habrá dado respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la tasa de rendimiento financiero del sistema productivo?
- ¿Cuánto tiempo tardará el sistema productivo en cumplir (si es que lo logra) las cuatro expectativas de los inversionistas?
- ¿Cuál será la contribución relativa de cada período para aproximar dicho cumplimiento?

- d) ¿A qué ritmo se avanzará hacia la satisfacción de las expectativas de los inversionistas?
- e) ¿En qué porcentaje (ya sea por exceso o por defecto) se cubrirán, al finalizar el horizonte de planeación, dichas expectativas?
- f) ¿Qué cantidad monetaria (en \$ del período del diseño) sobrará o bien faltará, al final del horizonte de planeación, para cubrir las expectativas de los inversionistas?

Salvo en algunos casos de excepción con la TIRF²⁷, cuando se está por tomar la decisión sobre invertir capital financiero, o no hacerlo, todos los indicadores financieros apuntarán hacia la misma conclusión, cuyas alternativas e interpretaciones serían las siguientes:

$VPN > 0 \rightarrow TIRF > TMARF \rightarrow APCEIA_N > 100\% \rightarrow PCEI < N \rightarrow$ Rentable en exceso

$VPN = 0 \rightarrow TIRF = TMARF \rightarrow APCEIA_N = 100\% \rightarrow PCEI = N \rightarrow$ Justamente rentable

$VPN < 0 \rightarrow TIRF < TMARF \rightarrow APCEIA_N < 100\% \rightarrow PCEI > N \rightarrow$ No rentable

El indicador VPN será el más apropiado cuando el objetivo de la empresa es maximizar el patrimonio del accionista, porque da a conocer el monto del valor actual que cada proyecto proporciona. El VPN se adapta mejor a aquellas situaciones en las que se busca conocer el importe absoluto del valor actual adicional, así como ordenar sus proyectos de acuerdo con lo que pueden agregar a su valor actual. Es decir, ofrecer una indicación más clara del valor adicional del proyecto y es la forma más directa de comunicarlo a los inversionistas.

El indicador TIRF es el adecuado cuando el objetivo es maximizar el rendimiento financiero. Resulta particularmente útil para comparar directamente con el costo del capital ya que ambos parámetros se expresan en términos porcentuales. En algunas circunstancias facilita la comunicación cuando no existen restricción en el monto absoluto de la inversión total en el proyecto ni por los desembolsos que le siguen.

27 De acuerdo con Sapag et al. (2014, pp. 254-255) James Lorie y Leonard Savage (1966, p. 295) fueron los primeros en reconocer en determinadas circunstancias, que el flujo de caja de un proyecto adopta una estructura tal que, más de una... [TIRF]... cumple el requisito de FNEDAN = 0... Teóricamente, como máximo habrá tantas... [TIRF]... como cambios de signo haya en el flujo de caja... Cuando ocurre tal situación... deberá utilizarse el... [VPN]... como criterio de decisión.

Los indicadores PCEI y APCEI se consideran particularmente útiles en situaciones en las que resulta de importancia la pronta recuperación de la liquidez en la cartera de los inversionistas.

Por lo ya expresado, resulta obvio que para tomar la mejor decisión será necesario considerar en conjunto todos los indicadores, ya que cada uno de ellos enfatiza algún aspecto o punto de vista pertinente para la evaluación financiera de los proyectos.

12.6 Uso de indicadores para jerarquizar proyectos alternos

De acuerdo con Mete (2014, p. 68):

...una vez que hemos confeccionado los flujos de efectivo vinculados con uno o varios proyectos, debemos evaluar la viabilidad económico-financiera de las diferentes alternativas que se nos presentan. La decisión pasará por aceptar o rechazar la propuesta en caso de tratarse de proyectos independientes, o bien, de aceptar la más conveniente en caso de tratarse de proyectos mutuamente excluyentes.

Varios autores en la literatura especializada, entre ellos, Jiménez (s/f) coinciden con Sapag et al. (2014) cuando afirman:

Cuando la decisión es sólo de aceptación o rechazo... [de un proyecto independiente, los dos indicadores VPN y TIRF]... proporcionan igual resultado... [Sin embargo]... en ciertas circunstancias, las dos técnicas de evaluación... pueden conducir a resultados contradictorios. Ello puede ocurrir cuando se evalúan varios proyectos con la finalidad de jerarquizarlos, tanto por tener un carácter de alternativas mutuamente excluyentes como por existir restricciones de capital para implementar todos los proyectos aprobados. La diferencia de los resultados que proporcionan ambas técnicas se debe a los supuestos en los que cada una de éstas está basada (p. 255).

Si se supone que la empresa actúa con un criterio de racionalidad económica, invertirá hasta que su beneficio marginal sea cero

(... [VPN]... del último proyecto igual a cero), es decir, hasta que su tasa de rentabilidad sea igual a su tasa de descuento. Si así fuese, un proyecto con alta... [TIRF]... difícilmente podrá redundar en que la inversión de los excedentes generados por él reditúe igual tasa de rendimiento. Sin embargo, según el supuesto de eficiencia económica, la empresa reinvertirá los excedentes a su tasa de descuento, ya que si tuviera posibilidades de retornos a tasas mayores ya habría invertido en ellas. Hay que señalar que algunos autores cuestionan el supuesto de que la TIR reinvierta los flujos del proyecto a la misma tasa (p. 257).

Al profundizar sobre los supuestos, limitaciones y problemas asociados al cálculo de los indicadores VPN²⁸ y la TIRF, Mete (2014) comenta:

Los principales supuestos que sustentan y que a la vez limitan el cálculo y la utilización del VAN son los siguientes (p.70):

- Los ingresos son reinvertidos a una tasa igual a la tasa de expectativa hasta el final del proyecto.
- Los egresos tienen un costo financiero igual a la tasa de expectativa.

Los supuestos mencionados precedentemente, restrictivos pero consistentes ya que afectan a todos los proyectos de igual forma, permiten que el VAN sea útil para comparar proyectos mutuamente excluyentes, aunque presenten montos de inversión diferentes (escala de inversión) o diferentes patrones de flujos de efectivo, algo que no sucede con... [el indicador]... TIR (p.70).

Los principales supuestos que sustentan y que a la vez limitan el cálculo y la utilización de la TIR, son los siguientes (p.73):

- Los ingresos son reinvertidos a una tasa igual a la TIR hasta el final del proyecto.
- Los egresos tienen un costo financiero igual a la TIR.

Una de las mayores desventajas o limitaciones de la TIR es que su comportamiento depende de la forma y composición de flujo de fondos del

28 Varios autores utilizan el término Valor Actual Neto (VAN) como una forma alterna para referirse al Valor Presente Neto (VPN). En las citas que a continuación se incluyen se respetará el uso que sobre estos términos haga cada uno de los autores referidos.

proyecto. Existen flujos para los cuales hay una única solución, otros para los que no hay solución posible para la *TIR* y otros para los cuales hay más de una solución posible (p.73).

Otra cuestión para tener en cuenta es que la decisión de aceptar o rechazar proyectos independientes dependerá del tipo de proyecto de que se trate, Inversión o Financiamiento. Además, en caso de proyectos mutuamente excluyentes, que son aquellos en los cuales solo puede optarse por uno de ellos, la *TIR* no toma en cuenta los problemas de diferentes volúmenes de inversión inicial (problema de escala) ni la diferente periodicidad de los flujos de efectivo (p.73).

¿Por qué —se pregunta Mete— a pesar de todos sus supuestos restrictivos, problemas, desventajas y limitaciones se sigue utilizando la *TIR* en el ámbito financiero? El propio autor nos da la respuesta (Mete, 2014):

...Es probable que la *TIR* haya sobrevivido porque resume y presenta la información sobre un proyecto en forma sencilla a través de una sola tasa de rendimiento, algo que el *VAN* por sí solo no permite. Es esa habilidad de la *TIR* la que explica su supervivencia en el ámbito financiero (p.78).

Si bien la *TIR* resulta la más perjudicada al presentar supuestos y problemas en simultáneo, el criterio del *VAN* tal como se presenta... [también]... ve reducida su aplicación debido a los supuestos implícitos... [Sin embargo, se puede]... afirmar que el Valor Actual Neto, por la consistencia de sus supuestos, es el criterio que debe utilizarse para el análisis y evaluación de proyectos, ya sean independientes o mutuamente excluyentes (pp. 70 y 78).

Por su parte Sapag et al. (2014, p. 257) también parecen compartir esta conclusión cuando afirman:

...si el *VAN* proporciona una unidad de medida concreta de la contribución de un proyecto para incrementar el valor de la empresa, éste debe ser el criterio que tendrá que primar en la evaluación.

Normalmente, al jerarquizar proyectos de distinta vida útil surge la duda de si deben evaluarse en un mismo horizonte de tiempo.

Un planteamiento es que, si no se hace así, el proyecto de menor duración queda en desventaja relativa, puesto que no se consideraría que los recursos generados por él puedan reinvertirse y generar más fondos entre el período de su finalización y el término de la alternativa con la que se compara.

Sin embargo, una empresa que es eficiente en sus decisiones habrá implementado todos aquellos proyectos cuyo VAN sea positivo o, en otras palabras, su tasa de rendimiento será mayor que la tasa de descuento. Por lo tanto, cualquier inversión marginal se hará a la tasa de descuento. En este caso, el VAN marginal de invertir los excedentes del proyecto de menor duración a lo largo del período necesario para igualar la finalización del proyecto más largo será cero y, en consecuencia, irrelevante. Es decir, no tendría sentido igualar las duraciones de las alternativas.

Pero si la empresa no se encuentra maximizando su potencial generador de utilidades, por incapacidad gerencial, restricción en sus oportunidades de financiamiento, etcétera, la inversión de los excedentes del proyecto más corto a una tasa de rendimiento superior a la tasa de descuento dará un VAN marginal positivo. En este caso, sí sería necesaria la igualación de sus duraciones.

Teóricamente, se han planteado muchas maneras de igualar los flujos. Por ejemplo, suponer que ambos proyectos son reiterativos hasta tal cantidad de veces como sea necesario para que coincidan sus finalizaciones. Otra forma consiste en suponer que el proyecto más largo se liquida en la finalización del más corto. Para ello se considera un valor de liquidación que incrementa el flujo de caja del último período.

Capítulo 13

Análisis de sensibilidad

Una vez que hemos calculado los *indicadores financieros* y concluido con respecto a la rentabilidad de una inversión, conviene recordar que el resultado que obtuvimos depende de múltiples parámetros y variables, cuyas estimaciones (actuales y proyecciones a futuro) están basadas en múltiples supuestos, por lo que los resultados distan mucho de poder ser considerados como una estimación realizada bajo condiciones de certeza.

Así, el *análisis de sensibilidad* asume una postura escéptica y trata de ofrecer respuestas ante preguntas como las que a continuación se formulan:

- ¿Qué tan confiables resultan los estimados realizados en torno a variables claves, como por ejemplo: la *demanda*; el *precio de venta*; el *programa de producción-venta*; la *inflación*; los *costos de equipos, terrenos, edificios, autotransportes*; los *costos de materias primas, insumos, servicios auxiliares, mano de obra*, etc.? ... y así podríamos seguir con muchos otros parámetros y variables.
- ¿Cuáles son las variables a las que resultan más sensibles los *indicadores financieros*?
- ¿Qué tanto cambiarían los resultados (*indicadores financieros*), en caso de que alguna(s) variable(s) mostrara(n) un comportamiento futuro muy alejado de las estimaciones realizadas?
- ¿Qué valor tendrían que alcanzar las variables clave del estudio para incluso llegar a revertir la conclusión sobre la *rentabilidad de la inversión*?

Para responder estas preguntas del **análisis de sensibilidad**, es conveniente apoyarse de un hoja de cálculo para integrar unas memorias que deberán presentar las siguientes características:

- Tener un módulo o pestaña de ENTRADA DE DATOS cuya función es ir colectando en forma ordenada —y dando entrada a sus valores— a todas aquellas variables que se consideran particularmente relevantes para la **evaluación financiera del proyecto**. El listado de estas variables puede ser muy extenso, sin embargo, sólo a manera de ejemplo podemos citar: **precio de venta**, **programa de ventas**, **inflación nacional**, **costo unitario de las materias primas principales**.
- Un conjunto de hojas de cálculo en las que se incluyen y resuelven las ecuaciones y modelos de estimación que progresivamente van generando los resultados intermedios, hasta llegar a la determinación de los **indicadores financieros**.
- Una estructura de vinculación entre celdas en la que, siempre que en una hoja de cálculo se requiera introducir el valor de una variable clave, se acceda a ésta a partir de un módulo de ENTRADA DE DATOS en el cual inicialmente fue capturado el valor de la variable en cuestión.
- Una estructura de vinculación entre las hojas de cálculo, de forma tal que, cuando se requiera el valor de un resultado intermedio, se obtenga éste a partir de aquella celda y hoja en la que por primera ocasión fue calculado.

Si la memoria de cálculo reúne todos los elementos anteriores será muy sencillo realizar el estudio de sensibilidad siguiendo el siguiente procedimiento:

1. Registrar el valor del VPN que se obtuvo en la corrida original de la evaluación financiera.
2. Seleccionar aquellas variables a la que se les quiere realizar el análisis de sensibilidad. Se sugiere incluir al menos: **precio de venta**, **volumen de producción-venta**, **costo de la materia prima principal o el insumo** en que se gasta más dinero en la etapa operativa, cualquier otra que se considere que su valor resulte determinante para la **evaluación financiera**.

3. Modificando sólo una variable a la vez (todas las demás deberán mantenerse en sus valores originales) se procede a variar el valor de la variable bajo estudio y a introducir este nuevo valor en la celda correspondiente en el módulo de ENTRADA DE DATOS.
4. Se anota el nuevo valor de **VPN** al que se llega con la variación.
5. Dependiendo del resultado, se propone una nueva variación para la variable bajo estudio y se repite el procedimiento de introducir este valor en el módulo de ENTRADA DE DATOS y registrar el nuevo valor que se obtiene para el **VPN**.
6. Se sigue con el procedimiento anterior hasta forzar que el registro del valor del **VPN** sea igual (o cercano) a cero.
7. Es importante llevar un registro de los valores a los que se llegó en la variable dependiente (**VPN**) de acuerdo con el valor modificado que se introdujo en el módulo de ENTRADA DE DATOS de la variable independiente o bajo estudio. Para llevar este registro se sugiere integrar una tabla cuya estructura se muestra a continuación (los % de variación propuestos pueden cambiar según convenga).

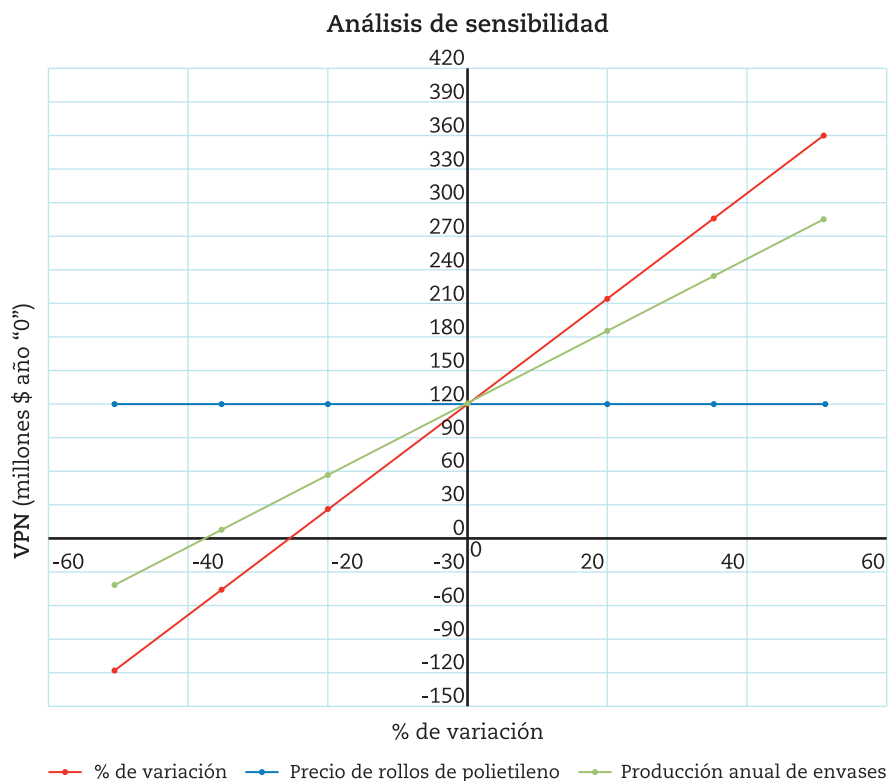
Tabla 44. Registro de datos obtenidos para la determinación del análisis de sensibilidad

% de variación	Valor de la variable independiente o bajo estudio	Valor de la variable dependiente o de respuesta (VPN)
+ 60		
+ 40		
+ 20		
+ 10		
+ 5		
0 (Valor original)		
- 5		
- 10		
- 20		
- 40		
- 60		

Fuente: adaptado por Peregrina a partir de González (2020)

Una vez terminado el **análisis de sensibilidad** de la variable en turno, se deberá regresar ésta a su valor original, antes de iniciar el **análisis de sensibilidad** con la siguiente variable elegida para el estudio, siguiendo todo el procedimiento descrito hasta terminar con el registro de sus resultados en una tabla similar a la anterior.

Cuando se cuente con los registros respectivos para todas las variables bajo estudio se procede a realizar una gráfica (figura 19) como la que se muestra a continuación.



Fuente: estudio de prefactibilidad para la instalación de una empresa productora de suplemento alimenticio a base de biomasa de *Arthrospira máxima* con jugo de naranja (Cruz et al., 2017, p. 24).

Figura 19. Representación gráfica de la sensibilidad de un proyecto

Cabe destacar que en la gráfica anterior las unidades utilizadas en el caso de las ordenadas (**VPN**) son (\$) del año cero (en este caso 2017), mientras que las unidades utilizadas en el caso de las abscisas son % de variación, tanto positivos como negativos.

Con base en la gráfica de muestra, se destacan los siguientes elementos del análisis de sensibilidad:

- El valor del **VPN**, en el que confluyen las tres gráficas, cuando las abscisas están en el punto de 0% de variación, corresponden al valor original de **VPN** calculado en la evaluación financiera.
- A mayor pendiente de la gráfica, mayor sensibilidad de la variable de respuesta (**VPN**) ante un cambio en la variable bajo estudio.
- Como se puede apreciar en la gráfica de muestra, la sensibilidad puede presentarse en tres sentidos:
 - a) Sensibilidad directa, en cuyo caso la pendiente de la curva será positiva implicando que al aumentar el valor de la variable bajo estudio se incrementa también el valor de la variable de respuesta (**VPN**).
 - b) Sensibilidad inversa, en cuyo caso la pendiente será negativa, implicando que un incremento en el valor de la variable bajo estudio derivará en una disminución en el valor de la variable de respuesta (**VPN**).
 - c) Sensibilidad nula, en cuyo caso la pendiente es cero, implicando que el **VPN** no presenta sensibilidad alguna ante cambios en el valor de la variable bajo estudio.
- Finalmente se destaca que los cruces de las gráficas con el eje de las abscisas resultan particularmente relevantes ya que nos indica la variación máxima que podría presentar la variable bajo estudio y aún encontrarse en el límite de rentabilidad en el que $VPN = 0$.

Reflexiones finales para ampliar el panorama

“No es posible crear un plan mediante el cual se controle con eficacia un sistema de problemas, sin antes cambiar los modelos de pensamiento que produjeron esos problemas”.

Russell Ackoff (2000, parafraseando a Albert Einstein)

Antes de concluir esta obra parece pertinente, compartir con los lectores algunas reflexiones y anotaciones finales que espero contribuyan, después de realizar un ejercicio reduccionista, como el que exige el análisis financiero, a reconstruir una visión sistémica de la complejidad asociada al diseño de nuevos sistemas productivos frente al reto de la sustentabilidad del desarrollo.

- Los sistemas productivos son sistemas complejos que deben orientarse para maximizar el desarrollo —al tiempo que se evite o minimice el deterioro— social, económico, político y ambiental de aquellos socioecosistemas de los cuales forma parte o interactúa.
- Los criterios de eficacia y eficiencia —en cualquier dimensión de referencia que apliquemos a los sistemas productivos— deben estar supeditados a criterios de efectividad. Es decir, antes de preocuparse por hacerlo bien y de la mejor manera posible, cerciorarse de estar haciendo lo correcto, lo que se debe, evitando dañar o abusar de terceros.
- Los graves problemas que aquejan al mundo, asociados al deterioro progresivo del ambiente natural y humano, hacen que se cuestione cada vez más el “estilo de vida” y el “modelo de desarrollo” vigentes. Preocupado por la posibilidad misma de su existencia futura y bajo la aspiración de lograr la sustentabilidad de su desarrollo, el ser humano está revisando, hasta sus elementos más íntimos, la forma

en cómo ha pensado y actuado sobre la realidad que lo rodea. Los procesos de diseño, operación y clausura de los sistemas productivos no quedan al margen de esta reflexión, es más, ocupan un lugar preponderante en la misma.

- Si algo ha dejado claro el ser humano a lo largo de su paso por la Tierra es su capacidad de adaptación frente a diferentes condiciones de su entorno. Esta capacidad descansa sobre otra habilidad, aun más sorprendente: la de transformar dicho entorno en su beneficio. Detrás de cada una de estas acciones existe un sistema productivo que busca satisfacer necesidades a través del aprovechamiento y transformación de los recursos. Revisar la historia del desarrollo humano, es revisar esa progresión de sistemas productivos a través de los cuales el hombre ha alcanzado el lugar que actualmente ocupa en la Naturaleza.
- El paradigma del cuidado ambiental (años 60 – 80), fue un gran avance hacia la incorporación de las dimensiones ambientales al proceso de toma de decisiones en los sistemas productivos y derivó en el concepto limitado de desarrollo sostenido, que se asocia con tratar de lograr un crecimiento económico continuo. Sin embargo, faltaba aún su asociación con el concepto de estabilidad para que el desarrollo, aún limitado, adquiriese la connotación de sustentable. Así, la sustentabilidad del desarrollo se refiere a la idea de un desarrollo con estabilidad, un desarrollo donde las interacciones entre sistemas humanos y naturales se lleven a cabo, como refiere Costanza (1989 y 1991), en el contexto de un esfuerzo por incluir el proceso del desarrollo humano dentro de la matriz del proceso de la evolución natural.
- Así, el advenimiento del paradigma de la sustentabilidad, surgido y desarrollado en su nivel global desde finales de los años 80 y llevado a nivel empresarial a partir de los años 90, vino a demostrar que la identificación y cuantificación del impacto ambiental de los proyectos es un requisito necesario, pero no suficiente, para garantizar la estabilidad del desarrollo del ser humano dentro de una matriz de coevolución con el sistema natural que lo sostiene y le da soporte.

- Aún era necesario reconocer que el ecosistema global esta materialmente cerrado y presenta límites en su capacidad de regeneración de daños y asimilación de perturbaciones. Los sistemas naturales y humanos están estrechamente vinculados; una economía próspera depende de una ecología saludable, y viceversa. La población debe estabilizarse y el consumo en el mundo desarrollado disminuirse. La generación actual debe asegurar para toda la humanidad igualdad de oportunidades —intra e intergeneracional— así como una interacción armónica con otras especies y el entorno.
- Es así como a finales de los años 90 comienzan a desarrollarse metodologías que buscan evaluar la sustentabilidad de los sistemas productivos. Se presentan como una respuesta ante la necesidad de hacer operativo, a niveles específicos de intervención, el concepto de sustentabilidad, desarrollado en su nivel global desde finales de los años 80.
- Para orientar el pensamiento y práctica del diseño y evaluación de proyectos hacia la sustentabilidad será necesario: a) ampliar los ámbitos y dimensiones pertinentes, así como los horizontes espacial y temporal considerados; b) orientar hacia un trabajo inter y transdisciplinar; c) alejarse de las posturas radicales de las perspectivas conservacionista y transformista, a la vez que pugna por enfoques socioecocéntricos; d) ampliar el alcance del concepto “stakeholder” o actores pertinentes y e) orientar hacia un diseño y ejecución más participativo y comprometido con una responsabilidad extendida.

Es la esperanza del autor el que este libro encuentre lectores que, alcanzando una comprensión de su realidad actual, no se conformen, tomen estas reflexiones como un punto de partida y se conviertan en agentes del cambio que contribuyan a enriquecer y evolucionar el pensamiento y la práctica del diseño y evaluación de los sistemas productivos.

Ciudad de México, 2 de febrero del año 2022.

Octavio Francisco González Castillo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackoff, R.** (2000). *Recreación de las corporaciones: un diseño organizacional para el siglo XXI*. Oxford University Press.
- Ahuja, H. N. y Walsh, M. A.** (1989). *Ingeniería de costos y administración de proyectos*. Alfaomega, México.
- Análisis y Desarrollo de Software, S. L.** (28 de septiembre, 2020). *Códigos de moneda ISO 4217*. (<http://iranon.es/codigos-monedas-iso-4217/>).
- Anderson, D., Sweeney, D. y Williams, T.** (2012). *Estadística para negocios y economía*. 11ª edición. Editorial Cengage Learning, México, D. F.
- Angulo Aguirre, L.** (2016). *Proyectos. Formulación y Evaluación*. Empresa Editora Macro EIRL, Lima, Perú.
- Arboleda Vélez, G.** (2014). *Proyectos. Identificación, formulación, evaluación y gerencia*. 2ª edición. Alfaomega, México.
- Aries Robert, S. y Newton, Robert D.** (1955). *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw-Hill Book Company, Nueva York.
- Arteaga Martínez, R. y González Castillo, O.** (1996). *Identificación de proyectos y análisis del mercado*. Colección de Libros de Texto. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Ciudad de México.
- (2003). *Identificación de proyectos y análisis del mercado*. Colección de Libros de Texto. 1ª Reimpresión. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Ciudad de México.
- Baca Urbina, G.** (2005). *Formulación y evaluación de proyectos informáticos*. McGraw-Hill, México.

- (2016). *Evaluación de Proyectos*. 8ª edición. McGraw-Hill, México.
- Banco de México** (s. f.). *Preguntas frecuentes sobre la inflación*. En BANXICO Educa. (<http://educa.banxico.org.mx/economia/preguntas-inflacion.html>).
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Escuela Interamericana de Administración Pública (EIAF) y Fundación Getulio Vargas (FGV)** (1998). *Proyectos de desarrollo. Planificación, Implementación y Control*. Limusa Noriega Editores, México.
- Blanco R., A.** (2005). *Formulación y evaluación de proyectos*. 2ª edición. Edisofer S. L., Colombia.
- (2018). *Formulación de evaluación de proyectos: Para el sector de la construcción*. Editorial Autores de Argentina, Buenos Aires.
- Calvo Langarica, C.** (2012). *Análisis e interpretación de estados financieros*. 13ª edición. Editorial PAC, México.
- Cámara de Diputados** (24 de marzo, 2015). *Iniciativa que reforma el artículo 80 de la Ley Federal del Trabajo, a cargo de la diputada Minerva Castillo Rodríguez, del Grupo Parlamentario del PRI*. Gaceta Parlamentaria, Número 4240-VI. Recuperado el 17 de mayo, 2020 de Cámara de Diputados, Gobierno de México
Sitio web: (<http://gaceta.diputados.gob.mx/Black/Gaceta/Anteriores/62/2015/mar/20150324-VI/Iniciativa-21.html>).
- Carbonel Valdivia, J.** (2015). *Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión*. Empresa Editora Macro EIRL, Lima, Perú.
- Castillo López, C.** (31 de octubre, 2016). *TIR óptima de una Empresa*. (<https://www.cesarcastillolopez.com/2016/10/tir-optima-de-una-empresa.html>).
- Castro, R., y Mokate, K.** (2018). *Evaluación Económica y Social de Proyectos de Inversión*. 2ª edición. Alfaomega, Bogotá, Colombia.
- Cleland, D. I. y King, W. R.** (1992). *Manual para la administración de proyectos*. CECSA, México.
- Cohen, E. y Franco, R.** (1992). *Evaluación de proyectos sociales*. 1ª edición. Siglo XXI, México.

- ContadorMx** (22 de diciembre, 2010). *Liquidación por cierre de Empresa o Quiebra en México*. (<https://contadormx.com/2010/12/22/liquidacion-laboral-por-quiebra-de-empresa/>).
- Córdoba Padilla, M.** (2011). *Formulación y evaluación de proyectos*. 2ª edición. Ecoe Ediciones, Colombia.
- Coss Bu, R.** (2006). *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*. Limusa, México.
- Costanza, R.** (1989). ¿What is ecological economics? *Ecological Economics*, N° 1: 1-7.
- (1991). Assuring sustainability of ecological economic systems in: R. Costanza (ed.) *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*. Columbia University Press, Nueva York.
- Damrauf, G. L.** (2013). *Finanzas corporativas: Un enfoque latinoamericano*. 3ª edición. Alfaomega, Buenos Aires.
- Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General de Sociedades Mercantiles** (24 de enero, 2018). *Diario Oficial de la Federación*. México, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5511250&fecha=24/01/2018).
- De la Cruz Santana, L., Garrido López, D., Hernández Garrido, M. L., Hernández Ríos, L. A., Reyes del Campo, A. L. y Solís Galeana, C. M.** (28 de marzo, 2017). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una empresa productora de suplemento alimenticio a base de biomasa producida por Arthrospira máxima con jugo de naranja*. Proyecto Terminal, Licenciaturas en Ingeniería Bioquímica Industrial e Ingeniería de los Alimentos, Departamento de Biotecnología, Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México.
- Eglitis-media** (s. f.). *Todas las monedas de todos los países*. (<https://www.datosmundiales.com/monedas/>).
- El Economista** (2 de enero, 2022). *Buen año para el S&P/BMV IPC. Bolsa mexicana gana 20.89% en el 2021; su mejor rendimiento desde 2009*. Mercados de El Economista. (<https://www.eleconomista.com.mx/mercados/Bolsa-mexicana-gana-20.89-en-el-2021-su-mejor-rendimiento-desde-2009-20220102-0070.html>).

- El Financiero** (4 de enero, 2022). *Tasas de Cetes arrancan el año con alzas generalizadas anticipándose a dato de inflación*. Mercados de El Financiero. (<https://www.elfinanciero.com.mx/mercados/2022/01/04/tasas-de-cetes-arrancan-el-ano-con-alzas-generalizadas-anticipandose-a-dato-de-inflacion/>).
- Fontaine, E. R.** (2008). *Evaluación social de proyectos*. 13ª edición. Pearson, México.
- Galíndez Oré, A.** (2016). *Evaluación de Proyectos de Inversión*. Amazon Digital Services, LLC.
- García Díaz, J. C.** (2016). *Predicciones en el dominio del tiempo. Análisis de series temporales para ingenieros*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- García Mendoza, A.** (2001). *Evaluación de Proyectos de Inversión*. McGraw-Hill, México.
- Garza-García, J. R. y Márquez-Jaramillo, N. C.** (s. f.). ¿Cuándo, cuánto y cómo cobrar regalías? Recuperado el 17 de mayo, 2020 de PROMAP. Sitio web: (<https://promapmx.com/cuando-cuanto-cobrar-regalias/>).
- Gerencie.com** (26 de noviembre, 2021). *Diferencia entre dinero y capital*. (<https://gerencie.com/diferencia-entre-dinero-y-capital.html>).
- Gitman Lawrence, J. y Zutter Chad, J.** (2012). *Principios de administración financiera*. 12ª edición. Traducción autorizada de la edición en inglés *Principles of Managerial Finance, Brief*. 6ª edición. Prentice Hall, Pearson Educación, México.
- Gómez, Javier** (28 de abril, 2019). *Hágase el dinero: cómo funciona el sistema monetario*. El Orden Mundial. Recuperado el 2 de enero, 2022. Sitio web: (<https://elordenmundial.com/hagase-el-dinero-como-funcional-el-sistema-monetario/>).
- González-Castillo, O. F. y Ramírez-Romero, M. A. G.** (1998). *Notas de Curso UEA "Ingeniería Económica"*. Departamento de Biotecnología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México.

- González-Castillo, O. F.** (2015). *Socioecocentrismo: una propuesta hacia la sustentabilidad*. Notas de Curso del Posgrado en Ciencias y Artes para el Diseño. Unidad Xochimilco, Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México.
- (2020). *Notas del contenido parcial Evaluación Financiera de Proyectos como parte del curso de la UEA "Paquete Tecnológico"*. Departamento de Biotecnología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México.
- Graham, R. J. y Englund, R. L.** (1999). *Administración de proyectos exitosos. Fundamentos para los gerentes de proyectos*. Prentice Hall, México.
- Grupo Financiero Monex** (20 de enero, 2021). *Reporte de la Bolsa Mexicana de Valores*. Monex. (www.monex.com.mx/portal/download/reportes/Iniciando%202021%207%20Enero.pdf).
- Hernández Chárraga, G.** (1992). *Estudio Financiero (notas de curso) en Módulo Formulación y Evaluación del Diplomado El Ciclo de Vida de los Proyectos de Inversión*. Nacional Financiera - Organización de los Estados Americanos, México.
- Hernández, H. A., Hernández, V. A. y Hernández, S. A.** (2005). *Formulación y evaluación de proyectos de inversión*. 5ª edición. Thomson, México.
- Hinojosa, J. A. y Alfaro, H.** (2000). *Evaluación económico-financiera de proyectos de inversión*. Trillas, México.
- Idc Online** (6 de enero, 2020). *Factores de las cuotas y aportaciones 2020*. Recuperado el 17 de mayo, 2020. Sitio web: (<https://idconline.mx/seguridad-social/2020/01/06/factores-de-las-cuotas-y-aportaciones-2020>).
- Indacochea, C. A.** (1992). *Finanzas en inflación*. 5ª edición. Editorial Pearson Educación, Talleres Gráficos FIMART, Lima, Perú.
- Infante, V. A.** (1995). *Evaluación financiera de proyectos de inversión*. Norma. Bogotá, Colombia.
- International Organization for Standardization** (s. f.). *ISO 4217:2015 Currency codes*. (<https://www.iso.org/iso-4217-currency-codes.html>).

- Isique, H. J.** (2017). *Proyectos Agropecuarios*. Empresa Editora Macro EIRL, Lima, Perú.
- Jiménez Bermejo, D.** (s. f.). *Comparación entre VAN y TIR*. Economipedia. (<https://economipedia.com/author/riojano>).
- Lara Flores, E. y Lara Ramírez, L.** (2009). *Primer Curso de Contabilidad*. 22ª edición. Trillas, México.
- Ley del Impuesto sobre la Renta** (18 de noviembre, 2015). *Diario Oficial de la Federación*. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, México.
- Lira Briceño, P.** (2013). *Evaluación de proyectos de inversión: Herramientas financieras para analizar la creación de valor*. 1ª edición, UPC, Lima, Perú.
- Lledó, P.** (2015). *Evaluación Financiera de Proyectos: Un Proyecto Exitoso Comienza Antes de su Gestión*. 13ª edición. Pablolledo.com, LLC.
- Lorie, J. y Savage, L.** (1966). Three Problems in Rationing Capital. En: *Foundation for Financial Management*. Home Wood, Irwin Illinois.
- Martinic, S.** (1997). *Diseño y evaluación de proyectos sociales: herramientas para el aprendizaje*. COMEXANI / CEJUV, Santiago de Chile.
- Marulanda López, C.** (6 de enero, 2022). *Mejores acciones para invertir 2022*. México: la lista definitiva. ComprarAcciones. (<https://compraracciones.com/mx/mejores-acciones-para-invertir>).
- Mayo Castro, A., Guzmán Sala, A. y De la Cruz Bocanegra, J. A.** (julio 2014 - junio 2015). Análisis retrospectivo del estado de flujo de efectivo. *Vinculatégica*, Año 1 (1: 1057-1076). (<http://www.web.facpya.uanl.mx/vinculategica/Revistas/1057-1076%20ANALISIS%20RETROSPECTIVO%20DEL%20ESTADO%20DE%20FLUJOS%20DE%20EFECTIVO.pdf>).
- Medina, H. U. y Correa, R. A.** (2009). *Cómo evaluar un proyecto empresarial. Una visión práctica*. Díaz de Santos, España.
- Méndez, R.** (2016). *Formulación y evaluación de proyectos: Enfoque para emprendedores*. 9ª edición. Ecoe Ediciones, Bogotá, Colombia.
- Mete, Marcos R.** (2014). Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. *Fides et Ratio*, Revista de Difusión Cultural y Científica de la Universidad

- La Salle en Bolivia, 7 (7: 67-85). Recuperado el 2 de febrero de 2022, en: (http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2014000100006&lng=es&tlng=es).
- Meza Orozco, J. D. J.** (2013). *Evaluación financiera de proyectos. 10 casos prácticos resueltos en Excel*. 3ª edición. Ecoe Ediciones, Bogotá, Colombia.
- (2017). *Evaluación financiera de proyectos*. 4ª edición. Ecoe Ediciones, Bogotá, Colombia.
- Milenio** (17 de junio, 2021). ¿Te despidieron? Aquí te decimos en qué casos puedes pedir tu liquidación y cómo calcularla. Redacción de Milenio. (<https://www.milenio.com/negocios/liquidacion-por-despido-cuando-aplica-y-como-calcularla>).
- Mokate, K. M.** (2004). *Evaluación Financiera de Proyectos de Inversión*. 2ª edición. Alfaomega, Bogotá, Colombia.
- Morales, C. A. y Morales, C. J.** (2009). *Proyectos de inversión. Evaluación y Formulación*. McGraw-Hill, México.
- Newman, D. G.** (1985). *Análisis económico en Ingeniería*. 1ª edición. McGraw-Hill / Interamericana, México.
- Ocampo, J.** (2002). *Costos y evaluación de proyectos*. CECSA, México.
- Panchana, R.** (2013). *Formulación y Evaluación de Proyectos*. Dreams Magnet, LLC.
- Paz-Viruet, M. A.** (22 de abril, 2015). El dinero se crea y no se destruye, sólo cambia de manos y de activos. Recuperado el 28 de mayo de 2020, en: inBestia (<https://inbestia.com/analisis/el-dinero-se-crea-y-no-se-destruye-solo-cambia-de-manos-y-de-activos>).
- Peña, L.** (20 de mayo, 2020). ¿Cuánto cuesta cerrar una empresa? Impuestos y Finanzas, Billin. En: (<https://www.billin.net/blog/cuanto-puede-llegar-costar-cerrar-una-empresa/>).
- Pérez Serrano, G.** (2016). *Diseño de Proyectos Sociales: aplicaciones prácticas para su planificación, gestión y evaluación*. Narcea, Madrid.
- Pimentel, E.** (2018). *Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión: Guía Práctica y Teórica*. Amazon Digital Services, LLC.

- Pineda, A.** (15 de agosto, 2018). ¿Cómo cerrar una empresa en línea con la Ley de Reemprendimiento? *Emprendedores. Expansión, Revista Digital*. (<https://expansion.mx/emprendedores/2018/08/15como-cerrar-una-empresa-en-linea-con-la-ley-de-reemprendimiento>).
- Popper, Herbert** (ed.) (1970). *Modern Cost-Engineering Techniques: an Economic-Analysis and Cost-Estimation Manual, with Comprehensive Data on Plant and Equipment Cost in the Process Industries*. McGraw-Hill, Nueva York.
- Procuraduría Federal de la Defensa del Trabajo** (25 de noviembre, 2019). *El aguinaldo en México*. Recuperado el 17 de mayo de 2020 de Gobierno de México. Sitio web: (<https://www.gob.mx/profedet/articulos/el-aguinaldo-en-mexico>).
- Ramírez Molinares, C., García Barboza, M., Pantoja Algarín, C. y Zambrano Meza, A.** (2009). *Fundamentos de Matemáticas Financieras*. Editorial Universidad Libre, Cartagena, Colombia.
- Ramírez Padilla, D. N.** (2008). *Contabilidad Administrativa*. 8ª edición. McGraw-Hill Interamericana, México.
- Real Academia Española** (2020). *Diccionario de la lengua española*, 23ª edición [versión 23.5 en línea (17 de mayo de 2020)]. (<https://del.rae.es>).
- Roca, F. y Rojas, J.** (2013). *Evaluación de Proyectos: para Emprendedores*. Createspace Independent Publishing Platform.
- Rodríguez Aranday, F.** (2018). *Formulación y evaluación de proyectos de inversión. Una Propuesta metodológica*. IMCP, México.
- Rodríguez, C., Bao, G. y Cárdenas, L.** (2008). *Formulación y Evaluación de Proyectos*. Limusa, México.
- Rodríguez, E.** [Contador Contado] (25 de febrero, 2019). ¿Cuánto cuesta tener a un trabajador? [YouTube]. Recuperado de (<https://www.youtube.com/watch?v=FmWqnmnR6TY>).
- Rojas López, M. D.** (2015). *Evaluación de proyectos para ingenieros*. 2ª edición. Ecoe Ediciones, Bogotá, Colombia.

- Salazar Poot, L.** (1992). *Matemáticas financieras en Módulo Propedéutico* (notas de curso). Diplomado en el Ciclo de Vida de los Proyectos de Inversión. Nacional Financiera, Ciudad de México.
- Sánchez, I.** (9 de junio, 2021). *Liquidación por despido, ¿cuándo aplica, a qué tienes derecho?* OCCMundial. En: (<https://www.occ.com.mx/blog/liquidacion-por-despido-como-se-calcula/>).
- Santander** (1 de septiembre, 2020). *¿Para qué sirve el dinero?* Recuperado el 2 de enero de 2022, en: (<https://santander.com/es/stories/para-que-sirve-el-dinero>).
- Sapag, C. N., Sapag, C. R y Sapag, P. J. M.** (2014). *Preparación y evaluación de proyectos*. 6ª edición. McGraw-Hill, México.
- Sapag, C. N. y Sapag, C. R.** (2008). *Preparación y evaluación de proyectos*. 5ª edición. McGraw-Hill, Bogotá, Colombia.
- Sapag, C. N.** (1997). *Criterios de Evaluación de Proyectos. Cómo medir la rentabilidad de las inversiones*. McGraw-Hill, México.
- (2011). *Proyectos de Inversión. Formulación y Evaluación*. 2ª edición. Prentice-Hall, Chile.
- Sapag, C. R.** (2012). *Preparación y Evaluación de Proyectos. Nociones Básicas*. Edición digital. Amazon Digital Services, LLC.
- Soto Rodríguez, H., Espejel Zavala, E. y Martínez, H. F.** (1975). *La formulación y evaluación técnico-económica de proyectos industriales*. Ed. CENETI, México.
- (1981). *La formulación y evaluación técnico-económica de proyectos industriales*. 3ª edición. Fondo de Equipamiento Industrial, México.
- Stevenson, William J.** (2020). *Operations management*. 14ª edición. McGraw-Hill Education, USA.
- Ulrich, G. D.** (1992). *Procesos de Ingeniería Química*. McGraw-Hill, México.
- Varela Villegas, R.** (2010). *Evaluación económica de inversiones*. 7ª edición. McGraw-Hill, Bogotá, Colombia.

Vidal Gazaue, K. y González Serna, J. (2015). *Proyectos: evaluación y formulación*. 1ª edición. Alfaomega-Marcombo, S. A., México.

Villarroel C., E. (2017). *Preparación y evaluación de proyectos*. Amazon Digital Services, LLC.

Wikipedia (s. f.). *Pago de regalías*. Recuperado el 17 de mayo de 2020, en: (https://es.qwe.wiki/wiki/Royalty_payment#Approaches_to_royalty_rate).

GLOSARIO

Acreeedor: es aquella persona, física o moral, que legítimamente está autorizada para demandar el pago o cumplimiento de una obligación contraída con el mencionado.

Activo tangible: son todos aquellos bienes de capital que al ser adquiridos por un sistema productivo conforman su infraestructura física o tangible.

Activo intangible: son todos aquellos bienes o derechos que al ser adquiridos por un sistema productivo conforman su infraestructura inmaterial o intangible.

Amortización de los activos intangibles [\$ / año]: disminución en el valor monetario que, año tras año y durante toda su vida útil, sufre un activo intangible. El fenómeno se presenta como una consecuencia de la obsolescencia práctica que el activo sufre al paso del tiempo.

En la evaluación financiera de los proyectos se le considera un costo fijo asociado al departamento de producción, y si bien se han desarrollado varios métodos para calcular la pérdida de valor anual de un activo intangible, es común elegir el método de la amortización lineal, en el que se utiliza la siguiente fórmula:

$$A = \frac{V_o}{V_u} = V_o \cdot ta$$

Donde:

A [\$] = amortización anual del activo

V_o [\$] = valor original del activo

V_u [años] = vida útil del activo (se consulta en la Ley del Impuesto sobre la Renta)

ta [%] = tasa de amortización = 1 / V_u

Amortización de crédito (tabla): es una tabla que permite sistematizar el cálculo de los diversos movimientos financieros, durante el número de períodos (n) implicados en el pago de una deuda. Estableciendo una analogía con una dinámica de cálculo similar —balances de materia y energía—, frecuentemente utilizada por los ingenieros, se puede afirmar que dicha tabla refleja el ejercicio de un balance, pero que ahora analiza los movimientos de dinero desde y hacia una “cartera”. Así, los saldos al final de un período (Sf_n) o *acumulación de dinero* en la cartera, serán consecuencia del saldo al inicio del período (So_n); de las *entradas* o depósitos de dinero (D); de las *salidas* o retiros de dinero (R) y de la generación de dinero o intereses (GI).

Tabla de amortización de un crédito

Periodo (n)	Saldo inicial (So)	Generación de interés (GI)	Pagos de interés (PI)	Pagos de capital (PC)	Pagos totales (PT)	Nuevos depósitos (D) o retiros (R)	Saldo final (Sf)
0							
1							
2							
...	...	...	...	...	...	...	...
n							0

Aproximación porcentual del cumplimiento de las expectativas del inversionista (APCEI) [%]: este indicador financiero calcula el grado (medido como porcentaje) con el que el flujo neto de efectivo descontado y acumulado, al último año del horizonte de planeación (año de desmantelamiento-liquidación) de un proyecto, se aproxima a las expectativas financieras de un inversionista. Para que un proyecto le parezca rentable al inversionista, se debe cumplir el criterio de que $APCEI \geq 100\%$.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$APCEI = \sum_{n=0}^N (CPCEI_n) \quad \text{--- Ec. 12.5}$$

Donde:

$APCEI [\%] = \text{aproximación porcentual al cumplimiento de las expectativas de los inversionistas.}$

$CPCEI_n [\%] = \text{Contribución porcentual, del año "n", al cumplimiento de las expectativas de los inversionistas.}$

Capital de trabajo [\$ / año]: cantidad de dinero que asegura se cuente con los recursos necesarios para arrancar por primera vez un sistema productivo (fase pre-operativa) y evitar, a partir de ese momento, que éste tenga que parar ante algún percance o imprevisto.

En la evaluación financiera de un proyecto, el monto de dinero asignado al capital de trabajo se estima a partir de sumar los montos asignados a cada uno de sus seis elementos: inventario de materias primas [\$], inventario de producto en proceso [\$], inventario de producto terminado [\$], cuentas por pagar [\$], cuentas por cobrar [\$] y efectivo en caja [\$].

Capitalización de una cantidad presente [\$]: operación de las matemáticas financieras que convierte el monto de una cantidad monetaria en el presente (P), a su equivalente monetario en el futuro (F), considerando para ello una tasa de interés y el número de períodos que separan al período futuro del presente.

La expresión matemática es:

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

Donde:

F [\$] = valor futuro de una cantidad monetaria

P [\$] = equivalente en el presente de una cantidad futura

i [%] = tasa de interés

n [meses o años] = # de períodos que separan al período "n" del presente

Ciclo de arranque del sistema productivo [días]: tiempo que transcurre entre el instante t_0 en que por primera vez se arranca y alimenta con materias primas, insumos y servicios los equipos de proceso, y el instante t_f en que por primera vez se obtiene un producto con las características y condiciones para ser comercializado.

Ciclo de vida del sistema productivo: es una analogía en la cual se describen las etapas por las que atraviesa un sistema productivo, como si éste fuera un ser vivo. De esta manera, se asume que el sistema productivo nace, crece, se desarrolla, eventualmente se reproduce y finalmente muere. En esta analogía el nacimiento se corresponde con cuatro fases asociadas al diseño del sistema productivo (**proyecto**): fase 1) identificación, fase 2) formulación-evaluación-selección, fase 3) gestión de recursos y fase 4) construcción y arranque; el crecimiento y reproducción se corresponde con la fase 5) operación del sistema productivo (**empresa**); finalmente la muerte se corresponde con la fase 6) desmantelamiento-liquidación del sistema productivo (**menguante**).

Contribución porcentual al cumplimiento de las expectativas de los inversionistas ($CPCEI_n$) [%]: es la contribución (expresada como porcentaje) con la que en cada año del horizonte de planeación del proyecto el flujo neto de efectivo descontado (FNED) contribuye a aproximar el 100% de las expectativas financieras de los inversionistas. Descrito de otra manera: es el porcentaje con el que el flujo neto de efectivo (FNE), al que ya se le ha descontado la expectativa de rendimiento financiero (intereses calculados con base en la TMARF), contribuye a recuperar la aportación inicial realizada en el año cero por los inversionistas.

Costo de la mano de obra de operación [\$ / año]: es un costo semivariable (varía por intervalos) asociado al departamento de producción. Incluye el pago a obreros, técnicos y operarios que están en contacto directo con los equipos y el proceso productivo.

Para estimar el requerimiento financiero anual asociado a este rubro, es necesario conocer muy bien el proceso productivo, los equipos y sus requerimientos de mano de obra, así como el programa de producción de los años operativos, el diagrama de Gantt y los diagramas de distribución de áreas y equipos. Con base en estos y otros elementos de la Ingeniería de procesos y proyectos, se definirá el perfil de puestos y número de empleados del departamento de producción asociados a cada uno de éstos. Su nivel de preparación general y su grado de especialización varían de acuerdo con la naturaleza del proceso de producción y la capacidad de operación.

El costo anual que para el sistema productivo representa el pago al personal de operación, se obtiene multiplicando los salarios (sueldo + prestaciones

de ley + obligaciones patronales) de cada uno de los perfiles de puesto operativos por el número de trabajadores que se requieren en cada uno de ellos. Los sueldos por considerar serán aquellos que se ofrecen en la región donde se decidió localizar la planta, proyectando éstos a futuro para abarcar todos los años operativos del sistema productivo.

Costo de la mano de obra de supervisión [\$ / año]: es otro costo semivariable asociado al departamento de producción. Incluye el pago a supervisores, jefes y gerentes asociados al departamento de producción. Las labores de este grupo de profesionales están asociadas tanto a la continua supervisión del trabajo del personal operativo, como a las labores administrativas propias del departamento de producción. Los requerimientos y dinámica de cálculo para la estimación de los requerimientos financieros de este rubro, siguen pautas similares a la estimación del costo de la mano de obra de operación.

Costo de la materia prima e insumos [\$ / año]: es uno de los costos variables asociados al departamento de producción. La determinación del requerimiento anual de este elemento suele implicar un proceso laborioso, que se basa en los balances de materia y energía que se realizan en la ingeniería de procesos y proyecto. Dichos balances, a su vez, tendrán entre sus requerimientos de cálculo varios elementos del diseño del proyecto, como son la formulación del producto, la eficiencia de transformación de los equipos de proceso y el programa de producción anual para los años operativos. Así mismo será necesario realizar una investigación económica, para determinar la variación de los precios de las materias primas e insumos a lo largo del horizonte de planeación establecido.

Costo de los seguros de la planta [\$ / año]: se trata de un costo fijo asociado al departamento de producción, cuya finalidad es proveer los recursos financieros necesarios para contratar las salvaguardas necesarias que permitan recuperar o reponer la infraestructura del sistema productivo, en caso de verse ésta afectada por alguna contingencia o accidente. El costo de dichas salvaguardas deberá cotizarse con los proveedores de seguros, y variará de acuerdo con el nivel de riesgo que represente su operación y con la disponibilidad de medios de protección. En la evaluación financiera de proyectos se suele estimar el requerimiento financiero para cubrir este elemento, a partir de multiplicar, por un factor de alrededor del 1%, el valor residual de la in-

fraestructura, mismo que deberá determinarse considerando el valor original de la inversión fija, así como el impacto que al paso del tiempo ejercen sobre ésta tanto la inflación, como la depreciación y amortización de los activos.

Costo de los servicios auxiliares [\$ / año]: costo debido a la generación y consumo anual de servicios de agua, energía eléctrica, combustible, vapor, refrigeración, aire comprimido, etc. Varía considerablemente en función de la naturaleza del proceso, de la localización de la planta y del volumen de producción.

Para estimar el costo anual que para el sistema productivo representa este elemento, es necesario calcular los consumos anuales de estos servicios, derivados de los balances de materia y energía realizados en el estudio de ingeniería de procesos y proyectos. Posteriormente, se multiplican estos valores por el costo proyectado para cada uno de los servicios auxiliares requeridos.

Costo de los suministros de operación [\$ / año]: se trata de un costo fijo asociado al departamento de producción. También se le conoce como implementos de planta, e incluye aquellos productos misceláneos que se requieren para operar eficientemente la misma, pero que no forman parte de las materias primas, los insumos, los servicios auxiliares o los materiales de mantenimiento. En este rubro se incluyen productos tales como lubricantes, materiales de limpieza y artículos para protección y aseo de los operarios. En la evaluación financiera de proyectos, el costo anual de este elemento se suele estimar como el 15% del costo total de mantenimiento y reparación.

Costo del mantenimiento y reparación [\$ / año]: se trata de un costo fijo asociado al departamento de producción y se destina a cubrir los requerimientos para mantener en pleno funcionamiento al sistema productivo. De acuerdo con Soto *et al.* (1981, p. 190), su costo anual suele depender de las condiciones de operación, incluyendo presión, temperatura, reacciones de óxido-reducción, de las características de los materiales manejados y de la intensidad de operación de las instalaciones industriales.

Se estima como un porcentaje de la inversión fija, mismo que varía en función de las condiciones de operación y complejidad de la tecnología.

Tabla 19. Costo anual de mantenimiento y reparación (% inversión fija)

Condiciones de operación	Complejidad del proceso		
	Baja	Media	Alta
Ligeras	2%	3%	4%
Intermedias	4%	6%	8%
Severas	8%	10%	12%

Fuente: adaptación propia a partir de Soto et al. (1981, p. 190)

Costos de producción [\$ / año]: son los costos (fijos, semivariantes y variables) asociados al departamento de producción en un año.

Costo de operación de los sistemas de tratamiento de residuos [\$ / año]: se trata de los costos anuales asociados a la operación de los sistemas para el tratamiento de aquellos residuos (sólidos, líquidos y gaseosos) que se generan derivados de la operación del sistema productivo.

La estimación de los requerimientos financieros asociados a este rubro requiere de un buen conocimiento de los sistemas de tratamiento involucrados, así como del acceso a métodos que ofrezcan factores para calcular el costo de operación de estos sistemas, como una función del caudal o flujo másico a ser tratado (kg / hora, m³ / hora, etc.).

Costos fijos de operación [\$ / año]: se trata de un costo fijo asociado al departamento de producción, mismo que –de acuerdo con Soto et al. (1981, p. 192 y 193) – está destinado a cubrir los requerimientos para coordinar los servicios de la planta, impartir seguridad industrial y proporcionar servicios a sus empleados. Se incluyen en este rubro los gastos por concepto de superintendencia de planta, laboratorios de control de calidad, cuadrillas de salvamento, cuerpo de bomberos, servicios médicos, servicios de comedor, servicios recreacionales, servicios de vigilancia. El egreso que estos cargos representan está íntimamente relacionado con el volumen de mano de obra utilizada en el departamento de producción. En la evaluación financiera de proyectos, éstos suelen estimarse multiplicando la suma de los costos anuales de la mano de obra de operación y supervisión por un factor que puede variar entre el 30 y el 60%.

Costos fijos totales (CFT) [\$ / año]: se caracterizan por no ser una función del volumen de producción (x), es decir, su valor resulta ser independiente de este último. Los costos fijos totales en un sistema productivo se calculan sumando aquellos asociados a la producción con aquellos otros asociados a los gastos generales, en el año en cuestión.

Costo unitario del producto [\$ / producto]: es la suma de los costos fijos y variables en que se incurre al producir una unidad de producto terminado. Para obtenerlos, se divide el costo total de operación anual del sistema productivo entre el volumen de producción asociado al año en cuestión.

Costo variable unitario (CVU) [\$ / producto]: es la suma de todos los costos variables en que se incurre al producir una unidad de producto terminado. Para calcular este parámetro se divide el total de los costos variables de la operación anual del sistema productivo (suma de aquellos asociados al departamento de producción con aquellos asociados a los gastos generales) entre el volumen de producción del año en cuestión.

Este parámetro se calcula para cada año de operación utilizando la siguiente fórmula:

$$CVU = \frac{CVT}{x} = (CV_p + CV_{gg}) / x$$

Donde:

CVU [\$ / producto] = Costo variable unitario

CVT [\$] = Costos variables totales

Cvp [\$] = Componente variable de los costos de producción

Cvgg [\$] = Componente variable de los gastos generales

x = Volumen de producción (unidades de producto terminado)

Costos variables totales (CVT) [\$ / año]: se caracterizan por ser una función del volumen de producción (x). Los costos variables totales en un sistema productivo se calculan al sumar aquellos asociados al departamento de producción, con aquellos otros asociados a los gastos generales del año en cuestión.

Cuentas por cobrar [\$ / año]: es uno de los seis elementos que integran el capital de trabajo en un sistema productivo. Si bien originalmente fue concebido como una salvaguarda ante la eventualidad de que los clientes no tuvieran liquidez financiera para la compra del producto, con el tiempo derivó hacia una estrategia competitiva de comercialización para ganar posición en el mercado. Los requerimientos de capital financiero que se asocian a este elemento varían año tras año de la operación del sistema productivo. Para estimar su valor se suele considerar el dinero necesario para producir y vender la cantidad de producto que se va a ofrecer como “venta a crédito”, a un mes sin intereses, a los clientes. De esta manera, la estimación de este costo anual resulta equivalente al costo de operar el sistema productivo durante un mes del año en cuestión.

Cuentas por pagar [\$ / año]: es otro de los seis elementos que integran el capital de trabajo de un sistema productivo. Funciona como una estrategia de financiamiento a partir de los proveedores. Su monto varía para cada año de la operación del sistema productivo, ya que para estimarlo se suele considerar el pago diferido (plazo sin intereses), asociado a la compra de los requerimientos de un mes de materia prima e insumos del año en cuestión.

Depreciación de los activos tangibles [\$ / año]: disminución en el valor monetario que, año tras año y durante toda su vida útil, sufre un activo tangible. El fenómeno se presenta como una consecuencia del desgaste físico o la obsolescencia funcional o tecnológica que el activo sufre al paso del tiempo.

En la evaluación financiera de proyectos se le considera un costo fijo asociado al departamento de producción, y si bien se han desarrollado varios métodos para calcular la pérdida de valor anual de un activo tangible, es común elegir el método de la depreciación lineal, en el que se utiliza la siguiente fórmula:

$$D = \frac{V_o}{V_u} = V_o \cdot td$$

Donde:

D [\$] = depreciación anual del activo

V_o [\$] = valor original del activo

V_u [años] = vida útil del activo (se consulta en la Ley del Impuesto sobre la Renta)

td [%] = tasa de depreciación = $1/V_u$

Descuento de una cantidad futura [\$]: operación de las matemáticas financieras que convierte el monto de una cantidad monetaria en el futuro (F), a su equivalente monetario en el presente (P), considerando para ello una tasa de interés y el número de períodos que separan al período futuro del presente.

La expresión matemática es:

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

Donde:

F [\$] = valor futuro de una cantidad monetaria

P [\$] = equivalente en el presente de una cantidad futura

i [%] = tasa de interés

n [meses o años] = # de períodos que separan al período “n” del presente

Deuda: Acuerdo que se establece entre un deudor y un acreedor, en el que el primero recibe del segundo en préstamo ya sea un bien, un servicio o dinero en efectivo. En dicho acuerdo se establece el compromiso del deudor de devolver al acreedor aquello que le fue prestado, así como un conjunto de condiciones que especifican entre otros: términos, plazos, períodos de gracia, tasas de interés, forma de pago y penalizaciones en caso de incumplimiento.

Deudor: Toda aquella persona que al solicitar un préstamo (dinero en efectivo o especie) queda comprometido a devolver o pagar aquello que le fue prestado.

Diagrama de flujo de efectivo: representación gráfica de entradas y salidas de dinero.

Efectivo en caja [\$ / año]: es uno de los seis elementos que integran el capital de trabajo en un sistema productivo. Los requerimientos financieros asociados a este elemento varían año tras año, ya que para estimarlo se suele considerar el dinero necesario para cubrir los desembolsos mensuales de la operación del sistema productivo (descontando el gasto en materias primas e insumos que ya han sido contempladas en un inventario específico) en el período en cuestión.

Egresos de operación [\$ / año]: son todos los costos (fijos, semivariantes y variables) asociados a la operación completa de todos los departamentos que integran al sistema productivo. En la práctica de la evaluación financiera de proyectos, éstos corresponden a la suma de los costos de producción y los gastos generales del año en cuestión.

Empresa: Se trata de un sistema productivo que se encuentra en su etapa operativa.

Equipo principal de proceso (EPP): Equipo empleado para transformar la materia prima e insumos en producto terminado. Para ser considerado como tal, es indispensable que el equipo en cuestión cumpla con la siguiente característica: i) la materia prima e insumos del proceso deben pasar por el equipo y al hacerlo sufrir una transformación física, química o biológica. Adicionalmente, es recomendable que también cumpla con los siguientes atributos: ii) que el equipo esté interconectado física o funcionalmente con otros equipos principales de proceso y iii) que el monto de inversión en el equipo resulte significativo, en el marco del monto de la inversión total.

Para estimar el monto de inversión de los EPP, en la evaluación financiera de proyectos es práctica común especificar previamente las características de diseño y operación del equipo en cuestión, para después acudir directamente con los proveedores de equipos para obtener una cotización y, de ser necesario, recurrir a los modelos matemáticos para actualizar, ya sea por capacidad o por tiempo, dichas cotizaciones.

Flujo de Caja Proforma (FCP): También conocido como Estado de Origen y Aplicación de Recursos Proforma, se trata de una matriz numérica que proyecta y organiza la información financiera de un proyecto, para dar cuenta de todas las entradas (orígenes) y salidas (aplicaciones) de dinero, que se prevé tendrán lugar en cada uno de los años de su horizonte de planeación (diseño, operación y desmantelamiento-liquidación). Uno de los principales resultados de este estado proforma es el cálculo de los “saldos”, mismos que al realizar la resta del total de orígenes y aplicaciones del año en cuestión, darán cuenta de los montos que se prevé quedarán en la “cartera” del sistema productivo al final del período, una vez que se ha cumplido con los compromisos establecidos con todos los proveedores tanto de las etapas de diseño y operación, como de desmantelamiento-liquidación.

Estado de Resultados Proforma (ERP): Al igual que el FCP, se trata de una matriz numérica que proyecta y organiza la información financiera de un proyecto, pero ahora limitándose a los años de operación. De esta manera dará cuenta de los movimientos operativos de entradas (ingresos) y salidas (egresos) de la futura empresa. Uno de los principales resultados de este estado proforma, es el cálculo de las “utilidades” para cada año operativo, mismas que al restar progresivamente los egresos (costos de producción y gastos generales) de los ingresos (ventas y productos financieros) darán lugar a la “utilidad antes de impuestos”. Será sobre la base de esta última que se calculará el pago anual del impuesto sobre la renta (ISR) y la participación de los trabajadores en las utilidades (PTU), obligaciones que una vez descontadas darán lugar a la “utilidad neta”, montos que se prevé quedarán en la “cartera” del sistema productivo al final de cada período operativo, toda vez que ya se han cubierto los compromisos establecidos tanto con los proveedores de la fase operativa, como con las autoridades fiscales.

Flujo neto de efectivo (FNE_n) [\$ / año n]: se refiere a cada uno de los elementos de una matriz numérica que proyecta y sintetiza los movimientos financieros de entradas y salidas de dinero que se prevé tendrán lugar en la cartera del inversionista, como una consecuencia de haber invertido en el sistema productivo, para recibir en retribución los saldos que éste pudiera generar a lo largo del horizonte de planeación establecido.

Flujo neto de efectivo descontado (FNED_n) [\$ / año n]: es el valor equivalente que tendría en el año cero, la cantidad de dinero (FNE_n) que se prevé obtendrá un inversionista en el futuro como consecuencia de haber invertido en un proyecto. La equivalencia se obtiene a través de la operación de “descuento”, que considera como tasa de interés o de descuento a la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento Financiero (TMARF), misma que considera una compensación de la inflación, un premio al riesgo y una ganancia adicional, desde el período n y hasta el período en el presente n = 0.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$FNED_n = \frac{FNE_n}{(1 + TMARF)^n}$$

Donde:

$FNED_n$ [\$] = Flujo neto de efectivo descontado del período

FNE_n [\$] = Flujo neto de efectivo del período n

TMARF [%] = Tasa mínima de aceptación de rendimiento financiero

n [años] = # de períodos que separan al período “n” del presente

Flujo neto de efectivo descontado acumulado (FNEDA) [\$ / años]: Es la acumulación en el período n de los FNED.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$FNEDA_n = FNED_n + FNEDA_{n-1}$$

Donde:

$FNEDA_n$ [\$] = Flujo neto de efectivo descontado acumulado del período n

$FNEDA_{n-1}$ [\$] = Flujo neto de efectivo descontado acumulado del período n – 1

$FNED_n$ [\$] = Flujo neto de efectivo del período n

n [años] = # de períodos que separan al período “n” del presente

Gastos administrativos [\$ / año]: son uno de los cinco elementos que constituyen los gastos generales. Normalmente incluyen los sueldos del personal de administración, contabilidad y compras, gastos de asesorías legales, gastos de servicios técnicos, mantenimiento y suministros de oficinas, comunicaciones, etc.

Los gastos administrativos varían considerablemente de planta a planta, y su monto se puede estimar entre el 5 al 10% de los ingresos por ventas anuales.

Gastos de comercialización y venta [\$ / año]: son otro de los cinco elementos que constituyen los gastos generales. Comprenden los gastos derivados del conjunto de actividades que tienen como propósito hacer llegar el producto hasta el consumidor, tales como los gastos derivados de la adquisición de materiales y otros gastos de las oficinas de ventas, el pago de comisiones a los vendedores, los gastos de embarque y distribución del producto, así como los gastos de publicidad y asistencia técnica a los consumidores. Dichos gastos no sólo varían con el tipo y diversidad de productos vendidos y la localización de la planta, sino también con el número de compradores

y el volumen adquirido por cada uno de ellos. El orden de magnitud de estos gastos en lo general varía entre el 5 y el 25% de los costos de producción anuales.

Gastos financieros [\$ / año]: son otro de los cinco elementos que constituyen los gastos generales. Se definen como los intereses anuales que se pagan (una especie de renta) por utilizar un dinero que no es propio (préstamo). Usualmente se calculan multiplicando el monto de dinero que se adeuda por la tasa de interés pactada con el acreedor.

Gastos generales [\$ / año]: Son aquellos gastos necesarios para hacer llegar el producto al mercado, mantener la empresa en posición competitiva y lograr una operación rentable. En la evaluación de proyectos se suele considerar que están constituidos por: gastos administrativos, gastos de comercialización y venta, gastos de investigación y desarrollo, gastos financieros y gastos imprevistos.

Gastos imprevistos [\$ / año]: son uno más de los cinco elementos que constituyen los gastos generales. Este gasto se contempla para cubrir gastos menores e imprevistos que se llegasen a presentar en alguno de los departamentos ajenos al departamento de producción. Su valor se estima entre el 5 y el 10% de los costos de producción anuales.

Gastos por investigación y desarrollo [\$ / año]: son uno de los cinco elementos que constituyen los gastos generales, y sus requerimientos financieros están destinados a mantener operando la infraestructura y al equipo de especialistas en innovación de mercados, productos y procesos necesaria para mantener y expandir la posición competitiva del sistema productivo en sus nichos de mercado. En la evaluación financiera de proyectos es práctica común estimar este requerimiento financiero, multiplicando los ingresos por venta por un factor que va del 2 al 5%.

Horizonte de planeación del sistema productivo [años]: período de tiempo que se juzga pertinente para simular el comportamiento financiero de un proyecto, con miras a evaluar las bondades de éste. De esta manera el horizonte de planeación constituye la amplitud de mirada del proyecto en el tiempo, siendo sensibles los resultados del análisis financiero a la elección de este parámetro.

Inflación [%]: fenómeno económico que, debido a un desequilibrio entre la oferta y demanda agregadas de productos en un país, ocasiona el incremento generalizado y sostenido de precios a lo largo del tiempo, y con ello la pérdida del poder adquisitivo de la moneda.

Ingresos por ventas [\$ / año]: principal fuente de ingreso durante la fase operativa del sistema productivo, ya que se debe a la venta del producto terminado generado.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$I = PVU \cdot x$$

Donde:

I [\$ / año] = Ingresos por ventas

PVU [\$ / unidad de producto] = Precio de venta unitario

x [unidades / año] = Volumen de producción (unidades de producto terminado)

Impuesto a la propiedad industrial [\$ / año]: Este impuesto depende de las leyes fiscales vigentes en el lugar donde se proyecta localizar la planta. En algunos lugares estos impuestos alcanzan un nivel de 4% anual sobre el valor de la inversión fija, como sucede en áreas urbanas de algunos países, reduciéndose a tasas de 1 a 2% anual en zonas poco desarrolladas; encontrándose también áreas que se desea desarrollar industrialmente, en donde se exime a las empresas del pago de este impuesto por un período hasta de cinco años.

Impuesto sobre la renta (ISR) [\$ / año]: carga fiscal directa que se aplica a las utilidades obtenidas que incrementan el patrimonio de un contribuyente, por lo que las personas físicas y morales (empresas) están obligadas al pago de este impuesto.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$ISR = UAI \cdot ti$$

Donde:

ISR [\$ / año] = Impuesto sobre la renta

UAI [\$ / año] = Utilidad antes de impuesto

ti [%] = tasa impositiva. Si bien puede variar, usualmente está alrededor del 30%

Inventario de materias primas [\$ / año]: se trata de uno de los seis elementos que integran el capital de trabajo. Funciona como una salvaguarda ante la eventualidad de una interrupción en el suministro o abasto, por parte de los proveedores, de materias primas o insumos. Si bien este inventario se integra por primera vez a finales del año cero (pensando en los requerimientos de la producción del año 1), los niveles de este inventario deberán ajustarse año tras año, en el marco de un programa de producción que suele ser creciente. Los ajustes suelen realizarse al finalizar cada período operativo, y para estimar su valor usualmente se considera el dinero necesario para comprar la materia prima e insumos, que permitan alcanzar en el almacén el nivel necesario para respaldar los requerimientos de un mes de la producción del siguiente año operativo.

Inventario de producto en proceso [\$ / año]: es otro de los elementos que integran el capital de trabajo. Funciona como el recurso financiero adicional a la inversión fija, necesario para que una vez terminada la construcción de la infraestructura se garanticen los recursos para arrancar por primera vez, en fase pre-operativa, dicha infraestructura. De esta manera, el requerimiento financiero de este elemento se suele estimar como el costo de mantener funcionando el departamento de producción el tiempo que dura el ciclo de arranque del sistema productivo.

Inventario de producto terminado [\$ / año]: uno más de los elementos que integran el capital de trabajo. Funciona como un salvaguarda ante la eventualidad de una demanda que rebase, por mucho, las previsiones de venta. Si bien este inventario se integra por primera vez a finales del año cero (pensando en los requerimientos de la venta del año 1), los niveles de éste deberán ajustarse año tras año, en el marco de un programa de ventas que suele ser creciente. Los ajustes suelen realizarse al finalizar cada período operativo, y para estimar su valor, usualmente se considera el dinero necesario para generar la cantidad de producto terminado (costo de producción) que permita alcanzar en el almacén el nivel indispensable para respaldar los requerimientos de un mes de las ventas del siguiente año operativo.

Inversión fija [\$]: capital financiero que será necesario durante el período de diseño del sistema productivo. Dicha cantidad deberá ser suficiente para garantizar: a) la identificación, formulación, evaluación y selección del pro-

yecto, b) la gestión y compra de todos los activos tangibles e intangibles que conformarán la infraestructura del sistema productivo y c) la construcción de la planta industrial. El requerimiento de capital financiero para estas actividades puede ser estimado a partir de metodologías, por ejemplo, el método de Lang que, a partir del costo de los equipos principales de proceso, utiliza un conjunto de factores para determinar el costo del resto de los elementos que conforman la infraestructura del sistema productivo.

Inversión total [\$]: cantidad de dinero que representa la suma de la inversión fija y el capital de trabajo. Dicho monto podrá ser financiado en su totalidad por las aportaciones de los socios inversionistas, o bien, considerar una aportación mayoritaria de los accionistas y recurrir a créditos bancarios para completar el capital financiero requerido.

Materias primas e insumos: Las materias primas e insumos son todos aquellos elementos que conforman la formulación de un producto. Son elementos que además de ser fundamentales en la generación del bien o servicio, definen su naturaleza y esencia. Las materias primas suelen ser de origen natural, mientras que los insumos suelen ser productos intermedios de origen industrial.

Mano de obra: los trabajadores contratados o subcontratados por el sistema productivo podrían ser vistos como proveedores que, a cambio de un pago, ofrecen su trabajo en funciones específicas y en ocasiones también especializadas. El costo anual que para el sistema productivo representa el pago de la mano de obra debe considerar: el sueldo base (usualmente referido como número de salarios mínimos), las prestaciones (al menos las de ley: aguinaldo y prima vacacional), así como las obligaciones patronales (seguridad social y préstamo para vivienda).

Menguante: se trata de un sistema productivo que ha entrado en la etapa de desmantelamiento-liquidación.

Método de Lang: se trata de un método para estimar el monto asociado a la inversión fija en un sistema productivo. Fue propuesto originalmente por H. J. Lang en 1947, como un método para estimar el costo total de instalación de plantas y equipos de proceso. Para esto, se debe sumar el costo de todos los equipos principales de proceso (EPP) y multiplicar el resultado por un

factor (%) global, para estimar directamente el monto de la inversión fija del sistema productivo, o bien, por un conjunto de factores parciales (%) que permiten determinar el costo de los diversos grupos de activos tangibles e intangibles que conforman la infraestructura del sistema productivo.

El método proporciona variantes en los factores, dependiendo de la naturaleza de los compuestos (sólidos, sólidos-líquidos o fluido) que participan en el proceso. Dentro de este marco, es común que los procesos de la industria biotecnológica se clasifiquen en la categoría de “sólidos-líquidos”.

Cabe mencionar que para actualizar el método se ha propuesto incorporar algunos grupos de activos, por ejemplo: “sistemas de tratamiento de residuos”, “autotransportes”, cuyo costo debe cotizarse de manera directa con los proveedores. Así mismo, debido a que al paso del tiempo se ha modificado la importancia relativa del costo de algunos elementos con respecto a monto total de la inversión fija, se recomienda recurrir a una cotización directa, o bien, a estimaciones con métodos más recientes para el caso del “terreno y su acondicionamiento”, así como de los “edificios y sus servicios”.

Pagos a capital constante (PCC) [\$ / mes]. Es una de las modalidades a las que recurre con mayor frecuencia un deudor, cuando acuerda con su acreedor el pago una deuda. En esta modalidad, la devolución del préstamo se realiza mediante pagos constantes, cuyo monto se calcula al dividir el monto original del préstamo entre el número de períodos efectivos pactados para el pago de éste.

Se calcula a partir de las siguientes fórmulas:

Pagos a capital constante (PCC) sin períodos de gracia

$$PCC = \frac{P}{n}$$

Pagos a capital constante (PCC) con períodos de gracia

$$PCC = \frac{P}{n-(p.g.)}$$

Donde:

PCC [\$ / mes] = Pagos de capital constantes

P [\$] = Monto de préstamo

n [meses] = # de períodos pactados para el pago de la deuda

p. g. [meses] = # de períodos pactados como períodos de gracia

Pagos totales constantes (PTC) [\$ / mes]. Es otra de las modalidades a las que con frecuencia recurre un deudor, cuando acuerda con su acreedor el pago una deuda. En esta modalidad, se utiliza una fórmula de las matemáticas financieras que permite calcular un pago total constante, es decir, un pago cuyo monto no variará durante el número de períodos efectivos pactados, y que en sí mismo incorpora la combinación precisa de “pagos a capital” y “pagos de intereses” que al término del plazo terminarán por saldar la deuda.

Se calcula a partir de las siguientes fórmulas:

Pagos totales constantes (PTC) sin períodos de gracia

$$PTC = P \cdot \frac{i \cdot (1 + i)^n}{[(1 + i)^n] - 1}$$

Pagos totales constantes (PTC) con períodos de gracia

$$PTC = P \cdot \frac{i \cdot (1 + i)^{(n-pg)}}{[(1 + i)^{(n-pg)}] - 1}$$

Donde:

PTC [\$ / mes] = Pagos totales (pagos de capital + pagos de intereses) constantes

P [\$] = Monto de préstamo

i [%] = tasa de interés acordada

n [meses] = # de períodos pactados para el pago de la deuda

p. g. [meses] = # de períodos pactados como períodos de gracia

Participación de los trabajadores en las utilidades (PTU) [\$ / años]. Es un derecho constitucional de los trabajadores el recibir una parte proporcional de las utilidades obtenidas por el sistema productivo. El monto anual de la PTU se calcula como un porcentaje (usualmente 10%) de las “utilidades antes de impuesto” reportadas por el sistema productivo en la declaración anual que se presenta ante las autoridades fiscales.

Se calcula con la siguiente fórmula

$$PTU = UAI \cdot 10\%$$

Donde:

PTU [\$ / año] = Participación de los trabajadores en las utilidades

UAI [\$ / año] = Utilidad antes de impuestos

Período del cumplimiento de las expectativas del inversionista (PCEI) [años]: este indicador financiero utiliza los valores del FNED, para determinar el lapso de tiempo que el sistema productivo tardará en cumplir las cuatro expectativas que desde el punto de vista financiero, motivan a los inversionistas a arriesgar su capital en el proyecto: a) recuperar el monto invertido, b) obtener una compensación por la pérdida del poder adquisitivo sufrido por dicho monto al paso del tiempo (inflación), c) obtener una compensación por el riesgo asumido y d) obtener una ganancia financiera adicional que incremente el nivel real de su riqueza.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$PCEI = (k - 1) + \left| \frac{FNEDA_{k-1}}{FNED_k} \right|$$

Donde:

PCEI [años] = Período del cumplimiento de las expectativas del inversionista

k [constante cuyo valor va del 0 y "N"] = año en que el FNEDA pasa de "–" a "+".

FNEDA_{k-1} [\$] = Flujo neto de efectivo descontado acumulado del período k – 1

FNED_k [\$] = Flujo neto de efectivo descontado del período k

Períodos de gracia (p. g.) [meses]: se trata de una concesión otorgada por el acreedor, durante la ministración de un crédito, en la que otorga al deudor un cierto número de períodos iniciales del pago de una deuda, en los que se permite pagar sólo los intereses generados durante dichos períodos, aplazando así el pago de capital adeudado. Esta concesión, si bien suele encarecer a largo plazo el crédito, suele ser apreciada por los sistemas productivos, debido a que al inicio de su ciclo de vida presentan limitaciones en su liquidez financiera.

Precio de venta unitario (PVU) [\$ / unidad de producto]: valor monetario asignado, por el sistema productivo, al producto terminado para su comercialización.

Productos financieros [\$ / año]: son los intereses anuales con que el banco retribuye al sistema productivo, por mantener su “efectivo en caja” (elemento integrante del capital de trabajo) en una cuenta de ahorro.

Programa de producción [unidades de producto / año]: indica el número de unidades de producto que el sistema se propone generar en cada uno de sus años operativos. Dicho programa es determinado inicialmente durante el estudio de mercado, tomando como base los valores actuales y proyectados de la oferta y la demanda agregada en el mercado, así como las fortalezas competitivas del sistema productivo. Conforme los estudios de ingeniería de proceso, de proyectos y de evaluación financiera avanzan, dicho programa de producción inicial puede ser ajustado, dentro del rango razonable que indique el estudio de mercado, para optimizar el desempeño del proyecto.

Proyecto: se refiere al plan prospectivo de un sistema productivo o, dicho de otra manera, se trata de un sistema productivo que se encuentra en su etapa de diseño.

Punto de equilibrio (X_{eq}) [unidades de producto / año]: Es el volumen de producción anual, en el cual los ingresos por venta del año en cuestión son exactamente iguales a los egresos de operación anuales del sistema productivo, por lo que la utilidad de operación será igual a cero.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$X_{eq} = \frac{CFT}{(P_{vu} - C_{vu})}$$

Donde:

X_{eq} [unidades de producto / año] = Punto de equilibrio

CFT [\$ / año] = Costos fijos totales

PVU [\$ / unidad de producto] = Precio de venta unitario

CVU [\$ / unidad de producto] = Costo variable unitario

Regalías [\$ / año]: Se trata de un costo variable asociado al departamento de producción, que se encuentra relacionado con aquellas licencias que permiten el uso o explotación comercial de un conocimiento o tecnología amparada por una patente vigente. El requerimiento financiero asociado a este rubro se suele establecer como un porcentaje del valor de las ventas comprometidas, mismo que suele ser del orden de entre el 1 y el 3%.

Rentas [\$ / año]: Es uno de los costos fijos asociados al departamento de producción. Tiene lugar cuando no es posible o conveniente comprar alguno de los activos que forman parte de la infraestructura del sistema productivo, y en su lugar se le renta a un costo que resulta de la negociación que se lleve a cabo con el propietario o dueño de éste. En la determinación del monto necesario para este rubro, se tiene que considerar el valor original del activo, los años de uso de éste, la tasa de depreciación o amortización anual implicada, así como el margen de ganancia establecido por el dueño. En el caso de terrenos y edificios, la renta anual suele ser del orden del 10% del valor de la propiedad objeto de alquiler.

La renta es un costo de producción que se genera cuando tienes que pagar por el uso de un activo (elementos de infraestructura, por ejemplo, un equipo de proceso, un inmueble, un equipo de servicio, etc.) del que no eres dueño. En el caso de asumir que se compran todos los activos necesarios para integrar la infraestructura completa del sistema productivo, no será necesario considerar el concepto de “rentas”.

Saldo (Sn) [\$ / año]: Es la cantidad de dinero que en cada uno de los años del horizonte de planeación (diseño, operación y desmantelamiento-liquidación) queda en la cartera del sistema productivo, una vez que a partir de todos los orígenes del período se han cubierto todos los compromisos con los proveedores (aplicaciones).

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$S_n = O_n - A_n$$

Donde:

S_n [\$ / año] = saldo del año “n”

O_n [\$ / año] = total de orígenes de recursos del año “n”

A_n [\$ / año] = total de aplicaciones de recursos del año “n”

Servicios auxiliares: se trata de un conjunto de recursos consumibles (agua, energía eléctrica, combustible, vapor, refrigeración, aire comprimido, entre otros) que, si bien no llegan a incorporarse como parte de la formulación del producto, sí son indispensables para alcanzar las condiciones de operación (temperatura, presión, limpieza, fuerza motriz, etc.) requeridas en los procesos productivos. Los requerimientos y sus costos varían considerablemente en función de la naturaleza del proceso, de la localización de la planta y del volumen de producción.

Sistema productivo: nos referimos a una unidad de acción capaz de materializar algún aspecto del desarrollo social, económico, político o ambiental de una región o país, a través de la producción de bienes o servicios, para lo cual se requiere la inversión de recursos.

Tasa anual de amortización (t_a) [%]: Tasa a la cual un activo intangible es amortizado. Están establecidas, o se pueden calcular, a partir de la información consultada en la Ley del Impuesto sobre la Renta (LISR).

Tasa de depreciación (t_d) [%]: Tasa a la cual un activo tangible es depreciado. Están establecidas, o se pueden calcular, a partir de la información consultada en la Ley del Impuesto sobre la Renta (LISR).

Tasa interna de rendimiento o retorno financiero (TIRF) [%]: Es un indicador financiero que permite evaluar las bondades de un sistema productivo, al expresar la magnitud de tasa a la que el sistema productivo es capaz de reproducir el capital invertido.

Tasa mínima de aceptación de rendimiento financiero (TMARF) [%]: Es el mínimo rendimiento financiero que un inversionista establece para considerar que una inversión le resulte atractiva, es decir, rentable. Una vez establecida ésta, será la tasa empleada para descontar el Flujo Neto de Efectivo (FNE) para obtener el Valor Presente Neto (VPN). El valor de la TMARF queda establecida al determinar y sumar el valor de las siguientes tres tasas: inflación, premio al riesgo y ganancia real del inversionista. A esta tasa también se le menciona en la literatura especializada como: *Tasa mínima aceptable de retorno* (TMAR), *Tasa de retorno mínima aceptable* (TREMA), *Tasa de interés mínima aceptable* (TIMA) o incluso *Costo de Capital*.

Utilidad antes de impuestos (UAI) [\$ / año]: Utilidad que se obtiene al sumar la “utilidad de operación” a los productos financieros. Será sobre la UAI resultante que se calcule el pago del impuesto sobre la renta (ISR), así como el reparto de utilidades (PTU) entre los trabajadores del sistema productivo.

Utilidad bruta (UB) [\$ / año]. Utilidad que cada año operativo se obtiene al restar de los ingresos por ventas los costos de producción.

Utilidad de operación (UO) [\$ / año]. Utilidad que cada año operativo se obtiene al restar de la utilidad bruta los gastos generales.

Utilidad neta (UN) [\$ / año]. Utilidad que cada año operativo se obtiene al restar de la “utilidad antes de impuestos” el importe tanto del impuesto sobre la renta (ISR), como del reparto de utilidades entre los trabajadores (PTU). La utilidad neta resultante representa la cantidad de dinero que en cada uno de los años operativos queda en la cartera del sistema productivo, una vez que se ha cumplido con los compromisos establecidos con todos sus proveedores operativos.

Se calcula de la siguiente manera:

$$UN = UAI - ISR - PTU$$

Donde:

UN [\$ / año] = Utilidad neta (\$)

UAI [\$ / año] = Utilidad antes de impuesto (\$)

ISR [\$ / año] = Impuesto sobre la renta (\$)

PTU [\$ / año] = Participación de los trabajadores en las utilidades (\$)

Valor de rescate del sistema productivo [\$ / año]: representa el valor que se puede recuperar del sistema productivo en el año del desmantelamiento-liquidación. Dicho valor se obtiene a partir de la suma de los siguientes elementos: valor residual de la suma de sus activos, valor residual acumulado en el capital de trabajo y valor de reventa del terreno.

Valor de reventa del terreno [\$ / año “N”]: Es el monto al cual el sistema productivo espera llegar a vender, en el año del desmantelamiento-liquidación, el terreno adquirido en el año 0 o año de diseño. Para su cálculo deberá considerarse el impacto que la plusvalía anual tendrá sobre el valor original al que fue adquirido el terreno.

Valor original (VO) de los activos [\$]: Es el valor al que el sistema productivo adquiere sus activos tangibles e intangibles al momento de comprarlos.

Valor presente neto (VPN) [\$]: ganancia adicional que le queda a los inversionistas de un proyecto, una vez que se han satisfecho sus cuatro expectativas financieras iniciales, es decir: a) recuperar el monto invertido, b) obtener una compensación por la pérdida del poder adquisitivo sufrido por dicho monto al paso del tiempo (inflación), c) obtener una compensación por el riesgo asumido y d) obtener una ganancia financiera adicional que incremente el nivel real de su riqueza.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$VPN = \sum_{n=0}^N \left(\frac{FNE_n}{(1 + TMARF)^n} \right) = \sum_{n=0}^N (FNED_n) = FNEDA_{11}$$

Donde:

VPN [\$] = Valor presente neto

FNE_n [\$ / año] = Flujo neto de efectivo del período “n”

$FNED_n$ [\$] = Flujo neto de efectivo descontado del período “n”

$FNEDA_N$ [\$] = Flujo neto de efectivo descontado acumulado al año de la liquidación

n [año] = Período en cuestión

N [años] = último año del horizonte de planeación (año “N” o año de la liquidación)

Valor residual acumulado en el capital de trabajo [\$]: Es el valor acumulado, para el año de desmantelamiento-liquidación, en los diferentes elementos del capital de trabajo. Por ello, su valor monetario se obtiene al sumar el valor residual (calculado para el año de desmantelamiento-liquidación) de los siguientes elementos: inventario de materia prima, inventario de producto terminado, inventario de producto en proceso, cuentas por cobrar, cuentas por pagar (signo negativo) y efectivo en caja.

Valor residual (Barn) de los activos [\$]: valor que, año tras año hasta terminar su vida útil, le queda a un activo tangible e intangible, una vez que se ha descontado el monto acumulado derivado de su depreciación o amortización.

Se calcula de la siguiente manera, según sea el caso:

$$V_R (\text{año } n) = V_o - D (\text{acumulada al año } n)$$

$$V_R (\text{año } n) = V_o - A (\text{acumulada al año } n)$$

Donde:

$V_{\text{Residual } n} [\$] = \text{Valor residual al año "n"}$

$V_o [\$] = \text{Valor original}$

$D [\$] = \text{Depreciación acumulada al año n}$

$A [\$] = \text{Amortización acumulada al año n}$

Vida útil (VU): Período de tiempo (años) que en la Ley del Impuesto sobre la Renta (Ley del ISR) se establecen como duración fiscal, tanto de los activos tangibles como de los intangibles. Serán estos valores los que deberán considerarse al realizar los cálculos anuales para depreciar o amortizar los activos que conforman la infraestructura del sistema productivo. En el caso de que la ley del ISR reporte las tasas anuales de depreciación o amortización, en lugar de los valores de VU, estos últimos podrán calcularse mediante las siguientes fórmulas:

$$V_u = \frac{1}{t_d} \qquad V_u = \frac{1}{t_a}$$

Donde:

$V_u [\text{años}] = \text{Vida útil}$

$t_d [\%] = \text{Tasa anual de depreciación}$

$t_a [\%] = \text{Tasa anual de amortización}$

Volumen de producción (x). Es el número de unidades de producto que son fabricadas por el sistema productivo en un año determinado. Dichas cantidades son determinadas en el programa de producción.

*Análisis de rentabilidad en el diseño y evaluación
de sistemas productivos*

se terminó de imprimir en diciembre de 2022,
en los talleres de DocuMaster, Av. Coyoacán 1450,
Col. Del Valle, Benito Juárez, C.P. 03220
La edición consta de 200 ejemplares
más sobrantes para reposición.

Imagine el lector el siguiente escenario: uno o varios inversionistas están considerando la posibilidad de arriesgar su capital financiero al invertirlo en un nuevo sistema productivo. Conocedores de que una de cada tres nuevas empresas que inician actividades se ven en la necesidad de cerrar en su primer año de vida, los inversionistas deciden contratar a un despacho de ingeniería para realizar la evaluación financiera del proyecto. Teniendo como marco este escenario, se aprecia mejor la relevancia del libro que tiene usted entre sus manos, cuyo propósito es responder a las preguntas:

¿Qué es la rentabilidad?, ¿cómo se calcula? y ¿cómo se interpreta ésta, al momento de orientar la decisión de los inversionistas sobre si invertir o no su capital en el sistema productivo?

Si bien, el libro está dirigido a un público amplio y diverso, originalmente fue escrito teniendo en mente a estudiantes de licenciatura en las diversas ramas de la ingeniería, que como parte de su formación, están aprendiendo la técnica-arte de diseñar sistemas productivos y que, al entrar en contacto con la metodología de la evaluación financiera de proyectos, se adentran en campos del conocimiento que usualmente no le son tan familiares: el mundo de los negocios, las finanzas y la economía.



Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco, Núm. 186, Col. Leyes de Reforma 1ª Sección
Alcaldía Iztapalapa, C.P. 09310, CDMX