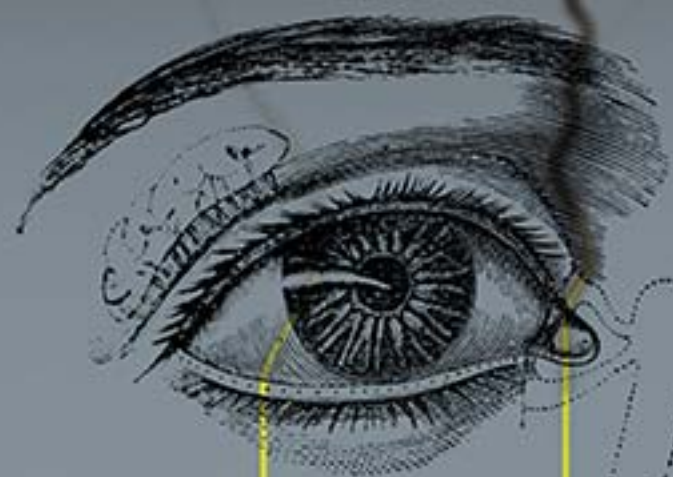


SEXTA  
EDICIÓN



# EVALUACIÓN DE PROYECTOS

GABRIEL BACA URBINA

Mc  
Graw  
Hill



# Evaluación de proyectos

---





# Evaluación de proyectos

Sexta edición

Gabriel Baca Urbina



MÉXICO • BOGOTÁ • BUENOS AIRES • CARACAS • GUATEMALA • MADRID • NUEVA YORK  
SAN JUAN • SANTIAGO • SÃO PAULO • AUCKLAND • LONDRES • MILÁN • MONTREAL  
NUEVA DELHI • SAN FRANCISCO • SINGAPUR • ST. LOUIS • SIDNEY • TORONTO

**Director Higher Education:** Miguel Ángel Toledo Castellanos  
**Editor sponsor:** Pablo Eduardo Roig Vázquez  
**Coordinadora editorial:** Marcela I. Rocha Martínez  
**Editora de desarrollo:** María Teresa Zapata Terrazas  
**Supervisor de producción:** Zeferino García García

**EVALUACIÓN DE PROYECTOS**  
**Sexta edición**

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



DERECHOS RESERVADOS © 2010, 2005, 2001, 1995, 1990, 1987, respecto a la sexta edición por  
McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

*A Subsidiary of The McGraw-Hill Companies, Inc.*

Prolongación Paseo de la Reforma 1015, Torre A,

Piso 17, Colonia Desarrollo Santa Fe,

Delegación Álvaro Obregón,

C.P. 01376, México, D. F.

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. Núm. 736

**ISBN 13: 978-607-15-0260-5**

0123456789

109876543210

Impreso en México

*Printed in Mexico*



# Contenido

<b>PREFACIO A LA SEXTA EDICIÓN</b>	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>Elementos conceptuales y preparación de la evaluación</b> . . . . .	<b>1</b>
Qué es un proyecto . . . . .	2
Por qué se invierte y por qué son necesarios los proyectos . . . . .	2
Decisión sobre un proyecto . . . . .	2
Evaluación. . . . .	3
Proceso de preparación y evaluación de proyectos . . . . .	4
Partes generales de la evaluación de proyectos . . . . .	4
La evaluación de proyectos como un proceso y sus alcances . . . . .	5
Introducción y marco de desarrollo. . . . .	5
Estudio de mercado . . . . .	7
Estudio técnico. . . . .	7
Estudio económico. . . . .	8
Evaluación económica . . . . .	8
Análisis y administración del riesgo. . . . .	9
Criterio de este texto . . . . .	9
Preguntas y problemas. . . . .	10
Bibliografía . . . . .	10

**CAPÍTULO 2**

<b>Estudio del mercado</b> .....	<b>11</b>
Objetivos y generalidades del estudio de mercado .....	12
Estructura de análisis .....	13
Pasos que deben seguirse en la investigación .....	14
Definición del producto .....	14
Naturaleza y usos del producto .....	15
Análisis de la demanda .....	15
Cómo se analiza la demanda .....	15
Recopilación de información de fuentes secundarias .....	17
Métodos de proyección .....	17
Errores comunes en el análisis de regresión .....	23
Métodos de pronóstico de corto plazo .....	25
Recopilación de información de fuentes primarias .....	25
Cómo recopilar información .....	25
Procedimiento de muestreo y determinación del tamaño de la muestra .....	27
Medición e interpretación .....	30
Importancia de una adecuada estratificación de encuestas .....	34
Procedimientos no probabilísticos de muestreo .....	38
Factores que influyen en la elección de un método de pronóstico .....	39
Reflexiones sobre los métodos de pronóstico .....	39
Análisis de la oferta .....	41
Principales tipos de oferta .....	41
Cómo analizar la oferta .....	42
Proyección de la oferta .....	42
Importaciones y exportaciones .....	42
Determinación de la demanda potencial insatisfecha .....	43
Cálculo de la demanda potencial insatisfecha .....	43
Análisis de los precios .....	44
Tipos de precios .....	45
Cómo determinar el precio .....	46
Proyección del precio del producto .....	47
Comercialización del producto .....	48
Canales de distribución y su naturaleza .....	49
Cómo seleccionar el canal más adecuado para la distribución del producto .....	50
Estrategias de introducción al mercado .....	50
Conclusiones del estudio de mercado .....	52
Preguntas y problemas .....	70
Bibliografía .....	71

**CAPÍTULO 3**

<b>Estudio técnico</b> .....	<b>73</b>
Objetivos y generalidades del estudio técnico. Partes que lo conforman .....	74
Determinación del tamaño óptimo de la planta .....	75
Optimización de un proceso productivo: mermelada de fresa .....	77
Factores que determinan o condicionan el tamaño de una planta .....	84
Método de Lange .....	85
Método de escalación .....	86
Consideraciones sobre el tamaño cuando se realiza un estudio de reemplazo de equipo .....	86



Localización óptima del proyecto . . . . .	86
Método cualitativo por puntos. Ventajas y desventajas . . . . .	86
Método cuantitativo de Vogel. Ventajas y desventajas . . . . .	88
Ingeniería del proyecto . . . . .	89
Objetivos generales. . . . .	89
Proceso de producción . . . . .	89
Técnicas de análisis del proceso de producción . . . . .	90
Factores relevantes que determinan la adquisición de equipo y maquinaria . . . . .	94
Distribución de la planta. . . . .	94
Objetivos y principios básicos de la distribución de la planta . . . . .	94
Tipos de proceso y sus características . . . . .	95
Métodos de distribución. Diagrama de recorrido y SLP . . . . .	96
Cálculo de las áreas de la planta. Bases de cálculo . . . . .	99
Organización del recurso humano y organigrama general de la empresa . . . . .	101
Marco legal de la empresa y factores relevantes . . . . .	103
Preguntas y problemas. . . . .	133
Bibliografía . . . . .	135

## CAPÍTULO 4

### Estudio económico . . . . . 137

Objetivos generales y estructuración: el estudio económico . . . . .	139
Determinación de los costos . . . . .	139
Costos de producción . . . . .	140
Costos de administración . . . . .	142
Costos de venta . . . . .	142
Costos financieros. . . . .	143
Inversión total inicial: fija y diferida . . . . .	143
Cronograma de inversiones . . . . .	144
Depreciaciones y amortizaciones . . . . .	144
Capital de trabajo . . . . .	145
Punto de equilibrio . . . . .	148
Estado de resultados pro-forma . . . . .	150
Costo de capital o tasa mínima aceptable de rendimiento . . . . .	151
Financiamiento. Tabla de pago de la deuda . . . . .	153
Balance general . . . . .	155
Preguntas y problemas. . . . .	176
Bibliografía . . . . .	177

## CAPÍTULO 5

### Evaluación económica . . . . . 179

Métodos de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo . . . . .	181
Valor presente neto ( <i>VPN</i> ). Ventajas y desventajas . . . . .	182
Tasa interna de rendimiento ( <i>TIR</i> ). Ventajas y desventajas . . . . .	184
Métodos de evaluación que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo. . . . .	189
Razones financieras. Usos, ventajas y desventajas . . . . .	189
Análisis de sensibilidad . . . . .	191
Preguntas y problemas. . . . .	200
Bibliografía . . . . .	200

**CAPÍTULO 6**

<b>Análisis y administración de riesgo</b> . . . . .	<b>203</b>
Objetivos y generalidades del análisis y administración del riesgo . . . . .	205
Generalidades . . . . .	205
Crítica de la teoría actual del riesgo . . . . .	206
Filosofía del enfoque propuesto . . . . .	209
Medición del riesgo de mercado . . . . .	211
Riesgo financiero . . . . .	213
Otros enfoques para el análisis del riesgo . . . . .	214
Preguntas y problemas . . . . .	221
Bibliografía . . . . .	221

**CAPÍTULO 7**

<b>Metodología para evaluar el incremento de la capacidad instalada</b> . . . . .	<b>223</b>
Introducción . . . . .	225
Partes principales del método . . . . .	225
Análisis de la demanda y la oferta . . . . .	225
Estudio técnico . . . . .	228
Análisis económico . . . . .	230
Determinación de la rentabilidad económica de cada alternativa por análisis incremental . . . . .	230
Caso práctico . . . . .	231
Análisis de la demanda . . . . .	231
Estudio técnico . . . . .	233
Análisis económico . . . . .	250
Conclusiones generales de la metodología . . . . .	266
Preguntas y problemas . . . . .	267

**CAPÍTULO 8**

<b>Evaluación de proyectos en el desarrollo económico regional</b> . . . . .	<b>269</b>
Introducción . . . . .	271
Aspectos macroeconómicos del problema . . . . .	272
La aplicación de los diez puntos del Consenso de Washington . . . . .	275
Disciplina fiscal . . . . .	276
Reordenamiento de las prioridades del gasto público . . . . .	277
Reforma impositiva . . . . .	277
Liberalización de las tasas de interés . . . . .	278
Paridad competitiva de la moneda . . . . .	278
Liberalización del comercio internacional . . . . .	280
Liberalización de la entrada de inversiones extranjeras directas . . . . .	281
Privatización de la mayoría de los servicios que presta el gobierno . . . . .	282
Desregulación financiera y comercial . . . . .	283
Derechos de propiedad . . . . .	284
La crisis económica mundial de octubre de 2008 . . . . .	285
Una lección no aprendida . . . . .	287
Un poco de historia de éxitos macroeconómicos . . . . .	287
Japón . . . . .	287
Corea del Sur . . . . .	290
China . . . . .	293

India . . . . .	295
Chile . . . . .	296
Análisis de las estrategias de desarrollo . . . . .	297
Japón . . . . .	297
Corea del Sur . . . . .	297
China . . . . .	298
India . . . . .	298
Chile . . . . .	298
Las cadenas productivas y la evaluación de proyectos . . . . .	300
La planeación del desarrollo industrial . . . . .	302
Preguntas y problemas . . . . .	309
Bibliografía . . . . .	309
<b>ÍNDICE . . . . .</b>	<b>311</b>





# Prefacio a la sexta edición

El modelo educativo a nivel medio y nivel superior empieza a cambiar en algunos países de Latinoamérica. El modelo tradicional de enseñanza con modalidad presencial alumno-maestro y con el uso principal del pizarrón o pizarra como medio para plasmar conceptos e ideas avanza a un modelo nuevo que se enfoca en el desarrollo de capacidades, de las cuales muchas se han aprendido de manera natural.

Así que el nuevo modelo distingue entre capacidades básicas y capacidades superiores. Dentro de las capacidades básicas que menciona están el dominio de la lengua nativa, el dominio de una lengua extranjera (de preferencia el inglés), dominio básico de matemáticas, conocimiento y dominio de la metodología de la investigación, adquisición de valores éticos y morales, desarrollo de conciencia ambiental, uso más intensivo de las TIC (tecnologías de información y comunicación) y tal vez uno de los rasgos más importantes del nuevo modelo educativo: el saber hacer, el alumno debe aprender a hacer aplicando el conocimiento.

Las capacidades superiores son aquellas que debe poseer cualquier empleado que al trabajar en una empresa desee ascender a un nivel superior, sin importar el nivel jerárquico en el que actualmente se encuentre. Estas capacidades varían de una empresa a otra, dependen del giro de la empresa y del puesto al cual aspire el empleado pero, en general, se mencionan las siguientes: ser 100% bilingüe, dominar el uso de las TIC, tener capacidad de negociación, tener capacidad de liderazgo, tener visión estratégica, dominar técnicas de planeación para cualquier tipo de proyecto, tener capacidad para el análisis de datos duros (datos estadísticos) y de datos blandos (datos de comportamiento social), ser creativo e innovador en las tareas que se realizan dentro de la empresa. Todo esto suena bien, el problema es cómo lograr que el alumno adquiera algunas de estas capacidades o todas ellas.

Esta sexta edición hará énfasis, al inicio de cada capítulo, en el tipo de habilidad que se requiere por parte del alumno para abordar y resolver esa parte específica de la metodología de evaluación de proyectos. Al final de cada capítulo se propone una serie de problemas concretos

en los que el alumno deberá aplicar los conocimientos teóricos adquiridos para *saber hacer* y no solamente quedarse con la teoría de la metodología.

En esta sexta edición, además, se han hecho varias modificaciones importantes. La primera es la eliminación del capítulo siete de la quinta edición, a la cual sustituye una *Metodología para evaluar el incremento de la capacidad instalada* de una empresa de manufactura. Esta inserción obedece a que muchas empresas y bancos de crédito quieren aplicar la *metodología de evaluación de proyectos*, tal y como se indica en los capítulos del 1 al 6, a proyectos de incremento de la capacidad instalada en su empresa, con el resultado de que enfrentan una serie de obstáculos en la aplicación directa de la metodología tradicional. Esto es, cuando un banco comercial concede un crédito a una empresa de manufactura para ampliar su capacidad instalada y la empresa efectivamente utiliza ese dinero para ese fin, en realidad ninguna de las dos partes sabe con certeza si el dinero fue bien empleado en la ampliación de la capacidad instalada. Ahora la parte siete muestra las ideas del autor sobre el particular y presenta una serie de pasos concretos para llevar a cabo este tipo de análisis.

Otra adición importante es el capítulo ocho, que al inicio presenta un panorama macroeconómico de los países latinoamericanos y explica por qué son países de economías emergentes,<sup>1</sup> además, señala las estrategias que aplican algunos países que han logrado avanzar significativamente en el aspecto económico; esta parte concluye con las sugerencias apropiadas para insertar la metodología de evaluación de proyectos en el contexto del desarrollo económico de un país.

Quiero agradecer a todo el personal de McGraw-Hill México por el apoyo que de nueva cuenta me han dado para la publicación de este texto, en especial a Pablo Roig y a Marcela Rocha. También agradezco a todos los profesores universitarios que me han hecho llegar comentarios o sugerencias para el mejoramiento de esta obra y a mis queridos maestros decirles que nunca me olvido de ellos. Finalmente agradezco a mi familia el apoyo que siempre me ha dado, y dedico esta obra a mi esposa, a mis hijos y a mis nietos.

<sup>1</sup> Término elegante utilizado para decir que una economía es subdesarrollada.



## CAPÍTULO 1

# Elementos conceptuales y preparación de la evaluación

### OBJETIVO GENERAL

Al concluir el estudio de este capítulo el alumno sabrá qué es un proyecto e identificará sus partes y objetivos.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir** qué es un proyecto.
- Exponer** las causas que hacen importantes a los proyectos.
- Mencionar** las partes generales de que consta la evaluación de un proyecto.
- Explicar** cuál es el objetivo del estudio de mercado.
- Explicar** en qué consiste el estudio técnico.
- Explicar** qué se pretende con el estudio económico.
- Explicar** cuál es el objetivo de la evaluación económica.

## Qué es un proyecto

Un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, la cual tiende a resolver una necesidad humana.

En este sentido puede haber diferentes ideas, inversiones de monto distinto, tecnología y metodologías con diverso enfoque, pero todas ellas destinadas a satisfacer las necesidades del ser humano en todas sus facetas, como pueden ser: educación, alimentación, salud, ambiente, cultura, etcétera.

### proyecto de inversión

plan que, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos, producirá un bien o un servicio, útil al ser humano o a la sociedad

El **proyecto de inversión** es un plan que, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos, producirá un bien o un servicio, útil al ser humano o a la sociedad.

La evaluación de un proyecto de inversión, cualquiera que éste sea, tiene por objeto conocer su rentabilidad económica y social, de tal manera que asegure resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable. Sólo así es posible asignar los escasos recursos económicos a la mejor alternativa.

## Por qué se invierte y por qué son necesarios los proyectos

Día a día y en cualquier sitio donde nos encontremos, siempre hay a la mano una serie de productos o servicios proporcionados por el hombre: desde la ropa que vestimos hasta los alimentos procesados que consumimos y las modernas computadoras que apoyan en gran medida el trabajo del ser humano. Todos y cada uno de estos bienes y servicios, antes de su venta comercial, fueron evaluados desde varios puntos de vista, siempre con el objetivo final de satisfacer una necesidad humana. Después de ello, *alguien* tomó la decisión de producirlo en masa, para lo cual tuvo que realizar una inversión económica.

Por tanto, siempre que exista una necesidad humana de un bien o un servicio habrá necesidad de *invertir*, hacerlo es la única forma de producir dicho bien o servicio. Es claro que las inversiones no se hacen sólo porque *alguien* desea producir determinado artículo o piensa que al producirlo ganará dinero. En la actualidad una inversión inteligente requiere una base que la justifique. Dicha base es precisamente un proyecto estructurado y evaluado que indique la pauta a seguir. De ahí se deriva la necesidad de elaborar los proyectos.

## Decisión sobre un proyecto

Para tomar una decisión sobre un proyecto es necesario someterlo al análisis multidisciplinario de diferentes especialistas. Una decisión de este tipo no puede ser tomada por una sola persona con un enfoque limitado, o ser analizada sólo desde un punto de vista. Aunque no se puede hablar de una metodología estricta que guíe la toma de decisiones sobre un proyecto, debido a la gran diversidad de proyectos y a sus diferentes aplicaciones, sí es posible afirmar categóricamente que una decisión siempre debe estar fundada en el análisis de un sinnúmero de antecedentes con la aplicación de una metodología lógica que abarque la consideración de todos los factores que participan y afectan al proyecto.



El realizar un análisis lo más completo posible, no implica que, al invertir, el dinero estará exento de riesgo. El futuro siempre es incierto y por esta razón el dinero siempre se arriesgará. El hecho de calcular unas ganancias futuras, a pesar de realizar un análisis profundo, no garantiza que esas utilidades se ganen, tal como se calculó. En los cálculos no están incluidos los factores fortuitos como huelgas, incendios, derrumbes, etc.; simplemente porque no son predecibles y no es posible asegurar que una empresa de nueva creación o cualquier otra, estará a salvo de factores fortuitos. Estos factores también provienen del ámbito económico o político, como es el caso de las drásticas devaluaciones monetarias, la atonía económica, los golpes de Estado u otros acontecimientos que afectan gravemente la rentabilidad y la estabilidad de la empresa.

Por estas razones, la toma de la decisión acerca de invertir en determinado proyecto siempre debe recaer en grupos multidisciplinarios que cuenten con la mayor cantidad de información posible, no en una sola persona ni en el análisis de datos parciales. A toda actividad encaminada a tomar una decisión de inversión sobre un proyecto se le llama **evaluación de proyectos**.

#### evaluación de proyectos

actividades encaminadas a la toma de decisión acerca de invertir en un proyecto

## Evaluación

Si un proyecto de inversión privada (con fines de lucro) se diera a evaluar a dos grupos multidisciplinarios distintos, con seguridad que sus resultados no serían iguales. Esto se debe a que conforme avanza el estudio, las alternativas de selección son múltiples en el tamaño, la localización, el tipo de tecnología que se emplee, la organización, etcétera.

Por otro lado, considere un proyecto de inversión gubernamental (sin fines de lucro) que evalúan los mismos grupos de especialistas. Sus resultados también serán distintos, debido principalmente al enfoque que adopten en su evaluación, incluso pueden considerar que el proyecto en cuestión no es prioritario o necesario como pueden serlo otros.

En el análisis y la evaluación de ambos proyectos se emitirán datos, opiniones, juicios de valor, prioridades, etc., que aplazarán la decisión final. Desde luego, ambos grupos argumentarán que, como los recursos son escasos, desde sus *particulares puntos de vista* la propuesta que formulan proporcionará los mayores beneficios comunitarios y ventajas.

Esto debe llevar necesariamente a quien tome la decisión final, a contar con un patrón o modelo de comparación general que le permita discernir cuál de los dos grupos se apega más a lo razonable, lo establecido o lo lógico. Tal vez si más de dos grupos evaluarán los proyectos mencionados surgirá la misma discrepancia.

Si el caso mencionado llegara a suceder, se puede decir en defensa de los diferentes grupos de evaluación que existen distintos criterios de evaluación, sobre todo en el aspecto social, respecto del cual los gobernantes en turno fijan sus políticas y prioridades, a las que resulta difícil oponer algún criterio o alguna metodología, por buenos que parezcan. Al margen de esta situación, y en el terreno de la inversión privada, se puede decir que lo válido es plantear premisas fundadas en criterios matemáticos universalmente aceptados.

La evaluación, aunque es la parte fundamental del estudio, dado que es la base para decidir sobre el proyecto, depende en gran medida del criterio adoptado de acuerdo con el objetivo general del proyecto. En el ámbito de la inversión privada el objetivo principal no sólo es obtener el mayor rendimiento sobre la inversión. En los tiempos actuales de crisis, el objetivo principal puede ser que la empresa sobreviva, mantener el mismo segmento del mercado, diversificar la producción, aunque no se aumente el rendimiento sobre el capital.

Por tanto, la realidad económica, política, social y cultural de la entidad donde se piense invertir, marcará los criterios que se seguirán para realizar la evaluación adecuada, sin importar la metodología empleada. Los criterios y la evaluación son, por tanto, la parte fundamental de toda evaluación de proyectos.

## Proceso de preparación y evaluación de proyectos

### Partes generales de la evaluación de proyectos

Aunque cada estudio de inversión es único y distinto a todos los demás, la metodología que se aplica en cada uno tiene la particularidad de adaptarse a cualquier proyecto. Las áreas generales en las que se aplica la metodología de la evaluación de proyectos son:

- Instalación de una planta totalmente nueva.
- Elaboración de un nuevo producto de una planta ya existente.
- Ampliación de la capacidad instalada o creación de sucursales.
- Sustitución de maquinaria por obsolescencia o capacidad insuficiente.

Incluso, con las adaptaciones apropiadas, esta metodología se ha aplicado con éxito a estudios de implantación de redes de microcomputadoras, sustitución de sistemas manuales de información por sistemas automatizados, etc. Aunque los conceptos de oferta y demanda cambian radicalmente, el esquema general de la metodología es el mismo.

En estudios de factibilidad en el área de informática la oferta y la demanda se expresan en términos de bytes, velocidades de procesamiento, velocidades de transmisión, etc. El manejo de información puede medirse fácilmente bajo este concepto.

Aunque las técnicas de análisis empleadas en cada una de las partes de la metodología sirven para hacer una serie de determinaciones, tales como mercado insatisfecho, costos totales, rendimiento de la inversión, etc., esto no elimina la necesidad de tomar una decisión de tipo personal; es decir, el estudio no decide por sí mismo, sino que proporciona las bases para decidir, ya que hay situaciones de tipo intangible para las cuales no hay técnicas de evaluación y esto hace, en la mayoría de los problemas cotidianos, que la decisión final la tome una persona y no una metodología, a pesar de que ésta tenga aplicación generalizada.

La estructura general de la metodología de la evaluación de proyectos se representa como muestra la figura 1.1.

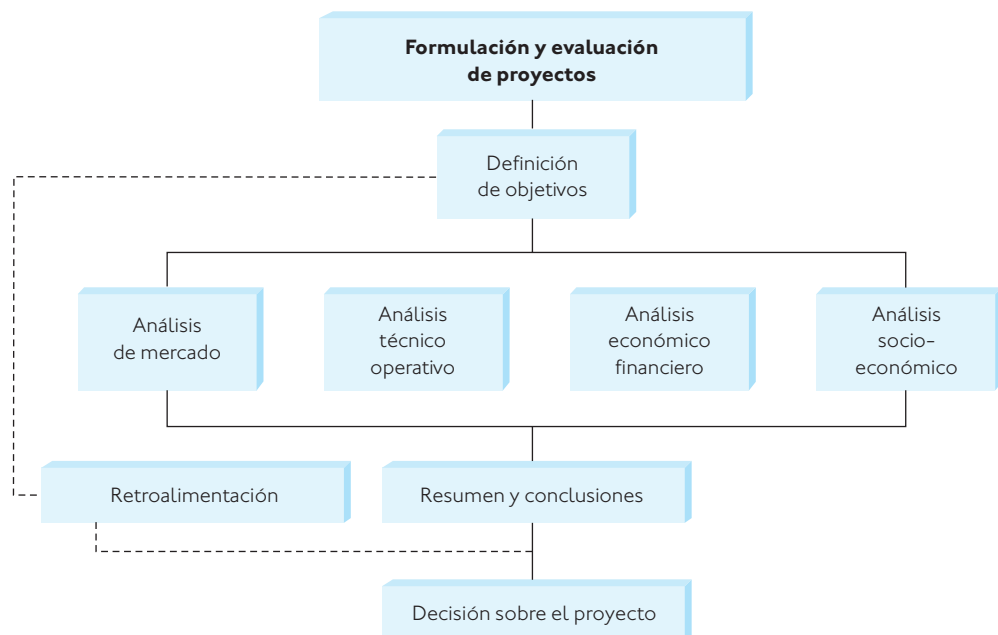


Figura 1.1 Estructura general de la evaluación de proyectos.

En este capítulo se describe el proceso global y las interrelaciones de un estudio de factibilidad. Las características propias de cada una de las partes se describen y analizan a lo largo del libro.

## La evaluación de proyectos como un proceso y sus alcances

En un estudio de evaluación de proyectos se distinguen tres niveles de profundidad. Al más simple se le llama **perfil**, *gran visión* o *identificación de la idea*, el cual se elabora a partir de la información existente, el juicio común y la opinión que da la experiencia. En términos monetarios sólo presenta cálculos globales de las inversiones, los costos y los ingresos, sin entrar a investigaciones de terreno.

El siguiente nivel se denomina *estudio de prefactibilidad* o **anteproyecto**. Este estudio profundiza el examen en fuentes secundarias y primarias en investigación de mercado, detalla la tecnología que se empleará, determina los costos totales y la rentabilidad económica del proyecto y es la base en que se apoyan los inversionistas para tomar una decisión.

El nivel más profundo y final es conocido como **proyecto definitivo**. Contiene toda la información del anteproyecto, pero aquí son tratados los puntos finos; no sólo deben presentarse los canales de comercialización más adecuados para el producto, sino que deberá presentarse una lista de contratos de venta ya establecidos; se deben actualizar y preparar por escrito las cotizaciones de la inversión, presentar los planos arquitectónicos de la construcción, etc. La información presentada en el *proyecto definitivo* no debe alterar la decisión tomada respecto a la inversión, siempre que los cálculos hechos en el *anteproyecto* sean confiables y hayan sido bien evaluados.

El nivel de aplicación y conocimientos que se estudiará en este texto será el de *anteproyecto*.

Ya se mencionó que el primer nivel de profundidad en un estudio de evaluación es el de *perfil*, el cual comienza con la identificación de una idea que culmina, tras un proceso, con la instalación física de la planta. Los pasos en la generación de un proyecto se dan en la figura 1.2.

Todo empieza con una idea y cada una de las etapas siguientes es una profundización de la idea inicial, no sólo en lo que se refiere a conocimiento, sino también en cuanto a investigación y análisis. La última parte del proceso es, por supuesto, la cristalización de la idea con la instalación física de la planta, la producción del bien o servicio y, por último, la satisfacción de una necesidad humana o social, que en un principio dio origen a la idea y al proyecto.

## Introducción y marco de desarrollo

Cualquier persona que pretenda realizar el estudio y la evaluación de un proyecto, ya sea estudiante, consultor de empresas o inversionista, la primera parte que deberá desarrollar y presentar en el estudio es la **introducción**, la cual debe contener una breve reseña histórica del desarrollo y los usos del producto, además de precisar cuáles son los factores relevantes que influyen directamente en su consumo. Se recomienda ser breve, pues los datos aquí anotados sólo servirán, como su nombre lo indica, como una introducción al tema y al estudio.

La siguiente parte que se desarrollará, sin ser capítulo aparte, debe ser el **marco de desarrollo**, *marco de referencia* o *antecedentes del estudio*, donde el estudio debe ser situado en las condiciones económicas y sociales, y se debe aclarar por qué se pensó en emprenderlo; a qué persona o entidades beneficiará; qué problema específico resolverá; si se pretende elaborar determinado artículo sólo porque es una

### perfil

inicia con una idea basada en el juicio común y en términos monetarios sólo presenta cálculos globales

### anteproyecto

profundiza en la investigación de mercado, detalla la tecnología a emplear, determina los costos totales y la rentabilidad económica y es la base para que los inversionistas tomen una decisión

### proyecto definitivo

contiene la información del anteproyecto más los canales de comercialización para el producto, contratos de venta, actualización de las cotizaciones de la inversión y presenta planos arquitectónicos

### introducción

breve reseña histórica del desarrollo y los usos del producto, además de precisar los factores relevantes que influyen directamente en su consumo

### marco de desarrollo

sitúa el estudio en las condiciones económicas y sociales, y aclara por qué se pensó en emprenderlo

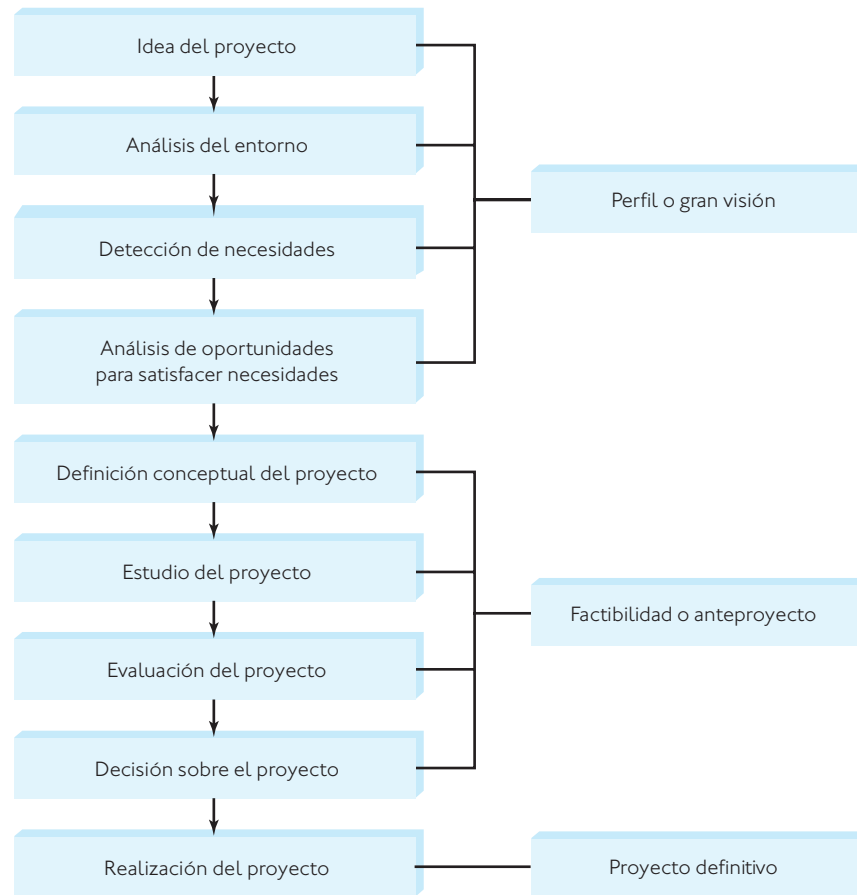


Figura 1.2 Proceso de la evaluación de proyectos.

buena opción de inversión, sin importar los beneficios sociales o nacionales que podría aportar, etcétera.

No hay que olvidar que muchos artículos, sobre todo los suntuarios, se elaboran bajo este último criterio y no por este hecho deberá omitirse un estudio que, desde todos los puntos de vista, justifique tal inversión.

En el mismo apartado deberán especificarse los *objetivos del estudio* y los del proyecto. Los primeros deberán ser básicamente tres, a saber:

1. Verificar que existe un mercado potencial insatisfecho y que es viable, desde el punto de vista operativo, introducir en ese mercado el producto objeto del estudio.
2. Demostrar que existe la tecnología para producirlo, una vez que se verificó que no existe impedimento alguno en el abasto de todos los insumos necesarios para su producción.
3. Demostrar la rentabilidad económica de su realización.

Los *objetivos del proyecto* están en función de las intenciones de quienes lo promueven, y se puede agregar cuáles son las limitaciones que se imponen, dónde sería preferible la localización de la planta, el tipo de productos primarios que se desea industrializar, el monto máximo de la inversión y otros elementos.

La primera parte de cualquier proyecto, como se observa, es una presentación formal del mismo, con sus objetivos y limitaciones.

## Estudio de mercado

Con el nombre de **estudio de mercado** se denomina a la primera parte de la investigación formal del estudio. Consta de la determinación y cuantificación de la demanda y la oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización.

Aunque la cuantificación de la oferta y la demanda pueda obtenerse fácilmente de fuentes de información secundarias en algunos productos, siempre es recomendable la investigación de las fuentes primarias, ya que proporcionan información directa, actualizada y mucho más confiable que cualquier otra fuente de datos. El objetivo general de esta investigación es verificar la posibilidad real de penetración del producto en un mercado determinado. El investigador del mercado, al final de un estudio metódico y bien realizado, podrá *palpar* o *sentir* el riesgo que se corre y la posibilidad de éxito que habrá con la venta de un nuevo artículo o con la existencia de un nuevo competidor en el mercado. Aunque hay factores intangibles importantes, como el riesgo, que no es cuantificable, pero es perceptible, esto no implica que puedan dejarse de realizar estudios cuantitativos. Por el contrario, la base de una buena decisión siempre serán los datos recabados en la investigación de campo, principalmente en fuentes primarias.

Por otro lado, el estudio de mercado también es útil para prever una política adecuada de precios, estudiar la mejor forma de comercializar el producto y contestar la primera pregunta importante del estudio: ¿existe un mercado viable para el producto que se pretende elaborar? Si la respuesta es positiva, el estudio continúa. Si la respuesta es negativa, se plantea la posibilidad de un nuevo estudio más preciso y confiable; si el estudio hecho ya tiene esas características, lo recomendable sería detener la investigación. Si la intención de invertir en el proyecto es irrenunciable y no se detecta una clara demanda potencial insatisfecha del producto, el camino a seguir es incrementar sustancialmente el gasto en mercadotecnia y publicidad para promover con fuerza la aceptación del nuevo producto.

### estudio de mercado

es la determinación y cuantificación de la demanda y la oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización

## Estudio técnico

El **estudio técnico** puede subdividirse a su vez en cuatro partes, que son: determinación del tamaño óptimo de la planta, determinación de la localización óptima de la planta, ingeniería del proyecto y análisis organizativo, administrativo y legal.

La *determinación de un tamaño óptimo* es fundamental en esta parte del estudio. Cabe aclarar que tal determinación es difícil, las técnicas existentes para su determinación son iterativas y no existe un método preciso y directo para hacer el cálculo. El tamaño también depende de los turnos a trabajar, ya que para cierto equipo la producción varía directamente de acuerdo con el número de turnos que se trabaje. Aquí es necesario plantear una serie de alternativas cuando no se conoce y domina a la perfección la tecnología que se empleará.

Acerca de la *determinación de la localización óptima del proyecto*, es necesario tomar en cuenta no sólo factores cuantitativos, como los costos de transporte de materia prima y del producto terminado, sino también los factores cualitativos, tales como apoyos fiscales, el clima, la actitud de la comunidad, y otros. Recuerde que los análisis deben ser integrales, si se realizan desde un solo punto de vista conducirán a resultados poco satisfactorios.

Respecto de la *ingeniería del proyecto* se puede decir que, en términos técnicos, existen diversos procesos productivos opcionales, que son los muy automatizados y los manuales. La elección de alguno de ellos dependerá en gran parte de la disponibilidad de capital. En esta misma parte se engloban otros estudios, como el análisis y la selección de los equipos necesarios, dada la tecnología elegida; en seguida, la distribución física de tales equipos en la planta, así como la propuesta de la distribución general, en la que se calculan todas y cada una de las áreas que formarán la empresa.

### estudio técnico

presenta la determinación del tamaño óptimo de la planta, la determinación de la localización óptima de la planta, la ingeniería del proyecto y el análisis organizativo, administrativo y legal

Algunos de los aspectos que no se analizan con profundidad en los estudios de factibilidad son el *organizativo*, el *administrativo* y el *legal*. Esto se debe a que son considerados aspectos que por su importancia y delicadeza merecen ser tratados a fondo en la etapa de proyecto definitivo. Esto no implica que deba pasarse por alto, sino, simplemente, que debe mencionarse la idea general que se tiene sobre ellos, pues de otra manera se debería hacer una selección adecuada y precisa del personal, elaborar un manual de procedimientos y un desglose de funciones, extraer y analizar los principales artículos de las distintas leyes que sean de importancia para la empresa, y como esto es un trabajo delicado y minucioso, se incluye en la etapa de proyecto definitivo.

## Estudio económico

### estudio económico

ordena y sistematiza la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores y elabora los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación económica

La antepenúltima etapa del estudio es el **estudio económico**. Su objetivo es ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores y elaborar los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación económica.

Comienza con la determinación de los costos totales y de la inversión inicial a partir de los estudios de ingeniería, ya que estos costos dependen de la tecnología seleccionada. Continúa con la determinación de la depreciación y amortización de toda la inversión inicial.

Otro de sus puntos importantes es el cálculo del capital de trabajo, que aunque también es parte de la inversión inicial, no está sujeto a depreciación ni a amortización, dada su naturaleza líquida.

Los aspectos que sirven de base para la siguiente etapa, que es la evaluación económica, son la determinación de la tasa de rendimiento mínima aceptable y el cálculo de los flujos netos de efectivo. Ambos, tasa y flujos, se calculan con y sin financiamiento. Los flujos provienen del estado de resultados proyectados para el horizonte de tiempo seleccionado.

Cuando se habla de financiamiento es necesario mostrar cómo funciona y cómo se aplica en el estado de resultados, pues modifica los flujos netos de efectivo. De esta forma se selecciona un plan de financiamiento, y se muestra su cálculo tanto en la forma de pagar intereses como en el pago del capital.

Asimismo, es interesante incluir en esta parte el cálculo de la cantidad mínima económica que se producirá, llamado *punto de equilibrio*. Aunque no es una técnica de evaluación, debido a las desventajas metodológicas que presenta, sí es un punto de referencia importante para una empresa productiva la determinación del nivel de producción en el que los costos totales igualan a los ingresos totales.

## Evaluación económica

### evaluación económica

con métodos de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, anota sus limitaciones de aplicación y los compara con métodos contables de evaluación que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, y muestra la aplicación práctica de ambos

La **evaluación económica** describe los métodos actuales de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como son la tasa interna de rendimiento y el valor presente neto; se anotan sus limitaciones de aplicación y se comparan con métodos contables de evaluación que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, y en ambos se muestra su aplicación práctica.

Esta parte es muy importante, pues es la que al final permite decidir la implantación del proyecto. Normalmente no se encuentran problemas en relación con el mercado o la tecnología disponible que se empleará en la fabricación del producto; por tanto, la decisión de inversión casi siempre recae en la evaluación económica. Ahí radica su importancia. Por eso, los métodos y los conceptos aplicados deben ser claros y convincentes para el inversionista.

## Análisis y administración del riesgo

Por lo general, la última parte tratada en el estudio de factibilidad es la evaluación económica. Sin embargo, este texto aporta una más a la que llama **análisis y administración del riesgo**, en la cual se presenta un enfoque totalmente nuevo sobre el riesgo.

La ventaja de este concepto es que puede aplicarse en economías inestables, a diferencia de otros enfoques de aplicación más restringida. El resultado de una evaluación económica tradicional no permite prever el riesgo de una posible bancarrota a corto o a mediano plazos, lo que sí es posible con esta perspectiva de análisis.

El enfoque que aquí se presenta se llama analítico-administrativo porque no sólo cuantifica de cierta forma al riesgo, sino que, mediante su administración, previene la quiebra de la inversión hecha al anticipar la situación para evitarla.

Por último, en cualquier proyecto debe haber una conclusión general, en la que se declare abierta y francamente cuáles son las bases cuantitativas que orillan a tomar la decisión de inversión en el proyecto estudiado.

### análisis y administración del riesgo

enfoque analítico-administrativo, porque no sólo cuantifica al riesgo, sino que, mediante su administración, previene la quiebra de la inversión al anticipar la situación para evitarla

## Criterio de este texto

La integración de la práctica y de los conocimientos es un paso difícil que deben dar los estudiantes al empezar a desenvolverse en la vida profesional. A un estudiante de licenciatura normalmente le enseñan materias como matemáticas, estadística, administración, contabilidad, ingeniería económica y finanzas, pero si se le pidiera a ese egresado que realizara la evaluación de un proyecto, en el que aplicara todas las materias mencionadas y algunas más, probablemente le sería difícil integrar y aplicar esos conocimientos en un solo trabajo. El hecho de que se dominen materias por separado no implica que se tenga la idea de cómo integrarlas en la práctica.

Por lo anterior, el presente texto no sólo presenta la teoría relacionada con cada tema expuesto, si así fuera, lo recomendable sería aconsejar lecturas de los mejores textos de cada tema, pero al final el problema persistiría; es decir, subsistiría la carencia para integrar la teoría y la práctica. Por esto, al final de cada una de las partes teóricas del texto aparece un ejemplo desarrollado tal como se realiza y presenta en la práctica profesional. Con ello se pretende apoyar la integración del conocimiento. Dicho ejemplo es una guía práctica para la presentación de estudios de evaluación de proyectos.

Se ha oído decir a muchos estudiantes y profesionales: “tengo el conocimiento de todas las materias pero, ¿cómo desarrollo el trabajo? ¿Qué datos tengo que presentar y de qué manera debo hacerlo para convencer al inversionista de que este negocio es bueno? Estoy seguro de que muchas buenas inversiones no se han hecho porque han faltado el estudio, los datos y la evaluación convincentes para quien quiere invertir”.

Del criterio de este texto se puede decir, por tanto, que es teórico-práctico-integrador: enfatiza que la integración de los conocimientos es fundamental para el adecuado desarrollo de un estudio de evaluación de proyectos.

También el estudiante y el analista de un proyecto de inversión deben considerar que un trabajo trascendente, es decir aquel que es útil para tomar una decisión adecuada, no se hace con base en un formato estandarizado, donde sólo es necesario llenar datos, por el contrario, el trabajo trascendental se realiza con ingenio. Los estadounidenses acuñaron el vocablo ingeniero (*engineer*, en inglés), el cual tomaron del latín *ingenium*; para ellos un ingeniero no es quien estudia ingeniería, sino el que utiliza su propio ingenio para resolver problemas comunes.

Desde este punto de vista la metodología de evaluación de proyectos, dado su carácter multidisciplinario, viene a ser una materia de verdaderos ingenieros, no en el sentido de las per-

sonas que estudian ingeniería, sino en el sentido de aquellos que utilizan realmente el ingenio para tomar decisiones importantes y que lo hacen a partir de un conjunto de datos inexactos, incompletos y difusos que se encuentran en el medio de estudio, pero que estos verdaderos ingenieros son capaces de analizar a conciencia para obtener soluciones factibles que funcionen de manera satisfactoria.

## Preguntas y problemas

1. Defina los problemas propios de la evaluación de proyectos.
2. Señale la utilidad que tienen los proyectos en la sociedad.
3. ¿Cómo se localizan los proyectos en la vida cotidiana?
4. Establezca las consideraciones que deben tenerse presentes en la asignación de los recursos.
5. Señale la importancia que tienen la preparación y la evaluación de proyectos.
6. ¿Qué diferencia hay entre un estudio de factibilidad técnica de un proyecto y un estudio técnico de la factibilidad económica?
7. Defina un proyecto no productivo y diga en qué consistiría su estudio técnico.
8. ¿Qué relaciones existen entre las decisiones de tamaño y localización de un proyecto?
9. Describa algunos rubros de inversión que podrían derivarse del estudio de mercado.
10. Explique cómo la estructura organizativa de un proyecto y el diseño de los procedimientos administrativos pueden afectar la composición de los costos de operación del proyecto y de las inversiones previas a la puesta en marcha, así como durante la ejecución del proyecto.
11. El estudio económico del proyecto debe preparar información para su evaluación. Identifique las principales decisiones que deben tomarse al respecto.

## Bibliografía

- Baum, Warren C., “El ciclo de los proyectos”, *Finanzas y desarrollo* 7(2), 1970.
- Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, *Análisis empresarial de proyectos industriales*, México, 1972.
- Deslandes, H., “Las ocho etapas de un estudio de factibilidad”, *Administración de empresas* 6(61), 1975.
- Instituto Latinoamericano para Estudios Sectoriales, *Guía para la presentación de proyectos*, Siglo XXI Editores, Editorial Universitaria, Santiago, 1977.
- Organización de las Naciones Unidas, *Manual de proyectos de desarrollo económico*, México, 1958.
- Organización de las Naciones Unidas, *Manual de proyectos de desarrollo económico* (publicación 5.58.11.G.5), México, 1958.
- Sapag y Sapag Chain, *Fundamentos de preparación y evaluación de proyectos*, McGraw-Hill, 1983.





## CAPÍTULO 2

# Estudio del mercado

### OBJETIVO GENERAL

Al concluir el estudio de este capítulo el alumno conocerá, comprenderá y aplicará una metodología para realizar un estudio de mercado enfocado a la evaluación de proyectos.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

**Definir** qué es demanda, oferta, precio y comercialización.

**Explicar** cuál es el procedimiento general de la investigación de mercados.

**Citar** tres métodos de ajuste de curvas y explicar en qué consiste cada uno de ellos.

**Explicar** cuáles son las características que debe tener una encuesta.

**Describir** el procedimiento para la proyección del precio de un producto.

**Diferenciar** los canales de comercialización que existen para la venta de un producto industrial.

## Objetivos y generalidades del estudio de mercado

### mercado

área en que confluyen las fuerzas de la oferta y la demanda para realizar las transacciones de bienes y servicios a precios determinados

Los objetivos del estudio de **mercado** son los siguientes:

- Ratificar la existencia de una necesidad insatisfecha en el mercado, o la posibilidad de brindar un mejor servicio que el que ofrecen los productos existentes en el mercado.
- Determinar la cantidad de bienes o servicios provenientes de una nueva unidad de producción que la comunidad estaría dispuesta a adquirir a determinados precios.
- Conocer cuáles son los medios que se emplean para hacer llegar los bienes y servicios a los usuarios.
- Como último objetivo, tal vez el más importante, pero por desgracia intangible, dar una idea al inversionista del riesgo que su producto corre de ser o no aceptado en el mercado.

## ENFOQUE EN COMPETENCIAS

### Dominio y aplicación de la metodología de investigación

La realización de un estudio de mercado, con el objeto de cuantificar la demanda potencial insatisfecha de cualquier producto, requiere de una serie de capacidades tanto básicas como superiores. Como muchas otras asignaturas, incluye el hecho de que para aprender a cuantificar un mercado potencial no basta con conocer la teoría a fondo, aquí es necesario enfrentarse a la práctica, no una sola vez sino varias veces haciendo cuantificaciones de mercado de productos muy diversos, pues esta diversidad hará que se conozcan y se lleguen a dominar todos los métodos de investigación para cuantificar el mercado.

Una de las competencias básicas es el *dominio y aplicación de la metodología de investigación*, también llamada *método científico*, aunque en realidad este último ha tenido muchas adecuaciones para convertirse en una metodología y una de las capacidades superiores es el *análisis de datos duros y blandos*.

El análisis del mercado implica la *cuantificación* de la demanda potencial insatisfecha del producto en estudio, sin importar si hay datos estadísticos disponibles sobre el mismo. La necesidad de esta cuantificación lleva necesariamente a la aplicación de la metodología de investigación, ya que al momento de seleccionar cualquier producto para cuantificar su demanda potencial, por lo general se sabe muy poco de ella y hay que realizar una verdadera investigación para determinarla.

Por otro lado, si se tiene suerte y existen datos estadísticos disponibles en cualquier fuente de información, ya sean fuentes oficiales gubernamentales o fuentes privadas de empresas, como las cámaras de comercio, existe la necesidad de tener la capacidad para hacer el

análisis de esos datos duros y este análisis está basado en un conocimiento y dominio de una competencia básica que es el *conocimiento y dominio de las matemáticas*, en este caso a un nivel muy superior al elemental. Pero, por otro lado, si no existen datos disponibles sobre el producto, se tiene que hacer uso de las fuentes primarias de información, por medio de la aplicación de encuestas a los actuales o potenciales consumidores. Ahora el análisis del resultado de las encuestas requiere de tener competencia en el análisis de datos blandos, preferencias de consumo, las cuales cambian con el tiempo. En consecuencia, una buena cuantificación de la demanda potencial insatisfecha de cualquier producto, es una de las partes de la metodología de evaluación de proyectos que requiere más capacidad de análisis e interpretación de datos.

En otros puntos del estudio del mercado se habla de estrategias de precio y de mercadotecnia para asegurar una penetración del producto en el mercado. Se puede pensar que es necesaria una visión estratégica para resolver este punto y la respuesta es que este tipo de visión sólo se usa parcialmente, pues una mentalidad o visión estratégica va mucho más allá de lo que puede plantearse en la evaluación de un proyecto. Es necesario mencionar que se requiere de elaborar estrategias para penetrar al mercado, pero hay mucha diferencia entre hacer mención de esta necesidad y desarrollar una verdadera estrategia de precios y mercadotecnia.

Como se podrá observar, la necesidad de poseer ciertas competencias, básicas y superiores, es un requisito indispensable para que un profesional desarrolle adecuadamente esta parte de la metodología.

Una demanda insatisfecha clara y grande no siempre indica que pueda penetrarse con facilidad en ese mercado, ya que éste puede estar en manos de un monopolio u oligopolio. Un mercado en apariencia saturado indicará que no es posible vender una cantidad adicional a la que normalmente se consume.

## Estructura de análisis

Para el análisis de mercado se reconocen cuatro variables fundamentales que conforman la estructura mostrada en la figura 2.1.

El tipo de metodología que aquí se presenta tiene la característica fundamental de estar enfocada exclusivamente para aplicarse en estudios de evaluación de proyectos. La **investigación de mercados** que se realice debe proporcionar información que sirva de apoyo para la toma de decisiones, y en este tipo de estudios la decisión final está encaminada a determinar si las condiciones del mercado no son un obstáculo para llevar a cabo el proyecto.

La investigación que se realice debe tener las siguientes características:

- a) La recopilación de la información debe ser sistemática.
- b) El método de recopilación debe ser objetivo y no tendencioso.
- c) Los datos recopilados siempre deben ser información útil.
- d) El objeto de la investigación siempre debe tener como objetivo final servir como base para la toma de decisiones.

La investigación de mercados tiene una aplicación muy amplia, como en las investigaciones sobre publicidad, ventas, precios, diseño y aceptación de envases, segmentación y potencialidad del mercado, etc. Sin embargo, en los estudios de mercado para un producto nuevo, muchos de ellos no son aplicables, ya que el producto aún no existe. No obstante, las investigaciones se realizan sobre productos similares ya existentes, para tomarlos como referencia en las siguientes decisiones aplicables a la evolución del nuevo producto:

- a) Cuál es el medio publicitario más usado en productos similares al que se propone lanzar al mercado.
- b) Cuáles son las características promedio en precio y calidad.

### investigación de mercados

proporciona información que sirve de apoyo para la toma de decisiones, la cual está encaminada a determinar si las condiciones del mercado no son un obstáculo para llevar a cabo el proyecto

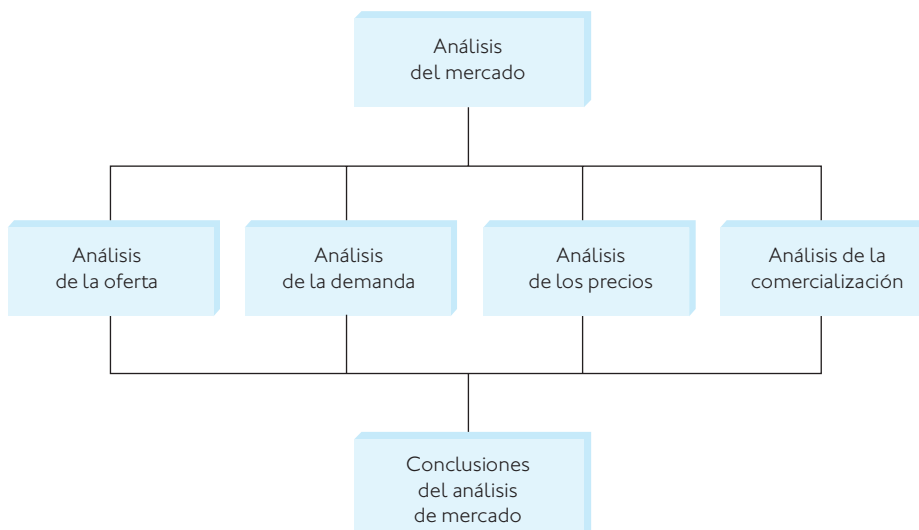


Figura 2.1 Estructura del análisis del mercado.

- c) Qué tipo de envase es el preferido por el consumidor.
- d) Qué problemas actuales tienen tanto el intermediario como el consumidor con los proveedores de artículos similares y qué características le pedirían a un nuevo productor.

Es posible, e incluso es lo óptimo, obtener más información acerca de la situación real del mercado en el cual se pretende introducir un producto. Estos estudios proporcionan información veraz y directa acerca de lo que se debe hacer en el nuevo proyecto con el fin de tener el máximo de probabilidades de éxito cuando el nuevo producto salga a la venta.

## Pasos que deben seguirse en la investigación

Quien decida realizar una investigación de mercado, deberá seguir estos pasos:

- a) Definición del problema. Tal vez ésta es la tarea más difícil, ya que implica un conocimiento completo del problema. Si no es así, el planteamiento de solución será incorrecto. Debe tomarse en cuenta que siempre existe más de una alternativa de solución y cada alternativa produce una consecuencia específica, por lo que el investigador debe decidir el curso de acción y medir sus posibles consecuencias.
- b) Necesidades y fuentes de información. Existen dos tipos de fuentes de información: las fuentes primarias, que consisten básicamente en investigación de campo por medio de encuestas, y las fuentes secundarias, que se integran con toda la información escrita existente sobre el tema, ya sea en estadísticas gubernamentales (fuentes secundarias ajenas a la empresa) y estadísticas de la propia empresa (fuentes secundarias provenientes de la empresa). El investigador debe saber exactamente cuál es la información que existe y con esa base decidir dónde realizará la investigación.
- c) Diseño, recopilación y tratamiento estadístico de los datos. Si se obtiene información a partir de encuestas habrá que diseñar éstas de manera distinta a como se procede en la obtención de información de fuentes secundarias. También es claro que es distinto el tratamiento estadístico de ambos tipos de información. Cada uno de estos aspectos se estudia en capítulos posteriores.
- d) Procesamiento y análisis de los datos. Una vez que se cuenta con toda la información necesaria proveniente de cualquier tipo de fuente, se continúa con el procesamiento y análisis. Recuerde que los datos recopilados deben convertirse en información útil que sirva como base en la toma de decisiones, por lo que un adecuado procesamiento de tales datos es vital para cumplir ese objetivo. Este análisis también se estudiará en capítulos posteriores.
- e) Informe. Ya que la información se ha procesado adecuadamente, sólo falta que el investigador rinda su informe, el cual deberá ser veraz, oportuno y no tendencioso.

## Definición del producto

En esta parte debe darse una descripción exacta del producto o los productos que se pretendan elaborar. Esto debe ir acompañado por las normas de calidad que edita la secretaría de Estado o ministerio correspondiente.

En caso de tratarse de una pieza mecánica, un mueble o una herramienta, por ejemplo, el producto deberá acompañarse de un dibujo a escala que muestre todas las partes que lo componen y la norma de calidad en lo que se refiere a resistencia de materiales, tolerancias a distancias, etc. En el caso de los productos alimenticios se anotarán las normas editadas por la Secretaría de Salud o ministerio correspondiente en materia de composición porcentual de ingredientes y aspectos microbiológicos. En el caso de los productos químicos se anotarán la fórmula porcentual de composición y las pruebas fisicoquímicas a las que deberá ser sometido el producto para ser aceptado.

## Naturaleza y usos del producto

Los productos pueden clasificarse desde diferentes puntos de vista. A continuación se da una serie de clasificaciones, todas ellas arbitrarias. Como éstas, pueden existir otras clasificaciones, cuyo objetivo es tipificar un producto bajo cierto criterio.

Por su vida de almacén se clasifican en duraderos (no perecederos), como son los aparatos eléctricos, herramientas, muebles y otros, y no duraderos (perecederos), que son principalmente alimentos frescos y envasados.

Los productos de consumo, ya sea intermedio o final, también pueden clasificarse como:

- De *conveniencia*, los que a su vez se subdividen en básicos, como los alimentos, cuya compra se planea, y de conveniencia por impulso, cuya compra no necesariamente se planea, como ocurre con las ofertas, los artículos novedosos, etcétera.
- Productos que se adquieren por *comparación*, que se subdividen en homogéneos (como vinos, latas, aceites lubricantes) y heterogéneos (como muebles, automóviles, casas), en los cuales interesa más el estilo y la presentación, que el precio.
- Productos que se adquieren por *especialidad*, como el servicio médico, el servicio relacionado con los automóviles, con los cuales ocurre que cuando el consumidor encuentra lo que satisface, siempre regresa al mismo sitio.
- Productos *no buscados* (cementeros, abogados, hospitales, etc.), que son productos o servicios con los cuales nunca se quiere tener relación, pero cuando se necesitan y se encuentra uno que es satisfactorio, la próxima vez se acude al mismo sitio.

También se clasifica a los productos en una forma general como *bienes de consumo intermedio* (industrial) y *bienes de consumo final*.

Con esto el investigador procederá a clasificar al producto según su naturaleza y uso específico.

## Análisis de la demanda

### Cómo se analiza la demanda

El principal propósito que se persigue con el análisis de la demanda es determinar y medir cuáles son las fuerzas que afectan los requerimientos del mercado respecto a un bien o servicio, así como establecer la posibilidad de participación del producto del proyecto en la satisfacción de dicha demanda. La demanda está en función de una serie de factores, como son la necesidad real que se tiene del bien o servicio, su precio, el nivel de ingreso de la población, y otros, por lo que en el estudio habrá que tomar en cuenta información proveniente de fuentes primarias y secundarias, de indicadores econométricos, etcétera.

Para determinar la demanda se emplean herramientas de investigación de mercado, a la que se hace referencia en otras partes (básicamente investigación estadística e investigación de campo).

Se entiende por demanda al llamado **consumo nacional aparente (CNA)**, que es la cantidad de determinado bien o servicio que el mercado requiere, y se puede expresar como:

$$\text{Demanda} = \text{CNA} = \text{producción nacional} + \text{importaciones} - \text{exportaciones}$$

Cuando existe información estadística resulta fácil conocer cuál es el monto y el comportamiento histórico de la demanda, y aquí la investigación de campo servirá para formar un criterio en relación con los factores cualitativos de la demanda, esto es, conocer un poco más a

#### demanda

es la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado

#### consumo nacional aparente (CNA)

cantidad de determinado bien o servicio que el mercado requiere

fondo cuáles son las preferencias y los gustos del consumidor. Cuando no existen estadísticas, lo cual es frecuente en muchos productos, la investigación de campo queda como el único recurso para la obtención de datos y cuantificación de la demanda.

Para los efectos del análisis, existen varios tipos de demanda, que se pueden clasificar como sigue:

En relación con su *oportunidad*, existen dos tipos:

- a) Demanda insatisfecha, en la que lo producido u ofrecido no alcanza a cubrir los requerimientos del mercado.
- b) Demanda satisfecha, en la que lo ofrecido al mercado es exactamente lo que éste requiere. Se pueden reconocer dos tipos de demanda satisfecha:
  - Satisfecha saturada, la que ya no puede soportar una mayor cantidad del bien o servicio en el mercado, pues se está usando plenamente. Es muy difícil encontrar esta situación en un mercado real.
  - Satisfecha no saturada, es la que se encuentra aparentemente satisfecha, pero que se puede hacer crecer mediante el uso adecuado de herramientas mercadotécnicas, como las ofertas y la publicidad.

En relación con su *necesidad*, se encuentran dos tipos:

- a) Demanda de bienes social y nacionalmente necesarios, que son los que requiere la sociedad para su desarrollo y crecimiento, y se relacionan con la alimentación, el vestido, la vivienda y otros rubros.
- b) Demanda de bienes no necesarios o de gusto que es prácticamente el llamado consumo suntuario, como la adquisición de perfumes, ropa fina y otros bienes de este tipo. En este caso la compra se realiza con la intención de satisfacer un gusto y no una necesidad.

En relación con su *temporalidad*, se reconocen dos tipos:

- a) Demanda continua es la que permanece durante largos periodos, normalmente en crecimiento, como ocurre con los alimentos, cuyo consumo irá en aumento mientras crezca la población.
- b) Demanda cíclica o estacional es la que en alguna forma se relaciona con los periodos del año, por circunstancias climatológicas o comerciales, como regalos en la época navideña, paraguas en la época de lluvias, enfriadores de aire en tiempo de calor, etcétera.

De acuerdo con su *destino*, se reconocen dos tipos:

- a) Demanda de bienes finales, que son los adquiridos directamente por el consumidor para su uso o aprovechamiento.
- b) Demanda de bienes intermedios o industriales, que requieren algún procesamiento para ser bienes de consumo final.

Si el estudio de un proyecto busca conocer la *demandas por obsolescencia* o por capacidad insuficiente para sustituir una maquinaria, el término *demandas* cambia en su concepto. Demandas aquí son las necesidades o requerimientos de producción de la maquinaria bajo estudio, expresadas como producción por unidad de tiempo, y sólo servirán para ese cálculo los datos de demanda interna, sin afectar en lo más mínimo los datos en el ámbito nacional.

Una maquinaria, dentro de una empresa productiva, puede servir para producir un bien intermedio, realizar una función dentro de una secuencia de operaciones o bien producir un bien final. Cualquiera que sea el caso, los datos de la *demandas del servicio* que presta esa maquinaria son sólo datos internos de la empresa obtenidos ya sea de ventas, si lo que elabora es

un producto final o datos de producción, si lo que elabora es un bien intermedio o es parte de una secuencia de producción, es decir, los datos de demanda son conocidos con toda certeza, ya que demanda aquí es sinónimo de requerimiento de servicio.

## Recopilación de información de fuentes secundarias

Se denominan **fuentes secundarias** aquellas que reúnen la información escrita que existe sobre el tema, ya sean estadísticas del gobierno, libros, datos de la propia empresa y otras. Entre las razones que justifican su uso se pueden citar las siguientes:

- Pueden solucionar el problema sin necesidad de que se obtenga información de fuentes primarias y, por eso, son las primeras que deben buscarse.
- Sus costos de búsqueda son muy bajos, en comparación con el uso de fuentes primarias.
- Aunque no resuelven el problema, ayudan a formular una hipótesis sobre la solución y contribuir a la planeación de la recolección de datos de fuentes primarias.

Existen dos tipos de información de fuentes secundarias:

1. Ajenas a la empresa, como las estadísticas de las cámaras sectoriales, del gobierno, las revistas especializadas, etcétera.
2. Provenientes de la empresa, como es toda la información que se reciba a diario por el solo funcionamiento de la empresa, como son las facturas de ventas. Esta información puede no sólo ser útil, sino la única disponible para el estudio.

### fuentes secundarias

reúnen la información escrita que existe sobre el tema, ya sean estadísticas del gobierno, libros, datos de la propia empresa y otras

## Métodos de proyección

Los cambios futuros, no sólo de la demanda, sino también de la oferta y de los precios, se conocen con cierta exactitud si se usan las técnicas estadísticas adecuadas para analizar el presente. Para ello se usan las *series de tiempo*, pues lo que se desea observar es el comportamiento de un fenómeno respecto del tiempo.

Existen cuatro patrones básicos de tendencia del tiempo: la *tendencia secular* surge cuando el fenómeno tiene poca variación en largos periodos y su representación gráfica es una línea recta o una curva suave; la *variación estacional*, que surge por los hábitos o tradiciones de la gente o por condiciones climatológicas; las *fluctuaciones cíclicas*, que surgen principalmente por razones de tipo económico, y los *movimientos irregulares*, que surgen por cualquier causa aleatoria que afecta al fenómeno.

La **tendencia secular** es la más común en los fenómenos del tipo que se estudia como demanda y oferta. Para calcular una tendencia de este tipo existen varios métodos: el gráfico, el de las medias móviles y el de mínimos cuadrados.

Es claro que por el método gráfico sólo se puede obtener una idea de lo que sucede con el fenómeno. Recuerde que se trata de analizar la relación entre una variable independiente y una variable dependiente, por ejemplo demanda y tiempo, respectivamente, ya que nuestro objetivo es que, a partir de datos históricos del comportamiento de estas dos variables, se pronostique el comportamiento futuro de la variable dependiente, ya que, en caso de ser ésta demanda, oferta o precios, un conocimiento previo de los hechos futuros ayudará a tomar mejores decisiones respecto al mercado.

Ya se ha dicho que una gráfica ayudará poco a hacer buenas predicciones. Para tener mayor exactitud es necesario contar con métodos matemáticos. Estas breves notas pretenden sólo mencionar tres métodos estadísticos que existen para este análisis y decir cuáles se deben usar en un caso específico.

### tendencia secular

surge cuando el fenómeno, como la demanda y la oferta, tiene poca variación en largos periodos y su representación gráfica es una línea recta o una curva suave

**Método de las medias móviles** Se recomienda usarlo cuando la serie es muy irregular. El método consiste en suavizar las irregularidades de la tendencia por medio de medias parciales. El inconveniente del uso de medias móviles es que se pierden algunos términos de la serie y no da una expresión analítica del fenómeno, por lo que no se puede hacer una proyección de los datos a futuro, excepto para el siguiente periodo.

**Método de mínimos cuadrados** Consiste en calcular la ecuación de una curva<sup>1</sup> para una serie de puntos dispersos sobre una gráfica, curva que se considera el *mejor ajuste*, el cual se da cuando la suma algebraica de las desviaciones de los valores individuales respecto a la media es cero y cuando la suma del cuadrado de las desviaciones de los puntos individuales respecto a la media es mínima.

**Ecuaciones no lineales** Cuando la tendencia del fenómeno es claramente no lineal, se utilizan ecuaciones que se adapten al fenómeno. Los principales tipos de ecuaciones no lineales son: la parabólica, definida por una ecuación clásica de parábola,<sup>2</sup>

$$Y = a + bX + cX^2 \quad (2.1)$$

y la exponencial, definida también por una ecuación de tendencia exponencial o semilogarítmica,

$$Y = ab^X \quad (2.2)$$

Para hacer pronósticos con las ecuaciones obtenidas consideradas como curvas de mejor ajuste, simplemente se asignan valores futuros a la variable independiente  $X$  (el tiempo), y por medio de la ecuación se calcula el valor correspondiente de la variable dependiente  $Y$ , por ejemplo, la demanda, la oferta o los precios.

De los cuatro patrones básicos de la tendencia de los fenómenos, el más común es, sin duda, el secular, al menos en cuanto a oferta y demanda se refiere. La variación estacional se da en periodos menores de un año (lluvias, frío, juguetes, artículos escolares, etc.) y como los datos de tendencias, se analiza en periodos anuales; variaciones en periodos menores de un año no afectan el análisis. Las fluctuaciones cíclicas se producen, por el contrario, en periodos mayores de un año; por ejemplo, las recesiones económicas mundiales se dan aproximadamente cada 50 años, y como los análisis de tendencias de oferta y demanda se analizan sólo en los próximos cinco años. Estas fluctuaciones cíclicas no afectan el análisis. Por último, los movimientos irregulares en la economía son aleatorios y, por tanto, difíciles de predecir.

Por lo anterior, parece claro que en el análisis de tendencias seculares se podrá usar, en la mayoría de los casos, el método de mínimos cuadrados, esperando una tendencia cercana a una recta. A continuación se explica este método y será aplicado a dos y tres variables.

## REGRESIÓN CON DOS VARIABLES

Suponga que se trata de encontrar la relación que existe entre el tiempo y la demanda de cierto producto. El tiempo es totalmente independiente de cualquier situación, por tanto, será la variable independiente, y la demanda será la variable dependiente del tiempo. El tiempo siempre se grafica en el eje  $X$ , y la variable dependiente, demanda en este caso, en el eje  $Y$ . Para darse una idea de la posible relación entre ambas, primero es necesario tener cierta cantidad de pares de puntos (tiempo-demanda), obtenidos de fuentes secundarias. Un **método de regresión** para pronosticar debe ser confiable bajo cualquier situación económica existente, incluso en las crisis económicas que han sufrido la mayoría de los países latinoamericanos.

### método de regresión

muestra cómo se relacionan las variables

<sup>1</sup> La línea recta. El tipo más sencillo de curva de aproximación es la línea recta, cuya ecuación puede escribirse  $y = a + bx$  donde  $a$  y  $b$  son estimadores de los verdaderos parámetros de la población  $\alpha$  y  $\beta$  respectivamente.

<sup>2</sup> Como en el caso de la recta,  $a$ ,  $b$  y  $c$  son estimadores de los parámetros  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  de la población, para esta curva de aproximación.



Se grafican los pares de datos y a simple vista resulta difícil decir si los puntos asemejan a una línea. Si los puntos estuvieran más o menos ajustados a una línea recta, el siguiente paso para encontrar una relación entre ambas sería *ajustar* esos puntos para que realmente se comportaran como una línea recta. Entonces la pregunta sería, ¿qué es un buen ajuste? La respuesta es: aquel que haga el error total lo más pequeño posible. Un error se puede definir como la distancia vertical del valor observado de la variable dependiente (demanda  $Y_i$ ) hacia el valor ajustado de la propia demanda  $\hat{Y}_i$ ,

$$\text{error} = (Y_i - \hat{Y}_i) \quad (2.3)$$

El error puede ser positivo o negativo, según esté arriba o debajo de la línea de ajuste, y un primer criterio para considerar que un ajuste es bueno es la línea que reduzca la suma de todos los errores,

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i) \quad (2.4)$$

Como hay valores positivos y negativos, esto se resuelve tomando el valor absoluto de los errores ( $\sum |Y_i - \hat{Y}_i|$ ). Para superar los errores de signo y subrayar los grandes errores para eliminarlos, se usa el criterio de reducir las sumas del cuadrado de los errores, que es el criterio de mínimos cuadrados,

$$\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (2.5)$$

Como se supone que los pares de puntos ajustados se asemejan a una recta, la ecuación de ésta es,

$$Y = a + bX \quad (2.6)$$

de aquí se seleccionan los valores de  $a$  y  $b$  que satisfacen el criterio de mínimos cuadrados (vea la figura 2.2).

$$\hat{Y} = a + bX \quad (2.7)$$

donde:  $a$  = desviación al origen de la recta

$b$  = pendiente de la recta

$X$  = valor dado de la variable  $X$ , el tiempo

$\hat{Y}$  = valor calculado de la variable  $Y$ , la demanda

No se presenta el método de obtención de los valores  $a$  y  $b$ , pues no es objeto del texto, pero los valores obtenidos para ambos parámetros son:

$$a = \frac{\sum X^2 \sum Y - \sum X \sum XY}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (2.8)$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (2.9)$$

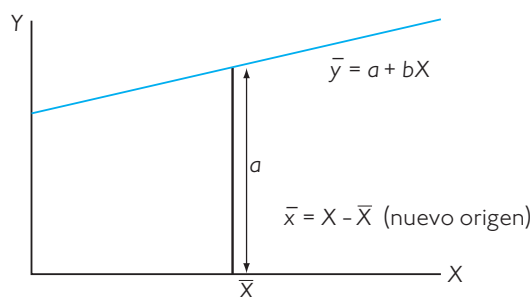


Figura 2.2 Gráficas y ecuación de una recta.

o bien,

$$b = \frac{\sum YX - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum X^2 - n\bar{X}^2} \tag{2.10}$$

$$\bar{Y} = \text{media de } Y$$

$$\bar{X} = \text{media de } X$$

Existe otra forma de calcular  $a$  y  $b$ . Consiste en hacer una traslación de ejes, esto es, definir una nueva variable:

$$x = X - \bar{X} \tag{2.11}$$

esto equivale a una traslación geométrica del eje  $Y$  que ha sido movido de 0 a  $\bar{X}$  (vea la figura 2.3).

No hay cambio en los valores de  $Y$ . La intersección de  $a$  difiere de la original  $a$ , pero  $b$  es la misma. La nueva  $a$  se define como  $a = \frac{\sum Y_i}{n}$  o  $a = \bar{Y}$  (valor promedio).

Esto asegura que la línea de regresión ajustada debe pasar por el punto  $(\bar{X}, \bar{Y})$ , lo cual se interpreta como el centro de gravedad de una muestra de  $n$  puntos; por supuesto,  $a = \frac{\sum Y_i}{n}$   $a = \bar{Y}$ . Con esta traslación de ejes y habiendo definido la nueva variable  $x = X - \bar{X}$ , los valores de  $a$  y  $b$  quedan como

$$a = \bar{Y}, \tag{2.12}$$

$$b = \frac{\sum Y_i x_i}{\sum x_i^2} \tag{2.13}$$

### REGRESIÓN CON TRES VARIABLES

A pesar de lo escrito en la teoría estadística sobre el método de mínimos cuadrados, a veces trabajar con dos variables no es muy útil al hacer un estudio de mercado. El tiempo como variable independiente no influye por sí mismo en el comportamiento de una variable como la oferta o la demanda. Esto quiere decir que existe la necesidad de considerar otra u otras variables, además de las dos mencionadas ( $T, D$ ), que verdaderamente influyan en forma directa en el comportamiento de la variable dependiente (demanda u oferta).

En México, durante varios años de las décadas pasadas, el PIB (producto interno bruto) fue negativo. Esto se interpreta como una disminución drástica en la actividad industrial en el nivel nacional. Si el PIB fuera una tercera variable considerada, ésta sí influiría directamente en la demanda de muchos productos. Recuerde que el objetivo de ajustar datos muestrales de

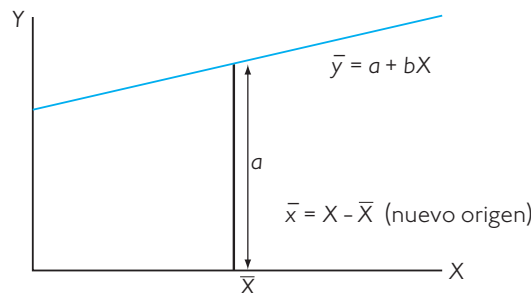


Figura 2.3 Gráfica y de una recta con nuevo origen en  $x = X - \bar{X}$ .

variables en un estudio de mercado es pronosticar lo que probablemente sucederá respecto a la variable dependiente considerada (demanda) en los años futuros. Si se trabaja sólo con dos variables, es más difícil hacer predicciones confiables desde el punto de vista de lo que sucederá en el mercado, no desde el punto de vista estadístico.

El hecho de emplear tres variables en el análisis implica que sólo una de ellas será dependiente (demanda u oferta) y las otras dos serán independientes (tiempo y PIB, o alguna otra); esto a su vez requiere de conocer cuál será el comportamiento de las variables independientes en el futuro. Con el tiempo no hay problema, porque es inmutable, pero respecto a la tercera variable (PIB) se necesita saber cuál será su comportamiento en el futuro, y este dato lo proporciona cada año el Banco central de cada país, en las predicciones que hace del comportamiento futuro de la economía mexicana.

Suponga que el Banco central del país predice un repunte en la economía nacional dentro de dos años, con un PIB = 9%. Esto implica una gran actividad económica, lo que a su vez lleva a un aumento en la demanda de la mayoría de los bienes (industriales y de consumo final). Si se intenta predecir cuál será el consumo de determinado producto dentro de dos años, la predicción será más precisa al considerar  $(T, D, \text{PIB})$ , que si sólo se considera  $(T, D)$  por la simple razón de que un análisis con tres variables es más completo.

Aquí, en el análisis estadístico, en vez de calcular la ecuación de una recta y su pendiente, se calcula la inclinación de un plano. La ecuación que lo rige es

$$Y_i = \alpha + \beta x_i + \gamma z_i \quad (2.14)$$

la interpretación geométrica de  $\beta$  es la inclinación del plano cuando hay un movimiento en dirección paralela al plano  $(X, Y)$  manteniendo a  $Z$  constante; así,  $\beta$  es el efecto marginal del tiempo sobre la demanda. Similarmente,  $\gamma$  es la inclinación del plano  $(Z, Y)$  manteniendo a  $X$  constante; por tanto,  $\gamma$  es el efecto marginal del PIB sobre la demanda.

Para calcular  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  se reduce la suma de las desviaciones al cuadrado entre las  $Y$  observadas y las  $Y$  ajustadas, esto es reducir

$$\sum(Y_i - \hat{\alpha} - \hat{\beta}x_i - \hat{\gamma}z_i) \quad (2.15)$$

donde  $\hat{\alpha}$ ,  $\hat{\beta}$  y  $\hat{\gamma}$  son los estimadores de  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ . Esto se hace calculando las derivadas parciales de esta función respecto a  $\hat{\alpha}$ ,  $\hat{\beta}$  y  $\hat{\gamma}$  e igualando a cero. Observe que aquí también se usan las nuevas variables  $x_i = X_i - \bar{X}$  y  $z_i = Z_i - \bar{Z}$ . El resultado son las siguientes ecuaciones:

$$\alpha = \bar{Y} \quad (2.16)$$

$$\sum Y_i x_i = \hat{\beta} \sum x_i^2 + \hat{\gamma} \sum x_i z_i \quad (2.17)$$

$$\sum Y_i z_i = \hat{\beta} \sum x_i z_i + \hat{\gamma} \sum z_i^2 \quad (2.18)$$

al resolver este par de ecuaciones simultáneas se obtienen los valores de  $\hat{\beta}$  y  $\hat{\gamma}$ . El valor de  $\alpha$  aún es igual a  $\bar{Y}$ .

## CORRELACIÓN SIMPLE

El método de regresión muestra *cómo* se relacionan las variables, mientras que el **método de correlación** muestra el *grado* en el que esas variables se relacionan. En el análisis de regresión se calcula una función matemática completa (la ecuación de regresión); el análisis de correlación simple produce un solo número, un índice diseñado para dar una idea inmediata de cuán cerca se mueven juntas las dos variables. En el análisis de correlación no es necesario preocuparse por las relaciones causa-efecto. La correlación entre  $X$  y  $Y$  puede calcularse sin necesidad de referirse a: 1) los efectos de  $X$  sobre  $Y$ , o viceversa; 2) ningún efecto de una sobre la otra, sino que ellas se mueven juntas, debido a que la tercera variable influye en ambas.

**método de correlación**  
muestra el *grado* en el que esas variables se relacionan

El coeficiente de correlación ( $r$ ) de una serie de pares de puntos ajustados sobre una línea recta, expresado en términos de las variables  $x_i = X_i - \bar{X}$  y  $y_i = Y_i - \bar{Y}$  es

$$r = \frac{1}{n-1} \sum x_i y_i \quad (2.19)$$

o en términos de las observaciones originales ( $X, Y$ )

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (2.20)$$

Como el coeficiente de correlación  $r$  muestra el grado en el cual se relacionan  $X$  y  $Y$  (tiempo y demanda), si la correlación es perfecta y se ajusta a una línea recta  $r = 1$ , esto indica que a una variación determinada de  $X$  (tiempo), corresponde exactamente una variación proporcional sobre  $Y$  (demanda). Si no existe correlación,  $r = 0$ ,  $X$  y  $Y$  (tiempo y demanda) están perfectas pero inversamente relacionadas,  $r = -1$ .

Aquí surge un problema de apreciación. Los fenómenos sociales o económicos (relación tiempo-demanda) pertenecen a los *sistemas ligeros*, en los que nunca habrá correlaciones perfectas ( $r = +1$  o  $r = -1$ ). Entonces, si el investigador de mercados encuentra un valor de, por ejemplo,  $r = 0.7$ , esto implica que a cada variación de 1 en la variable independiente (tiempo) corresponde una variación en la variable dependiente (demanda) de sólo 0.7; dado que se trabaja con sistemas reales donde únicamente se pueden pedir  $r$  cercanas a 1, la pregunta es, ¿qué tanto le sirve a un investigador conocer ese valor de correlación para hacer sus predicciones? Es decir, si él sabe que su ajuste tiene un error de 30%, ¿se queda con su ajuste de línea recta o busca un ajuste no lineal que eleve el grado de la correlación para que sus predicciones sean mejores?

Si éste fuera el caso, se recomienda buscar un ajuste no lineal, pero si a simple vista se observa que los puntos están tan dispersos que se sabe que la correlación no se mejorara con otro tipo de ajuste, entonces se aceptará el ajuste hecho. Aquí surge otra pregunta, ¿hasta qué valor de  $r$  debe aceptarse para pensar que  $X$  y  $Y$  no están correlacionadas linealmente? Además, se sabe que no hay otro tipo de ajuste que mejore la correlación.

Nadie tiene la respuesta. Hay fenómenos en los que por necesidad se han aceptado ajustes de hasta 0.68 y trabajado con ellos, pero todo depende del fenómeno en estudio y, sobre todo, que no exista una mejor alternativa de ajuste.

### CORRELACIÓN PARCIAL

Recuerde cómo se interpreta el coeficiente de regresión múltiple:  $\hat{\beta}$  estima cómo se relaciona  $Y$  con  $X$  si  $Z$  permanece constante.

El coeficiente de correlación parcial  $r_{XYZ}$  tiene un concepto similar, calcula el grado en el cual  $X$  y  $Y$  se mueven juntos si  $Z$  permanece constante.

Se hacen las siguientes suposiciones generales acerca de la población de la muestra. Las distribuciones de  $X, Y$  y  $Z$  son normales y multivariadas. Al calcular su estimador  $r_{XYZ}$  surge un problema. Puesto que  $Z$  es una variable aleatoria, simplemente no es posible fijar un solo valor de  $Z_0$ . Así, a menos que la muestra sea extremadamente grande, es poco probable que más de una sola combinación  $Y, X, Z_0$  implicando  $Z_0$ , sea observada. La opción es calcular  $r_{XYZ}$  como la correlación de  $X$  y  $Y$  después de que la influencia de  $Z$  se ha eliminado de cada una de ellas.

La correlación parcial resultante  $r_{XYZ}$  después de considerables manipulaciones, puede expresarse como la correlación simple de  $Z$  y  $Y$  ( $r_{zy}$ ) ajustada por la aplicación de dos correlaciones simples, implicando  $Z$  (llamadas  $r_{zx}$  y  $r_{yz}$ ) como sigue:

$$r_{YX.Z} = \frac{r_{YX} - r_{YZ}r_{XZ}}{\sqrt{1 - r_{XZ}^2} \sqrt{1 - r_{YZ}^2}} \quad (2.21)$$

donde:

$$r^2 = \frac{\sum(\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum(Y_i - \bar{Y})^2} \quad (\text{cada una respecto de } X \text{ y } Z) \quad (2.22)$$

Esta fórmula muestra que no necesita haber una correspondencia cercana entre los coeficientes de correlación parcial y simple; sin embargo, en el caso especial de que tanto  $Z$  y  $Y$  no se relacionen por completo con  $Z$  (es decir,  $r_{xz} = r_{yz} = 0$ ) entonces  $r_{yz}$  se reduce a:

$$r_{yz.z} = r_{yx} \quad (2.23)$$

y como se supondría, los coeficientes de correlación parcial y simple son los mismos.

Es conveniente hacer notar qué sucede en el otro extremo cuando  $X$  está perfectamente correlacionada con  $Z$ . En este caso  $r_{XYZ}$  no puede calcularse, ya que  $r_{xz} = 1$  y el denominador se vuelve cero.

Se ha supuesto como tercera variable al PIB, ya que este cuantificador económico influye directamente a la variable dependiente estudiada, en este caso, la demanda. Sin embargo, existen otras variables económicas que pueden influir directamente en la demanda de ciertos productos, como la inflación, el índice de precios, y otras, de manera que éstas y otras variables pueden considerarse en el análisis junto con la demanda y el tiempo.

El estudiante debe tomar en cuenta un hecho muy importante, enfatizado por los expertos en estadística: para realizar un pronóstico, el mejor modelo no es una curva perfectamente ajustada, desde el punto de vista matemático, obteniendo una ecuación con uno o varios exponentes elevados; el mejor ajuste es aquel que proporciona una buena idea del fenómeno en estudio. Por tanto, para iniciar el proceso de desarrollo de un modelo de pronóstico, el primer paso es elaborar la pregunta adecuada sobre lo que se pretende pronosticar. El analista debe considerar muchos datos, pero sólo para tener una buena idea del problema, no porque estos datos lo resuelvan. El modelo de pronóstico que se obtenga tiene ciertos márgenes de error, por lo que sólo indicará lo que probablemente suceda en cuanto a la demanda u oferta de determinado producto (o servicio). En toda cuantificación del mercado, siempre se debe llegar a un punto donde el buen juicio y experiencia del analista sean determinantes para tomar decisiones o emitir juicios. Dice Cross Hardy en su libro *Ingenieros y las torres de marfil*: “de qué sirve un método que proporcione datos uniformes si esos datos son uniformemente erróneos”.

En el caso práctico se desarrollan y calculan todos los parámetros mencionados y se interpretan los resultados obtenidos.

## Errores comunes en el análisis de regresión

Al momento en que se inicia un análisis de regresión a fin de obtener un modelo que será utilizado para pronosticar oferta y demanda del producto en estudio, el primer paso que se debe realizar es seleccionar las variables que van a ser analizadas estadísticamente. La primera selección se hace de manera intuitiva al suponer, con base en la experiencia del analista, cuáles podrían ser las variables que pueden influir el comportamiento de la variable dependiente que siempre va a ser la demanda (o la oferta). Estas variables causales o independientes en el modelo de regresión generalmente son parámetros macroeconómicos, como el PIB (producto interno bruto), inflación, paridad de la moneda —en caso de que algunas materias primas o el propio producto sea importado— etc., o bien otros parámetros macroeconómicos más específicos, como el PIB *per cápita*,<sup>3</sup> la tasa de empleo o de desempleo abierto, entre otros.

Una vez seleccionado un grupo de variables, se procede a aplicar ciertas pruebas estadísticas para validarlas en el modelo. Los datos que se deberán tener para construir el modelo son series históricas de la demanda (u oferta) y la variable explicativa de la demanda (u oferta), por lo

<sup>3</sup> *Per cápita*, literalmente por cabeza, es decir, el PIB del país dividido entre el número de habitantes.

que se tienen tres variables, la demanda (variable dependiente), los años y una o más variables explicativas o causales (variables independientes).

Es importante anotar que para validar la aceptación de un modelo de regresión no basta con determinar el coeficiente de correlación, ni el estadístico Durbin-Watson que arroje el modelo propuesto. Se puede presentar al menos otra situación en que este procedimiento puede conducir a un **error**, queriendo indicar por error la selección de una o algunas variables independientes que realmente no expliquen el comportamiento de la variable dependiente.

**error**

selección de una o algunas variables independientes que no explican el comportamiento de la variable dependiente

Esta situación se refiere al análisis de varianzas del modelo conocido en inglés como ANOVA (*Analysis of variance*) y en español como ANDEVA (Análisis de varianzas), del cual se puede construir una prueba F, para la cual se asignan valores de significancia que se refiere al error que se puede tener al aceptar como variable independiente y explicativa del comportamiento de la variable dependiente, a una variable equivocada, por lo que el valor de significancia que se recomienda asignar es máximo de 5%. Esto lleva a que antes de efectuar un ajuste de regresión de puntos, cualquiera de las variables independientes a considerar en el modelo, deberán ser probadas en forma individual mediante la prueba F para observar la influencia que tienen sobre el comportamiento de la variable dependiente.

Si al aplicar la prueba F se observa que alguna de las variables independientes no está relacionada con el comportamiento de la variable dependiente, desde ese mismo momento deberá ser desechada para consideraciones posteriores, de esta forma, cuando se realice el análisis de regresión se tendrá mayor certeza de que las variables independientes van a contribuir a explicar el comportamiento de la variable dependiente. Por ejemplo, si el nivel de significancia se fijó en 5% y con este valor se selecciona una variable independiente, se tendrá 5% de probabilidad de aceptar una variable que no va a ayudar a explicar el comportamiento de la variable dependiente.

Recuerde que se trata de inferir el comportamiento general de la demanda (u oferta de un producto) a partir de datos históricos de la venta, producción o importación de ese producto, que es la variable dependiente. El análisis de varianza pretende identificar variables independientes que se sabe, por medio de la prueba F, afectan el comportamiento de la variable dependiente y observar cómo interactúan entre sí las variables independientes.

Como se mencionó en la sección anterior, el modelo ajustado por regresión pretende determinar la pendiente de la recta formada por los datos históricos de la demanda a través de los años, y se dice que la determinación de esta recta es mejor en la medida en que la suma de las diferencias  $\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)$  sea mínima. Para cada trío de datos demanda-año-variable explicativa, la demanda no siempre va a depender del comportamiento de la variable explicativa. Por ejemplo, si el producto es un perfume para mujer, en un año dado la demanda pudo haber sido influida por la moda, en otro año porque la moneda no varió mucho en su paridad (en el caso de que el perfume fuera importado), en otro año porque creció mucho el PIB del país, etc., de manera que si se grafican todos los tríos de datos disponibles, se formará un plano con coordenadas tridimensionales, y cada trío de datos de la serie histórica será afectada de manera distinta por la variable independiente, por lo que cada año se obtendrá un error distinto para el ajuste hecho por la regresión para ese año. A cada trío de datos de la serie histórica se le llama *componente de la serie*. Estadísticamente se puede demostrar que cada uno de los componentes de la suma total de los cuadrados de las desviaciones, dividida entre una constante que llamaremos *grados de libertad*, proporciona un estimador independiente e insesgado para la varianza del error.

Por lo anterior, se recomienda aplicar la prueba F a cualquier variable macroeconómica que se sospeche pueda tener influencia en el comportamiento de la variable dependiente (demanda u oferta). Una vez seleccionada, determinar el coeficiente de correlación y Durbin-Watson. La prueba F está disponible en un buen paquete estadístico como SPSS, Estadística, Stat-graphics, Excel y otros. El valor de F para aceptar una variable explicativa en un modelo va a depender de los grados de libertad que tenga el modelo.

## Métodos de pronóstico de corto plazo

Existen varios métodos estadísticos para pronosticar a corto plazo, los más utilizados son promedios (o medias) móviles y suavización exponencial. Estos métodos son muy utilizados en programación de la producción, ya que sólo son útiles para pronosticar el siguiente periodo. No se utilizan en la evaluación de proyectos, puesto que aquí es necesario realizar pronósticos de demanda y oferta, con al menos cinco años hacia el futuro.

El **método de medias** o promedios móviles, pronostica el siguiente periodo a partir del promedio de  $n$  datos anteriores. El valor de  $n$  va a depender de la estabilidad de los datos históricos, a mayor estabilidad, mayor valor de  $n$ . Si la serie de datos fuera muy inestable, pueden incluso utilizarse promedios móviles ponderados, que significa asignar un peso mayor a los datos más recientes. Aun así, el método no pronostica más allá del siguiente periodo, ya que si se pretende pronosticar al periodo  $n + 2$ , se tendría que tomar al periodo  $n + 1$  como dato para ese pronóstico, lo cual haría que se obtuviera un pronóstico tomando como base un pronóstico previo.

Respecto al **método de suavización** o alisamiento exponencial, se basa en una constante  $\alpha$  que es la proporción del error que se ha cometido en el pronóstico previo. Como esta constante se mantiene igual para varios periodos, el método asigna la misma proporción del error cometido en la determinación previa. Aun así, sólo sirve para pronosticar el siguiente periodo, aunque se suponga que el error cometido disminuye exponencialmente en cada nuevo pronóstico.

### método de medias

pronostica el siguiente periodo a partir del promedio de  $n$  datos anteriores

### método de suavización

se basa en una constante  $\alpha$  que es la proporción del error que se ha cometido en el pronóstico previo

## Recopilación de información de fuentes primarias

### Cómo recopilar información

Las **fuentes primarias** de información están constituidas por el propio usuario o consumidor del producto, de manera que para obtener información de él es necesario entrar en contacto directo; ésta se puede hacer en tres formas:

1. Observar directamente la conducta del usuario. Es el *método de observación*, que consiste en acudir a donde está el usuario y observar la conducta que tiene. Este método se aplica normalmente en tiendas de todo tipo, para observar los hábitos de conducta de los clientes al comprar. No es muy recomendable como método, pues no permite investigar los motivos reales de la conducta.
2. Método de experimentación. Aquí el investigador obtiene información directa del usuario aplicando y observando cambios de conducta. Por ejemplo, se cambia el envase de un producto (reactivo) y se observa si por ese hecho el producto tiende a consumirse más (o menos); es decir, se llama método experimental porque trata de descubrir relaciones causa-efecto. En dicho método, el investigador puede controlar y observar las variables que desee.

Para obtener información útil en la evaluación de un proyecto, estos métodos se emplean frecuentemente, pues ambos se utilizan en productos ya existentes en el mercado.

3. Aplicación de un **cuestionario** al usuario. Si en la evaluación de un producto nuevo lo que interesa es determinar qué le gustaría al usuario consumir y cuáles son los problemas actuales en el abastecimiento de productos similares, no existe mejor forma de saberlo que preguntar directamente a los interesados por medio de un cuestionario.

Esto se puede hacer por correo —lo cual es muy tardado—, por teléfono o por entrevistas personales. Resulta obvio que el último método es el mejor, pero también es el más costoso.

### fuentes primarias

información proveniente del propio usuario o consumidor del producto

### cuestionario

permite conocer qué le gustaría al usuario consumir y cuáles son los problemas actuales en el abastecimiento de productos similares

Sin importar la manera que se use, existen principios básicos para el diseño de un cuestionario. Los expertos sostienen que la elaboración de un buen cuestionario (si se considera bueno el que al ser aplicado permita obtener la información que se desea), no necesariamente tiene que estar a cargo de un especialista, ya que hacerlo es más un asunto de sentido común que de conocimientos; es decir, es más un arte que una ciencia. Por ello, si el lector o estudiante de licenciatura necesitara hacer encuestas por medio de cuestionarios no debe pensar que este paso lo detendrá o lo tiene que evitar. A continuación se enumeran las reglas más elementales que se aplican en la elaboración y aplicación de cuestionarios, en lo que se refiere a la evaluación de proyectos.

- a) Sólo haga las preguntas necesarias; si se hacen más de las debidas se aburrirá al entrevistado. Normalmente se percibe que hay preguntas de más, cuando dos o más de ellas son muy similares y proporcionan la misma información, o cuando la información obtenida con una pregunta no ayuda considerablemente a alcanzar los objetivos.
- b) Si la persona que aplica y analiza el cuestionario no es un experto en el área, deberá hacer preguntas sencillas y directas, tales como listas de verificación, selección múltiple, ordenación, indicación de porcentaje y otras.
- c) Nunca haga preguntas del tipo “qué opina acerca de”, porque la evaluación de estas respuestas sí está reservada sólo para expertos, ya que cada entrevistado puede dar una respuesta distinta y no es sencillo ordenarlas, clasificarlas ni analizarlas.
- d) Nunca se realicen preguntas personales que puedan molestar al entrevistado, tales como “qué edad tiene”, “ingresos exactos”, etc. Si es muy importante saber esto (casi nunca lo es), pregúntelo por medio de intervalos, por ejemplo: “su edad es menor que 20 \_\_\_\_\_, entre 20 y 30 \_\_\_\_\_, entre 30 y 40 \_\_\_\_\_”.
- e) Use un lenguaje que cualquier persona entienda y nunca se predisponga al entrevistado para que dé la respuesta que el encuestador quiere; debe permitírsele que responda en forma espontánea.

Es recomendable que primero se hagan preguntas sencillas que interesen al entrevistado a continuar y, después, las que requieran un poco más de esfuerzo para contestar. Al final pueden hacerse las preguntas de clasificación como edad, sexo, ingresos, y es poco recomendable preguntar el nombre y el domicilio al entrevistado.

El cuestionario puede aplicarse en dos formas: dado al entrevistado para que él lo conteste, o sólo hacer preguntas cuyas respuestas irá anotando el entrevistador. Sobre todo en el primer caso, el cuestionario deberá estar diseñado de tal manera que sea fácil de leer y comprender. Su distribución debe ser adecuada, para que no provoque cansancio óptico tan sólo con verlo. Es recomendable no ceder el cuestionario para que sea contestado, sino hacer las preguntas uno

¿Me permite unos minutos de su tiempo? Mi nombre es (*nombre del entrevistador*), y estoy haciendo una encuesta con el objetivo de conocer su opinión acerca de \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ . Su opinión nos servirá para \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ . En esta forma podremos ofrecerle un mejor producto para que usted como consumidor esté más satisfecho. Así que, si está de acuerdo, conteste por favor las siguientes preguntas.

mismo y antes de aplicarlo hacer una breve presentación personal explicando los objetivos de la encuesta, para un ejemplo vea el recuadro siguiente.

Al terminar el cuestionario se le insistirá en lo útil que ha sido su colaboración.



Antes de aplicar en forma general los cuestionarios haga una prueba piloto con alguien de cierta experiencia en el área. Si su opinión es positiva aplique la prueba, si no, vuelva a analizar los puntos que lo requieran. Siempre es bueno tener la opinión de terceros.

Recuerde que al hacer la evaluación de un proyecto, es posible hacer y aplicar dos tipos de cuestionarios: uno a los consumidores finales y otro a las empresas existentes que comercializan productos similares, para obtener una idea clara de la situación que guarda el mercado en el que desea penetrar.

## Procedimiento de muestreo y determinación del tamaño de la muestra

### muestreo

selección de una pequeña parte estadísticamente determinada, para inferir el valor de una o varias características del conjunto

La teoría del muestreo es compleja y definitivamente este texto no pretende hacer un análisis exhaustivo de ella, por varias razones: desde un principio se mencionó que se deseaba elaborar una guía sencilla para la evaluación de proyectos, pero enfocada a la pequeña y mediana industria de capitales privados. Esto elimina en forma automática todos los proyectos del gobierno, ya sean regionales, rurales o estatales, y también elimina todos los grandes proyectos privados. Por tanto, sólo se presenta lo que probablemente necesite conocer el evaluador de un proyecto al investigar los tipos de mercado mencionados.

Respecto del muestreo, selección de una pequeña parte estadísticamente determinada, para inferir el valor de una o varias características del conjunto, conviene señalar que existen dos tipos generales de muestreo: el probabilístico y el no probabilístico. En el primero, cada uno de los elementos de la muestra tiene la misma probabilidad de ser entrevistado, y en el muestreo no probabilístico, la probabilidad no es igual para todos los elementos del espacio muestral.

Aunque pareciera que el muestreo probabilístico es el más usado en las investigaciones de mercado, esto no es así. Veamos por qué. Un estudio de mercado siempre está enfocado a investigar ciertas características de, por ejemplo, empresas, productos y usuarios; es decir, antes de iniciar la investigación siempre se hace una *estratificación*. Aunque se investiguen características que pueda tener toda la población, tales como usar calzado, fumar, hábitos de vestir, y otros, siempre se estratifica antes de encuestar. No se debe confundir, por ejemplo, con investigar el porcentaje de gente que fuma, porque esto no sería una investigación de mercado. Una investigación acerca de los fumadores tendría como primera pregunta si la persona fuma y seguiría una serie de cuestionamientos sobre sus gustos, preferencia de marcas, estrato social, etc. La estratificación implícita está en aplicar el cuestionario a quienes fuman, pues quien no fuma difícilmente opinaría con propiedad acerca de gustos o marcas preferidas. A cualquier persona se le puede preguntar si fuma, pero no a cualquiera se le aplicará el cuestionario, que es la verdadera investigación de mercado.

Si se examinan más casos de investigación de mercado con base en encuestas, se encontrará siempre una estratificación preliminar implícita, y esto es un muestreo no probabilístico. Por tanto, el probabilístico queda fuera de aplicación en la evaluación de proyectos. Esta teoría es muy interesante y de gran aplicación en control de calidad, donde el universo de la muestra es finito y conocido.

Para calcular el tamaño de la muestra se deben tomar en cuenta algunas de sus propiedades y el error máximo que se permitirá en los resultados. Para el cálculo de  $n$  (tamaño de la muestra) se puede emplear la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\sigma^2 Z^2}{E^2} \quad (2.24)$$

Donde  $\sigma$  (sigma) es la desviación estándar, que puede calcularse por criterio, por referencia a otros estudios o mediante una prueba piloto. El nivel de confianza deseado se denota con  $Z$ , el cual se acepta que sea de 95% en la mayoría de las investigaciones. El valor de  $Z$  es entonces

llamado número de errores estándar asociados con el nivel de confianza. Su valor se obtiene de la tabla de probabilidades de una distribución normal. Para un nivel de confianza de 95%,  $Z = 1.96$ , lo que significa que con una probabilidad total de 0.05 la media de la población caería fuera del intervalo a  $2\sigma$  ( $\sigma$  es la desviación estándar de la muestra). Finalmente,  $E$  es el error máximo permitido y se interpreta como la mayor diferencia permitida entre la media de la muestra y la media de la población ( $X \pm E$ ).

Suponga que se desea investigar la demanda actual del champú a partir de encuestas, dado que no existen estadísticas oficiales ni particulares para este producto. Así, se entiende que este procedimiento de cuantificación es conveniente para estudios de productos nuevos. El primer paso para la cuantificación es la determinación del *tamaño de la muestra* que se efectúa como sigue.

Se encuesta a una muestra piloto de al menos 30 personas; de acuerdo al teorema del límite central, la distribución de alguna de las propiedades de este tamaño de muestra tiende a una distribución normal, es decir, no está sesgada, que es lo que se busca en una investigación de mercado. En el ejemplo se intenta cuantificar el consumo promedio de champú por persona al año, la desviación estándar del consumo y los resultados que se obtengan no deben estar estadísticamente sesgados.

El objetivo de cuantificar la demanda de un producto mediante encuestas, obliga a que dentro de la misma se incluyan preguntas sobre el consumo del producto a través del tiempo. El tipo de preguntas a realizar se analizan en la página 30. Suponga que la encuesta piloto arroja como resultado que una persona adulta consume un promedio de 5 litros de champú por año y que la desviación estándar del consumo es de 2.1 litros, esto supone que un hombre con poco pelo consumiría tan sólo  $5 - 2.1 = 2.9$  litros de champú al año, y que una mujer con una cabellera abundante consumiría hasta 7.1 litros del producto al año. El nivel de confianza generalmente aceptado es de 95%, que significa que en la cuantificación de la demanda se tiene 95% de certeza de que la media de consumo obtenida en la muestra (5 litros/año/persona) estará dentro de tres desviaciones estándar de la media poblacional, la cual siempre es desconocida, esto es, nadie sabe con absoluta certeza cuál es el consumo promedio de champú por persona al año, pero la fórmula otorga al investigador 95% de certeza de que eso suceda. Por otro lado, la fórmula contiene el error permisible, que es el que el investigador de mercado quiere respecto a que la media poblacional esté alejada de la media muestral. En el ejemplo, el error se fijó en 40%.

Hay que observar dos aspectos de la fórmula. Si la desviación estándar obtenida en el muestreo piloto es baja, el número de encuestas también será bajo. En términos prácticos esto significa que la gente consume este producto en límites muy estrechos, por lo cual, no harán falta tantas encuestas para tener 95% de certeza de que la media poblacional estará dentro de dos desviaciones estándar de la media muestral. Lo opuesto, es decir, que se obtuviera una desviación estándar muy elevada por medio de encuesta piloto, significa que la gente consume determinado producto de manera muy irregular, por lo que es necesario realizar gran cantidad de encuestas para tener más certeza en los resultados.

Por otro lado, si el error que se asigna es muy bajo, se elevará considerablemente el número de encuestas, es decir, si el investigador casi no se quiere equivocar al cuantificar la demanda, tendrá que hacer mucho más encuestas. Por tanto:

$$n = \frac{\sigma^2 Z^2}{E^2} = \frac{2.1^2 * 1.96^2}{0.4^2} = 106$$

Si el investigador quisiera un error en la cuantificación de la demanda de tan sólo 5%, la cantidad de encuestas se elevaría hasta 6 776 en el ejemplo.

Otra manera es usar un nomograma. Éste consiste en tres escalas puestas en forma vertical y paralela. Del lado izquierdo aparece una escala llamada error relativo permisible ( $ER$ ), como

una fracción de la media supuesta de la población. Si se sigue el ejemplo anterior, esta última sería de 51 en el champú, y el error permisible de 0.37 de litro; por tanto, el error relativo sería de  $ER = \frac{0.37}{5} = ER = 0.074$ . La escala central es el tamaño de la muestra  $n$ . Del lado derecho

aparece la escala llamada coeficiente de variación ( $CV$ ), definido como  $CV = \frac{\sigma}{X}$ , donde  $\sigma$  es la desviación estándar y  $X$  es la media de la población. En el ejemplo,  $CV = \frac{3}{5} = 0.6$ . Con estos valores se localizan los puntos respectivos en las escalas laterales y se traza una recta entre estos puntos. Esta recta automáticamente cruzará la escala de tamaño de la muestra y el valor de cruce será  $n$  (el tamaño de la muestra). Para mayor información pueden verse éste y otro tipo de nomogramas en la bibliografía correspondiente.

Cuando se cuantifica el mercado de algún producto, se debe tomar en cuenta que si se desea mayor precisión en el pronóstico, el costo de la encuesta se eleva, ya que será necesario entrevistar a un mayor número de personas, y que tal vez no valga tanto la ganancia en precisión respecto al costo de obtener esta precisión.

En el estudio de mercado de ciertos productos no se considera un consumo periódico, puesto que el producto se consume por única ocasión y tiene una vida de varios años, por ejemplo, puertas internas o externas de cualquier material para casas, muebles, lavadoras, refrigeradores, entre muchos otros artículos. En este caso no valen las preguntas: “¿Cada cuándo consume el producto?” “Y cuando lo compra ¿cuántas unidades adquiere?”

Al cuantificar la demanda de este tipo de producto, mediante encuestas a los posibles consumidores, se debe buscar una respuesta directa de SÍ o NO, por ejemplo: “¿Están interesados en comprar una puerta de alta seguridad?” “¿Están interesados en comprar una lavadora que presente algunas ventajas sobre aquellas que ya existen en el mercado?”, etcétera.

Para cuantificar la demanda potencial de este tipo de productos, la población se estratifica a partir de alguna característica económica o social que el investigador considere que influye el consumo del producto. Por ejemplo, si el producto son puertas automáticas (eléctricas) para cochera, se deberá entrevistar sólo a personas que vivan en una casa (no en un departamento), que tengan al menos un automóvil y, por supuesto, que no tengan ya instalada una puerta automática en la cochera.

La fórmula para calcular el número de encuestas es la siguiente:

$$n = \frac{NZ^2pq}{E^2(N-1) + Z^2pq}$$

Donde:

$N$  = población total

$Z$  = distribución normalizada. Si  $Z = 1.96$  el porcentaje de confiabilidad es de 95%

$p$  = proporción de aceptación deseada para el producto

$q$  = proporción de rechazo

$E$  = porcentaje deseado de error

La población total no se refiere a la de un país, estado o municipio. Se refiere a la población que en teoría podría ser encuestada. En el caso del ejemplo de las puertas automáticas sería toda la población del país con las características señaladas, suponga un millón de personas, de las cuales se encuestaría a un número reducido, como sabe, ese número depende del error que se quiera cometer y de las proporciones de aceptación y rechazo que se busquen. Y entonces, a partir del

comportamiento de la muestra se podrá inferir el comportamiento del total de la población (el millón de personas), con el porcentaje de confiabilidad y error señalados en la fórmula.

## Medición e interpretación

Para estimar la demanda potencial de nuevos productos o la demanda actual para productos que ya existen en el mercado, siempre que para dichos productos no existan estadísticas escritas en cualquiera de las fuentes de información disponibles, es posible realizar el siguiente procedimiento:

Primero se recopila la información. Por ejemplo, suponga que se desea cuantificar el consumo actual de discos compactos para PC exclusivamente por estudiantes de nivel superior de cualquier licenciatura. El estudio se realizará sólo en el Distrito Federal, pero quieren utilizarse los datos para realizar una estimación en el ámbito nacional.

Tipo de preguntas básicas que deben realizarse:

1. ¿Cada cuándo y cuántos discos compactos consume usted?

- a) 1 disco por mes
- b) 1 disco cada dos meses
- c) 1 disco cada tres meses
- d) 1 disco cada seis meses
- e) 1 disco una vez al año

2. Indique el tipo de estudios que realiza:

- a) Área físico-matemática
- b) Área médico-biológica
- c) Área económico-administrativa

3. Indique el tipo de escuela donde estudia:

- a) Pública o estatal
- b) Particular

Los datos obtenidos a la primera pregunta son los siguientes:

**Tabla 2.1**

Consumo	% de respuestas
1 al mes	28
1 cada dos meses	35
1 cada tres meses	14
1 cada seis meses	15
1 cada año	8

Con estos datos se acude al organismo gubernamental encargado de recopilar y publicar estadísticas socioeconómicas oficiales (INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, en el caso de México) lo cual puede hacerse por Internet, o bien se solicitan datos al ministerio de educación del país (la SEP, Secretaría de Educación Pública, en el caso de México). Con esto se determina que el número aproximado de estudiantes de nivel superior en el Distrito Federal es de 380 000 y que existen otros 350 000 estudiantes de nivel superior en todo el país, es decir, existen un total de 730 000 estudiantes de nivel superior en el país, lo cual incluye todo tipo de universidades, o tecnológicos y sitios donde se ubican estas instituciones. Si el estudio se realiza sólo para el Distrito Federal, la cuantificación de la demanda es la siguiente:

Tabla 2.2

Núm. de estudiantes	Consumo anual	Porcentaje obtenido	Consumo total (1 × 2 × 3)
380 000	12	0.28	1 276 000
380 000	6	0.35	798 000
380 000	4	0.14	212 800
380 000	2	0.15	114 000
380 000	1	0.08	30 400
			<b>Total 2 432 000</b>

**Nota:** La segunda columna se calcula como el consumo por periodo llevado en un año. En el ejemplo, 28% de estudiantes consume un disco compacto al mes, por tanto, consume doce discos compactos por año.

Este cálculo no muestra si el estudiante entrevistado cursa determinada licenciatura, si estudia en escuela pública o particular ni cuál es su ingreso familiar. Si se quisiera calcular el consumo para todo el país, se haría una operación similar, pero tomando como base a 730 000 estudiantes que se supone que son el total de estudiantes de nivel superior en el país, de acuerdo con estadísticas oficiales; con esto el consumo anual de discos compactos se elevaría a 4 672 000.

Este último cálculo supone que los estudiantes de nivel superior se comportan de manera similar en todo el país respecto al consumo de este tipo de discos para PC, pero esto no es cierto. El resultado obtenido dependerá del tipo de instituciones donde se haya hecho el estudio (pública o particular), del tipo de estudiante que se haya entrevistado (que estudie licenciatura y cuente con ingresos familiares altos o bajos). Se supone que un buen entrevistador acudiría a diversas instituciones y habría entrevistado a todo tipo de estudiantes para obtener resultados que no fueran sesgados o tendenciosos. De hecho, el primer error que se tendría si se quisiera inferir, a partir de estas encuestas, sobre el consumo nacional de discos compactos para PC, es que en el sitio donde se haga la encuesta pudiera no existir el mismo tipo de instituciones educativas que en el resto del país. Por ejemplo, en el caso de México, en la capital del país no hay institutos tecnológicos y en un estudio de este tipo se estaría suponiendo que los estudiantes de nivel superior en la capital del país se comportan de manera similar a los estudiantes de los institutos tecnológicos, que sólo existen en el interior del país, respecto al consumo de discos compactos, lo cual tampoco es cierto. Por tanto, en primera instancia, los datos obtenidos sólo son válidos para el sitio donde se haga la encuesta. Para inferir comportamientos similares en otros lugares, se debe acudir a las estadísticas socioeconómicas oficiales.

Para tener más precisión en los datos que se obtengan con la encuesta y que los resultados no estén sesgados, antes de realizarla, en el caso de México se consultaría al INEGI o a la SEP, la cual tiene el dato que sólo 30% de los estudiantes cursan licenciaturas del área A (área de físico-matemáticas), 12% cursan licenciaturas del área B (área médico-biológica) y 58% cursan licenciaturas del área C (área económico-administrativa). Estos datos sirven para estratificar la muestra, es decir, 30% de los encuestados deben ser del área físico-matemática, 12% del área médico-biológica y 58% deben ser estudiantes del área económico-administrativa. Lo mismo sucede con el tipo de escuela donde se estudia. Los datos de la SEP indican que 8.5% de estudiantes de nivel superior se encuentran en universidades particulares.

Con estos datos, ahora se pueden diseñar encuestas estratificadas de forma conveniente para que los resultados no estén sesgados. Suponga que el total de la muestra es de 350. La muestra que se encueste debe estratificarse de la siguiente forma:

- 30% de los encuestados deben ser del área físico-matemática, esto es,  $350 (0.3) = 105$ ; de éstos, 8.5% de escuelas particulares, esto es,  $105 (0.085) = 9$ ; el resto, por supuesto, de escuelas públicas.

- Del área médico-biológica se deberá encuestar a 42 alumnos y de éstos, cuatro deben ser de escuela particular.
- Finalmente se deberán encuestar a 203 estudiantes del área económico-administrativa y de éstos, 17 deberán ser de escuelas particulares.

Si se observa, por ejemplo, casi no hay estudiantes de medicina o de química en escuelas particulares, por lo que no es necesario entrevistar a una gran cantidad de ellos. Los resultados estarían sesgados si se entrevistaran a 40, 50 o más estudiantes con estas características. La encuesta puede sobrepasar el número de 350, pero finalmente, los datos de la muestra estratificada serán los únicos válidos para no obtener resultados sesgados.

En cualquier estudio para la cuantificación del mercado, es necesario reconocer si los resultados que se obtengan se hacen extensivos a escala nacional. Hay que recordar que un estudio de mercado puede ser local, regional, nacional e internacional. Si, por ejemplo, el estudio que se realiza es sólo para consumo regional, no tiene sentido hacer una inferencia de comportamiento de consumidores en todo el país, pues no es necesario, de la misma forma que si se pretende ingresar al mercado internacional, un estudio nacional sería insuficiente.

Mientras los resultados del estudio de mercado sean para aplicarse a un área mayor y el estudio se haya hecho en un área pequeña, se incrementará la imprecisión de la inferencia. En tanto que si se realiza un estudio de mercado en un área muy extensa, pero sólo se quiere influir en un mercado local, entonces se habrán desperdiciado muchos recursos económicos sin sentido.

#### medición

consiste en representar por medio de símbolos las propiedades de personas, objetos, eventos o estados

Cuando ya se ha recopilado toda la información, lo siguiente es medir los resultados. Una **medición** consiste en representar por medio de símbolos las propiedades de personas, objetos, eventos o estados. En la evaluación de proyectos sería interesante, por ejemplo, medir la actitud de las personas y evaluar ciertos estados del mercado. Se sugiere que se use en las preguntas la llamada técnica estructurada, consistente en respuestas breves, específicas y restringidas.

Para elaborarlas no se requiere especialización, y su tratamiento estadístico es muy sencillo. Por otro lado, no se recomienda hacer preguntas abiertas muy difíciles de medir.

Las escalas de medición que se usan en ciencias sociales son:

1. **Nominal** Consiste en que el encuestado mencione nombres que recuerde, por ejemplo: “mencione el nombre del jabón que utiliza para lavar ropa”.

Para medir el resultado simplemente se divide el número de cada marca entre el total de la muestra, por ejemplo el número de encuestados es 100% y se interpreta como: 60% de la muestra usa el jabón A, 20% usa el jabón B, etcétera.

2. **Ordinal** Consiste en que el entrevistado ordene datos conforme a su preferencia. Por ejemplo:

“De las características siguientes que tiene una cerveza, ordénelas según su preferencia. Asigne el número uno a la de mayor preferencia y el número cinco a la característica que menos le interesa o llama la atención.

\_\_\_\_\_ Grado alcohólico.

\_\_\_\_\_ Cuerpo (densidad).

\_\_\_\_\_ Color.

\_\_\_\_\_ Cantidad de lúpulo (sabor amargo).

\_\_\_\_\_ Tipo de envase.”

Aquí también se calculan los porcentajes de cada característica, lo cual servirá para que si se desea elaborar una cerveza, se sepa de antemano qué aspectos se deben cuidar más.

**3. Intervalos** Permite hacer afirmaciones significativas acerca de la diferencia entre dos o más objetos. Por ejemplo, si se tiene interés en conocer el mercado probable en ventas al menudeo, se acudirá a este tipo de tiendas con la siguiente pregunta:

“¿Cuántos paquetes de harina con un contenido de 0 a 1 kilogramo vende usted a la semana? Señale con una cruz:

0-5  6-10  11-20  más de 20 .

Este tipo de preguntas tiene diversos usos. Uno de ellos es cuando se quiere saber edades o ingresos del encuestado o cuando él tiene una idea clara pero no precisa de su respuesta.

**4. Proporcional** No tiene utilidad en la evaluación de proyectos, aunque sí en investigación de mercados en general. Son las escalas que miden peso, volumen, longitud y otros valores.

Para medir la actitud de un usuario hacia cualquier situación no debe hacerse una sola pregunta, sino cuando menos dos. Ambas deben reforzarse y coincidir; si sucediera lo contrario, es decir, que preguntando lo mismo no coincidiera la respuesta, se elimina el resultado de la pregunta o se realiza otra encuesta. Hay que tener habilidad para preguntar lo mismo, pero con otras palabras. Por ejemplo, si en un proyecto se desea saber cuáles son los problemas más frecuentes que hay con proveedores de artículos similares, en las tiendas se podrían hacer las siguientes preguntas:

“¿Tiene algún problema con los proveedores actuales de este producto?

Sí  No  Señálelos \_\_\_\_\_.”

Conviene hacer algunas preguntas en seguida, para enmascarar el reforzamiento de la primera, entonces se podría preguntar:

“Señale en orden de importancia los problemas que tiene con los actuales proveedores del producto:

- \_\_\_\_\_ Tardan mucho en entregar.
- \_\_\_\_\_ No entregan la cantidad solicitada.
- \_\_\_\_\_ Hay problemas en facturación.
- \_\_\_\_\_ Se entrega el material muy defectuoso.
- \_\_\_\_\_ Otros problemas.
- \_\_\_\_\_ Ninguno.”

Aquí, por supuesto, las respuestas a las dos preguntas deberán coincidir.

Para interpretar mejor los datos es necesario formar varias categorías. A partir de la necesidad de formular varias preguntas para investigar y obtener información acerca de un tema específico, agrupar y categorizar ayudará a hacer un mejor análisis. Todas las preguntas de una categoría tendrán la característica de ser similares en el objetivo que buscan. Por ejemplo, si uno de los objetivos generales de la encuesta es medir el posible mercado de un nuevo producto o un nuevo competidor, las preguntas que caerían en esta categoría serían, por ejemplo:

- “¿Qué cantidad de estos artículos vende cada semana?
- ¿Cómo ha visto que se comporta el mercado de este producto?

va en aumento  permanece constante  disminuye .

- Si se presentara un nuevo proveedor de este artículo que no le ocasionara los problemas actuales que tiene con sus proveedores, ¿lo aceptaría?

Sí  No  ¿Por qué? \_\_\_\_\_

- ¿Ha observado que cuando aumenta el precio del producto la demanda disminuye  permanece constante  aumenta ?”

Finalmente, y como una gran ayuda para una mejor interpretación de los datos, se realizan tabulaciones sencillas o cruzadas. Una tabulación o tabla sencilla significa simplemente resumir en un solo cuadro o tabla todas las observaciones. Por ejemplo:

Número de pregunta	Respuesta
1	50% contestó afirmativamente
2	30% prefirió el producto A
3	40% el producto B, etcétera
...	
...	

La tabulación cruzada consiste en sintetizar dos o más variables en un solo cuadro. Suponga que desea saber el número probable de barras de chocolate de 125 gramos que se podrían vender semanalmente al menudeo. Decir “menudeo” no significa hablar de un solo tipo de tiendas, y éstas podrían clasificarse en chicas, medianas y grandes, según una referencia previa que se hubiera hecho para asignar esta clasificación a las tiendas encuestadas. La tabulación cruzada quedaría como se muestra en la tabla 2.3.

Esta información puede servir para que el vendedor de barras de chocolate al menudeo precise en qué tipo de tienda se vende más chocolate. En caso de que la encuesta determinara que las tiendas chicas venden más chocolate, esto lo guiaría a decidir si tiene que ir en busca de más tiendas de este tipo para comercializar su producto. Si no hiciera esta tabulación cruzada, la única información útil obtenida sería el número promedio de barras vendidas por semana, sin saber exactamente qué tipo de tiendas atacar en la venta para aumentar la probabilidad de éxito.

Como recomendación para aplicar encuestas en la evaluación de un proyecto, se sugieren las siguientes categorías:

- Perspectivas del mercado en volumen probable de ventas.
- Perspectivas de los precios en el mercado.
- Facilidad de penetración en el mercado.
- Problemas de los intermediarios con los proveedores actuales de productos similares (calidad, precio, tiempo de entrega, etcétera).
- Hábitos de consumo en productos similares del usuario.

## Importancia de una adecuada estratificación de encuestas

### estratificación

características que el investigador considera importantes, de acuerdo con el producto o servicio, que hacen a la muestra similar a la población general

Una buena encuesta es aquella en que la **estratificación** de todos los individuos encuestados permite que presenten características similares a la población, es decir, la muestra debe parecerse a la población general, en alguna característica o características que el investigador considere importante, de acuerdo con el producto o servicio en estudio.

**Tabla 2.3** Número de barras de chocolate vendidas/semana

Tipo de tienda	0-10	11-20	21-30	más de 30
Chica				
Mediana				
Grande				



En el ejemplo mostrado en la página 30 sobre el consumo de discos compactos para PC de los estudiantes de licenciatura, se supuso que la característica más importante para esta cuantificación por medio de encuestas, era el tipo de licenciatura que está cursando el estudiante, o bien, que estudien en una escuela pública o privada, pero podría no ser ésta la característica más importante, de acuerdo con el investigador, o bien podría hacerse otra estratificación sobre la primera. Analícense los dos casos.

Si se considera que el ingreso familiar de los estudiantes tiene una influencia más fuerte en el consumo de discos compactos para PC, que el tipo de licenciatura que estudian o el tipo de escuela, entonces habría que tomar otra vez datos de fuentes gubernamentales, el INEGI<sup>4</sup> en el caso de México, sobre el ingreso familiar. Este banco de datos dice que para el año 2000, fecha del último censo nacional,<sup>5</sup> en el país había unos 100 millones de habitantes, y que cada familia estaba formada por un promedio de 4.2 miembros, de forma que habría unas 22.7 millones de familias. Luego, el banco de datos presenta cifras sobre el ingreso familiar expresado en salarios mínimos (SM),<sup>6</sup> que para ese año indicaban que 42% de las familias percibían entre 0 y 3 SM, 35% de las familias percibían entre 3 y 6 SM y el resto percibían más de 6 SM.

Continuando con la estratificación, y si se considera que este factor es el que más influye en el consumo de discos compactos, entonces 42% de los estudiantes encuestados debería pertenecer a una familia que tuviera ingresos entre 0 y 3 SM, 35% de los encuestados debería pertenecer a una familia con ingresos entre 3 y 6 SM, y 23% debería pertenecer a familias con ingresos superiores a 6 SM.

Si las encuestas se estratificaran de cualquiera de estos tres factores generales: tipo de escuela (pública o privada), tipo de licenciatura o ingreso familiar, seguramente habría un error y los resultados estarían sesgados. El error se debe a que la población de estudiantes de licenciatura no puede tipificarse con precisión, si sólo se considera una característica. Las poblaciones de cualquier país tienen muchas más características socioeconómicas y culturales, de forma que si el objetivo es que la muestra encuestada se parezca a la población, habría que hacer estratificaciones adicionales.

Suponga que el investigador quiere considerar los tres factores, y que en orden de importancia son, tipo de licenciatura, tipo de escuela e ingreso familiar. Los datos son los siguientes:

Estudiantes por licenciatura:

- Área físico-matemática 30%
- Área médico-biológica 12%
- Área económico-administrativa 58%

Estudiantes por tipo de escuela:

- Escuelas particulares 8.5%
- Escuelas públicas 91.5%

Estudiantes por ingreso familiar:

- Ingreso de 0 a 3 SM, 42%
- Ingreso de 3 a 6 SM, 35%
- Ingreso mayor de 6 SM, 23%

<sup>4</sup> Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Es el banco de datos oficial del gobierno de México, casi sobre cualquier aspecto socioeconómico del país.

<sup>5</sup> En México se realizan censos nacionales cada 10 años, de forma que si se hace una consulta sobre la población al final de una década, los datos están muy desactualizados, lo cual genera una fuente de error en los estudios.

<sup>6</sup> En salario mínimo (SM) es una referencia muy importante para el gobierno. Las pensiones que paga el gobierno de todos los jubilados, están expresadas en número de SM, el incremento salarial anual que aceptan los sindicatos nacionales se calcula tomando como base el SM y, por supuesto, las cifras del INEGI respecto de los ingresos de las familias mexicanas están expresados en la misma unidad de SM.

Tabla 2.4

Licenciatura	Escuela	Ingreso
Físico-matemática, 30% 350(0.3) = 105	Particular 8.5% : 105(0.085) = 9	0.42(9) = 4 0.35(9) = 3 0.23(9) = 2
	Pública 91.5% : 105(0.915) = 96	0.42(96) = 40 0.35(96) = 34 0.23(96) = 22
Médico-biológica, 12% 350(0.12) = 105	Particular 8.5% : 42(0.085) = 4	0.42(4) = 2 0.35(4) = 1 0.23(4) = 1
	Pública 91.5% : 42(0.915) = 38	0.42(38) = 16 0.35(38) = 13 0.23(38) = 9
Económico-administrativa, 58% 350(58) = 203	Particular 8.5% : 203(0.085) = 17	0.42(17) = 7 0.35(17) = 6 0.23(17) = 4
	Pública 91.5% : 203(0.915) = 186	0.42(186) = 78 0.35(186) = 65 0.23(186) = 43
<b>Total de encuestas</b>		<b>350</b>

La conformación de la muestra será el porcentaje relativo de cada categoría, para un número de 350 encuestados. Los resultados se muestran en la tabla 2.4:

Con los datos de esta tabla, la composición de la muestra ya es muy clara. Se debe encuestar 4 estudiantes de escuelas privadas que tengan ingresos familiares de 0 a 3 SM y que estudien alguna licenciatura del área físico-matemática y a 40 estudiantes con el mismo ingreso familiar, pero de escuelas públicas estudiando en la misma área, etcétera.

La tabla también indica los errores que se cometen, en caso de no estratificar con esta profundidad. Por ejemplo, si sólo se tomara en cuenta al tipo de licenciatura y al tipo de escuela se podrían encuestar, en un momento dado, sólo a estudiantes de altos ingresos familiares, lo cual seguramente llevaría a un consumo mayor de discos compactos y, desde luego, a pensar que la población en general consume más discos compactos que lo que se consume en la realidad, y sería lo opuesto si sólo se encuestara a estudiantes de bajo nivel de ingresos.

La cuantificación del consumo de discos compactos a partir de la tabla sería un poco más tediosa, pero más certera, ya que la tabla está conformada por proporciones de estudiantes que tienen características similares a la población. Por ejemplo, de acuerdo con la tabla, hay 78 estudiantes de bajos ingresos que estudian en escuelas públicas una licenciatura relacionada con las áreas económico-administrativas. La proporción de estos estudiantes sobre la muestra total de 350 encuestas es  $78 \div 350 = 0.2228$ . Si hay en el país 750 000 estudiantes de licenciatura, se esperaría que 22.28% de éstos estudien en escuelas públicas y sean de familias de bajos ingresos, es decir,  $750\ 000(0.2228) = 167\ 100$  estudiantes distribuidos en todo el país con esas características.

La inferencia estadística para cuantificar el consumo dice que los 78 estudiantes mencionados consumen, por ejemplo, 351 discos compactos por año en promedio, entonces habrá un consumo proporcional a esta cantidad por los 167 100 estudiantes que tienen características socioeconómicas similares.

Para realizar la encuesta de acuerdo con la nueva estratificación, habría que hacer una nueva pregunta en la encuesta, respecto al nivel de ingreso. Aquí hay que recordar que preguntas de este tipo se deben hacer por rangos, por lo que la nueva pregunta es:

- Su ingreso familiar está entre: 0-3 SM  
3-6 SM  
más de 6 SM

Para ejemplificar la cuantificación, sólo se hará sobre los estudiantes de administración que estudian en escuelas públicas. En la muestra total de 350 encuestas, representan un total de 186 estudiantes (parte inferior de la tabla 2.4). Suponga que sobre la pregunta 1: ¿Cada cuánto y cuántos discos compactos consume usted? Se obtuvieron las siguientes respuestas, ahora considerando el ingreso familiar.

Núm. estudiantes	1/mes	1/2 mes	1/3 mes	1/6 mes	1/año
78 0-3 SM	17 22%	28 36%	16 20%	12 15%	5 7%
65 3-6 SM	23 35%	20 31%	16 25%	5 7%	1 2%
43 > 6 SM	19 44%	15 35%	9 21%	0 0	0 0

En esta tabla se observa que de los 78 estudiantes que cursan administración en una escuela pública con un ingreso familiar entre 0-3 SM, 17 de ellos (22%) consumen 1 disco al mes, esto es, 12 discos al año, 28 de ellos (36%), consumen un disco cada dos meses, es decir, 6 discos al año, etc. Con estos datos se cuantifica el consumo.

Los 350 estudiantes que se van a encuestar, en realidad van a representar con sus características a los 750 000 estudiantes de todo el país que estudian una licenciatura en cualquier área y en cualquier escuela; por tanto, los 78 estudiantes de bajos ingresos son el  $78 \div 350 = 0.2228$ , esto es 22.28% no sólo de la muestra sino que representan a 22.28% de los 750 000 estudiantes del país, esto es, representan a 167 100 estudiantes. De ese 22.28%, 22% consume 12 discos al año, 36% consume 6 discos compactos al año, 20% consume 4 discos al año, etc. La inferencia del consumo de discos en todo el país, exclusivamente a partir de los resultados obtenidos con esos 78 estudiantes es:

$$750\,000 \times 0.2228 \times 0.22 \times 12 = 441\,144$$

$$750\,000 \times 0.2228 \times 0.36 \times 6 = 360\,936$$

$$750\,000 \times 0.2228 \times 0.20 \times 4 = 133\,600$$

$$750\,000 \times 0.2228 \times 0.15 \times 2 = 50\,130$$

$$750\,000 \times 0.2228 \times 0.07 \times 1 = 11\,697$$

Por lo que el consumo de discos compactos sólo de esta porción de la muestra es de 997 507 discos por año. Haciendo las mismas consideraciones con los 65 estudiantes de características similares, pero que tienen un ingreso familiar de 3-6 SM que representan 18.57% del total, el cálculo del consumo es:

$$750\,000 \times 0.1857 \times 0.35 \times 12 = 584\,955$$

$$750\,000 \times 0.1857 \times 0.31 \times 6 = 259\,052$$

$$750\,000 \times 0.1857 \times 0.25 \times 4 = 139\,275$$

$$750\,000 \times 0.1857 \times 0.07 \times 2 = 19\,499$$

$$750\,000 \times 0.1857 \times 0.02 \times 1 = 27\,855$$

El consumo de este estrato es de 1 005 567 discos por año. Finalmente, para los 43 estudiantes de administración en escuelas públicas de altos ingresos, representando 12.28% de la población total de estudiantes se tiene:

$$750\,000 \times 0.1228 \times 0.44 \times 12 = 486\,288$$

$$750\,000 \times 0.1228 \times 0.35 \times 6 = 193\,410$$

$$750\,000 \times 0.1228 \times 0.21 \times 4 = 77\,364$$

$$750\,000 \times 0.1228 \times 0 \times 2 = 0$$

$$750\,000 \times 0.1228 \times 0 \times 1 = 0$$

El consumo de este estrato es de 757 062 discos por año.

Al sumar las tres cantidades, se obtiene un consumo anual de 2 760 136 discos compactos sólo de estudiantes de administración en escuelas públicas.

Observe el incremento en la cantidad de cálculos, a cambio de una mayor precisión en los resultados. Para la cuantificación total, serían necesarias 15 tablas similares a las anteriores.

Si se analizan detenidamente los cálculos, se verá que el orden en el cual se consideren cada uno de los estratos, llevará a una cuantificación final similar. Por ejemplo, se puede decir que primero se va a considerar la estratificación por escuela, luego por ingreso y finalmente por licenciatura, o bien, que primero se va a considerar la estratificación por ingreso, luego por licenciatura y finalmente por escuela. Observe el primer cálculo de las tres últimas tablas:

$$750\,000 \times 0.2228 \times 0.22 \times 12 = 441\,144$$

La cifra de 0.2228 es la proporción de estudiantes de administración de escuelas públicas, lo cual ya incluye el estrato del tipo de licenciatura y del tipo de escuela, en tanto que la cifra de 0.22 incluye el ingreso familiar del estudiante. Por tanto, el cálculo anterior ya incluye a todos los estratos y el orden en que éstos se multipliquen no importa, ya que va a producir exactamente el mismo resultado numérico. Al observar detenidamente la forma en que se procedió en los cálculos de la tabla 2.4, se llegará a esta conclusión.

Los factores socioeconómicos, educativos, culturales, de género, de edad y rara vez los factores religiosos o de otra índole, son los que más influyen en el consumo de cierto producto o en el uso de determinado servicio, de forma que cuando un investigador decide cuantificar el consumo de un bien o de un servicio por medio de encuestas, generalmente por falta de datos de fuentes secundarias, deberá fijar su atención en algunos factores, como los mencionados, para hacer una buena estratificación de forma que la muestra tenga características lo más similares posibles a la población objeto de estudio. También hay que señalar que el número de encuestas que se aplican siempre es mucho mayor al calculado; al final, se desecharán aquellas encuestas que no sean útiles.

Con el mismo ejemplo de los discos compactos, se debe encuestar exactamente al número de estudiantes con las características mostradas en la tabla 2.4, si se llegara a encuestar más estudiantes de un estrato, esas encuestas deben desecharse, pues de tomarse en consideración simplemente sesgarían los resultados.

Con el ejemplo mostrado fue evidente el aumento del número de cálculos, sólo por la consideración de un estrato adicional. No es aconsejable considerar más de tres estratos al aplicar encuestas, sólo por cuestiones prácticas. El investigador, con base en su experiencia, elegirá el tipo de factores y el número de estratos que considere más conveniente para lograr una buena cuantificación del mercado por medio de encuestas.

## Procedimientos no probabilísticos de muestreo

Ya se ha comentado que en la evaluación de proyectos el muestreo probabilístico es poco usado. A continuación se describen tres de los principales tipos de muestreo no probabilístico que existen y sus aplicaciones más importantes.

**Muestreo de estratos o cuotas** En este tipo de muestreo el encuestador está en libertad de seleccionar, antes de la encuesta, un estrato determinado de la población según convenga a sus

objetivos, ya sea estratos de ingresos, educación, edad u otros. Su ventaja es que el cuestionario es más directo y su aplicación menos costosa que si se emplea un muestreo probabilístico. Tal vez por estas razones es el tipo más utilizado en evaluación de proyectos.

**Muestreo de conveniencia de sitio** En este procedimiento se acude a un sitio determinado, donde se supone que estará presente el encuestado que interesa al investigador. Por ejemplo, si desea saber la opinión autorizada sobre un nuevo libro de medicina, no preguntará en la calle a toda persona; primero, si es médico, se le aplica el cuestionario, si no se acudirá a sitios donde se sabe de antemano que hay médicos.

**Muestreo de bola de nieve** En este tipo de muestreo los informantes iniciales se localizan o seleccionan al azar, pero los informantes posteriores se obtienen por referencia de los primeros y es útil para estudiar características que son escasas en la población; de hecho, con este tipo de muestreo se localizan subpoblaciones específicas, aunque éstas sean muy reducidas, como ocurre en el caso de productos industriales.

## Factores que influyen en la elección de un método de pronóstico

Existen multitud de métodos de pronóstico, sin embargo, la elección de uno de ellos dependerá de las características del pronóstico que se quiera realizar. Algunos factores que condicionan la selección de un método de pronóstico son las siguientes:

**El tipo de decisión que se tomará** Todas las decisiones de inversión son importantes y lo que se pretende en un estudio de mercado es cuantificar la demanda potencial o las necesidades potenciales de un servicio, de forma que se debe buscar la máxima precisión en los pronósticos, con las limitantes de tiempo y costo que el método imponga.

**Costo del pronóstico** La diferencia en costos es muy clara al realizar encuestas y una regresión o un pronóstico con mínimos cuadrados. El método de encuestas resulta muy costoso, no sólo por la contratación de encuestadores entrenados, sino también porque podría ser necesario recorrer grandes distancias para realizar las entrevistas adecuadas. El costo de un método, definitivamente, limita la precisión que puede tenerse en el pronóstico.

**Tiempo disponible para realizar el pronóstico** Mientras que las encuestas llevan varios días o aun semanas para realizarse, dependiendo del número de encuestas y encuestadores que se tengan disponibles, el realizar una regresión o un promedio móvil dependerá de la disponibilidad de datos con que se cuente. Si el investigador tiene acceso a Internet se le facilitará enormemente la consecución de datos secundarios, por tanto, si el pronóstico fuera solicitado en un tiempo muy corto, pocos días o aun en horas, esto llevaría a seleccionar directamente ciertos tipos de métodos para pronosticar.

**Horizonte de tiempo para el cual se quiere hacer el pronóstico** No se puede utilizar suavización exponencial para pronosticar a cinco años, así como también sería inadecuado utilizar una regresión causal para pronosticar la demanda del siguiente mes.

**Disponibilidad de datos** Si no se cuenta con datos estadísticos, ya sea escritos o en Internet, definitivamente esto lleva a utilizar métodos de pronóstico de fuente primaria, básicamente encuestas. Por otro lado, si la información disponible es abundante, es suficiente para pronosticar sin realizar encuestas.

## Reflexiones sobre los métodos de pronóstico

Se han diseñado decenas de métodos de pronóstico para el corto, mediano y largo plazos, pero ningún método, aun para el corto plazo y sin importar su sofisticación, es lo suficientemente

preciso como para presentar una confiabilidad de 100% en los pronósticos que calcula. Al final los pronósticos llegan a ser precisos, pero por cuestiones de probabilidad, no por el método empleado.

Los dos métodos estadísticos presentados, regresión lineal y encuestas, pretenden cuantificar el mercado insatisfecho, o simplemente proporcionar una idea de las posibilidades de penetración en el mercado del producto bajo estudio. Sin embargo, el hecho de que, por ejemplo, por regresión se llegue a la conclusión de que existe una enorme demanda potencial insatisfecha, este resultado no garantiza el éxito de la nueva empresa o del nuevo producto. Si por medio de encuestas se cuantifica determinada demanda, y los encuestados se dicen dispuestos a consumir el nuevo producto, aun si se les diera a probar (como dar muestras de jabones, alimentos, limpiadores, etc.), esto tampoco significa que lo van a consumir en la magnitud que dicen los resultados de la encuesta. El éxito de un proyecto depende más de la forma en que se administre y se lleve a cabo todo el proyecto tal y como está planeado, que de unos pronósticos favorables.

Ambos métodos, regresión y encuestas, tienen incorporados en su forma de cálculo determinado error estadístico. En la regresión es la prueba F y el coeficiente de correlación, en las encuestas es el error respecto a que la media muestral esté alejada o cercana a la media poblacional. Estos errores estadísticos contenidos en las fórmulas se refieren precisamente a la posición que se debe tener ante los resultados. Son sólo ideas difusas de lo que es el mercado al que se intenta penetrar.

El investigador debe de estar consciente no sólo de este hecho, sino de la forma en que emplea los métodos. En el ejemplo que se proporciona al final de este capítulo, se han propuesto como variables explicativas al PIB (producto interno bruto), a la paridad peso-dólar y a la inflación, porque se considera que cualquiera de estas variables bien podría explicar el comportamiento histórico de la demanda y de la oferta del producto analizado, pero esto no significa que la demanda y oferta de *todos* los productos que se analicen con este método pueda explicar su oferta y demanda con las mismas variables.

Si se recuerda que, respecto al tiempo, hay cuatro tipos de demanda que son: secular, estacional, cíclica e irregular, y este tipo se identifica antes de hacer cualquier intento de cuantificación, entonces será más sencillo encontrar la o las variables explicativas del fenómeno. Si el producto bajo análisis tiene una demanda secular, entonces seguramente la demanda no va a depender de variables macroeconómicas como las mencionadas, sino que es más probable que dependa del número de habitantes. Para identificar un producto con demanda secular conviene hacerse la siguiente pregunta: si una persona percibiera, en un tiempo corto, el doble de ingreso de lo que percibía antes, ¿consumiría el doble de este producto? Si la respuesta es que sin importar el ingreso de la persona, va a seguir consumiendo prácticamente la misma cantidad del producto y lo tiene que consumir casi a diario, entonces tiene una demanda secular, y en esta categoría caen los alimentos básicos, como el aceite comestible, el pan, la sal, el jabón de baño, detergentes, etc. Si el producto tiene esta característica, entonces su demanda depende del número de habitantes, o de cierto estrato de habitantes, y no de variables macroeconómicas. En tanto que si el consumo de determinado producto se incrementa al aumentar el ingreso personal o familiar, entonces la demanda no es secular y es más probable que sea explicada por variables macroeconómicas, que es donde cae la mayoría de los productos.

Por otro lado, ninguna demanda estacional o cíclica es de consumo básico, por tanto se explica por variables macroeconómicas, pero existe una buena cantidad de estas variables, que rara vez son tomadas en cuenta. El PIB sectorial, la balanza comercial, la población económicamente activa, la edad, el grado de estudios, etc., son variables que pueden explicar un buen número de demandas de otros tantos productos. Incluso hay productos en los que es imposible encontrar una variable, de cualquier tipo, que explique su demanda. Por ejemplo, para cierto tipo de diseño de muebles (minimalista, camas de latón, etc.), una determinada marca de automóvil, de reloj o de perfume, no se puede explicar estadísticamente su demanda. Se puede

determinar que ha aumentado la venta de automóviles en general, de muebles en general, o de relojes en general, pero la demanda particular de una marca o estilo depende del gusto de la gente y de la moda en determinado momento, y eso es por completo impredecible.

El investigador se dará cuenta de que ha elegido una **variable ilegítima** para explicar la demanda o la oferta de determinado producto, si al pronosticar con la ecuación obtenida los resultados no son congruentes en algún sentido. En este caso, deberá buscar otra variable explicativa. Una variable ilegítima es aquella que presenta un adecuado coeficiente de correlación, no presenta autocorrelación, pero lógicamente no tiene relación con la demanda que trata de explicar. La aplicación de la prueba F es un buen auxiliar para evitar este problema.

#### variable ilegítima

presenta un adecuado coeficiente de correlación, no presenta autocorrelación, pero lógicamente no tiene relación con la demanda que trata de explicar

Mucho se ha criticado a la estadística de que es una manipulación de datos que puede engañar, no sólo a quien no sabe de estadística sino incluso a quien la conoce. Por desgracia esto ha sido cierto en muchas ocasiones, por esta razón, el investigador no deberá tener una confianza ciega en los resultados obtenidos con la regresión y con las encuestas, en el sentido de que si se determina la existencia de una gran demanda insatisfecha, que probablemente sí exista, el problema es encontrar dónde está y convencer al consumidor de que el nuevo producto cumplirá con sus expectativas de calidad y precio; es decir, una cosa es que la demanda exista y otra muy diferente es que el nuevo producto sea aceptado en la cantidad calculada, y es aquí donde interviene una buena administración y un buen seguimiento del plan del proyecto.

Por otro lado, ya sea por falta de datos que sea imposible calcular una demanda insatisfecha, o bien que con datos se determine que no existe demanda insatisfecha, esto no es una barrera definitiva para suspender el proyecto. En estos casos será necesario un uso intensivo de la publicidad, planear una serie de estrategias de introducción al mercado y contratar a un excelente gerente o director de ventas que lleve a cabo dichas estrategias. Aquí la situación se torna más difícil, porque hay que quitarle mercado a la competencia, a diferencia de cuando hay mercado suficiente para un nuevo productor.

## Análisis de la oferta

El propósito que se persigue mediante el análisis de la oferta es determinar o medir las cantidades y las condiciones en que una economía puede y quiere poner a disposición del mercado un bien o un servicio. La oferta, al igual que la demanda, está en función de una serie de factores, como son los precios en el mercado del producto, los apoyos gubernamentales a la producción, etc. La investigación de campo que se haga deberá tomar en cuenta todos estos factores junto con el entorno económico en que se desarrollará el proyecto.

#### oferta

es la cantidad de bienes o servicios que un cierto número de oferentes (productores) está dispuesto a poner a disposición del mercado a un precio determinado

## Principales tipos de oferta

Con propósitos de análisis se hace la siguiente clasificación de la oferta.

En relación con el número de oferentes se reconocen tres tipos:

- a) **Oferta competitiva o de mercado libre** En ella los productores se encuentran en circunstancias de libre competencia, sobre todo debido a que existe tal cantidad de productores del mismo artículo, que la participación en el mercado está determinada por la calidad, el precio y el servicio que se ofrecen al consumidor. También se caracteriza porque generalmente ningún productor domina el mercado.
- b) **Oferta oligopólica (del griego *oligos*, poco)** Se caracteriza porque el mercado se encuentra dominado por sólo unos cuantos productores. El ejemplo clásico es el mercado de automóviles nuevos. Ellos determinan la oferta, los precios y normalmente tienen acapara-

da una gran cantidad de materia prima para su industria. Tratar de penetrar en ese tipo de mercados no sólo es riesgoso sino que en ocasiones hasta resulta imposible.

- c) **Oferta monopólica** Es en la que existe un solo productor del bien o servicio y, por tal motivo, domina por completo el mercado e impone calidad, precio y cantidad. Un monopolista no es necesariamente un productor único. Si el productor domina o posee más de 95% del mercado siempre impondrá precio y calidad.

## Cómo analizar la oferta

Aquí también es necesario conocer los factores cuantitativos y cualitativos que influyen en la oferta. En esencia se sigue el mismo procedimiento que en la investigación de la demanda. Esto es, hay que recabar datos de fuentes primarias y secundarias.

Respecto a las fuentes secundarias externas, se tendrá que realizar un ajuste de puntos, con alguna de las técnicas descritas, para proyectar la oferta.

Sin embargo, habrá datos muy importantes que no aparecerán en las fuentes secundarias y, por tanto, será necesario realizar encuestas. Entre los datos indispensables para hacer un mejor análisis de la oferta están:

- Número de productores.
- Localización.
- Capacidad instalada y utilizada.
- Calidad y precio de los productos.
- Planes de expansión.
- Inversión fija y número de trabajadores.

En el caso de que el estudio sea sobre un proyecto de sustitución de maquinaria, la oferta es simplemente la capacidad actual del equipo a sustituir, expresado como producción por unidad de tiempo, es decir, el nivel de servicio con que cuenta actualmente el equipo en cuestión.

## Proyección de la oferta

Al igual que en la demanda, aquí es necesario hacer un ajuste con tres variables siguiendo los mismos criterios, a saber, que de cada una de las terceras variables analizadas, como pueden ser el PIB, la inflación o el índice de precios, se obtenga el coeficiente de correlación correspondiente. Para hacer la proyección de la oferta se tomará aquella variable cuyo coeficiente de correlación sea más cercano a uno.

## Importaciones y exportaciones

Cuando existe este tipo de actividad en torno del producto que se estudia en el proyecto, es muy importante mostrar las estadísticas y políticas que en ese momento sigue el gobierno federal al respecto.

En general, se pueden presentar las siguientes situaciones:

1. La empresa pretende fabricar un producto que tradicionalmente se importaba, pero ahora el gobierno ha decidido cerrar las fronteras a dicho producto. En este caso, el mercado queda totalmente libre al nuevo productor.
2. La empresa fabricará un producto que se importa parcialmente o que está dentro de la lista de acuerdos de intercambio económico del Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT), del cual México es miembro. Aquí es importante analizar la tendencia de las importaciones del producto. Si se nota una tendencia decreciente de las importaciones, puede ser por los siguientes factores:



- a) No es muy necesario en el mercado interno y por eso no se importa.
- b) Hay productores nacionales que lo elaboran en iguales o mejores condiciones de competitividad en lo que se refiere a calidad y precio, y se prefiere al productor nacional.
- c) La política del gobierno es reducir paulatinamente esas importaciones, sin importar que los artículos respectivos se produzcan o no en el país.

Por otro lado, si la tendencia es creciente en las importaciones, esto puede deberse a alguna de las siguientes causas:

- a) El artículo es indispensable para el país y nadie ha logrado producirlo por falta de tecnología o por cualquier otra causa.
  - b) Hay productores nacionales que no logran producir al mismo ritmo con que crece la demanda y cada vez se importa más.
3. La empresa pretende fabricar un artículo de gran exportación. Aquí el análisis sería igual al de un mercado interno; esto es, hay que determinar una demanda potencial, pero en el exterior.
  4. Hubo exportaciones o importaciones muy bajas o irregularidades. Aquí cabría un análisis más profundo, ante la posibilidad de abrir nuevos mercados en el exterior.

Cualquiera que sea la situación de los datos estadísticos respecto a importaciones-exportaciones, será necesario presentar el número y la cuota arancelaria y las políticas (generalmente, la publicación de decretos) que sigue el gobierno en apoyo de dichas actividades.

## Determinación de la demanda potencial insatisfecha

### Cálculo de la demanda potencial insatisfecha

Cuando se tienen los dos datos graficados de oferta-demanda y sus respectivas proyecciones en el tiempo, ya sea con dos o tres variables, la demanda potencial se obtiene con una simple diferencia, año con año, del balance oferta-demanda, y con los datos proyectados se puede calcular la probable demanda potencial o insatisfecha en el futuro.

Sin embargo, para la mayoría de los miles de productos existentes no se cuenta con suficientes datos de oferta y demanda. En las estadísticas sólo aparece un dato como *unidades productivas*, y éste puede interpretarse como oferta y demanda, aunque en realidad es ambas cosas. Esto conduce al problema de no poder calcular la *demandas insatisfecha*, ya que sólo se tiene una curva y no dos.

Muchas personas, a partir de que no es posible calcular una *demandas insatisfecha*, infieren que ésta no existe y, por tanto, el estudio del nuevo proyecto debe detenerse, pues no hay mercado por satisfacer. Por supuesto, esta forma de pensar es totalmente errónea. Si no se cuenta con datos estadísticos para hacer el cálculo de una demanda insatisfecha, esto no quiere decir que tal demanda no existe. Si la situación fuera ésta, el problema sería cómo convencer a los escépticos de que en realidad sí hay mercado para su producto.

Un estudio de mercado bien hecho debe dar una clara idea del riesgo en que incurriría un nuevo productor al tratar de penetrar un mercado dado. Recuerde que existen varios tipos de demanda y varios tipos de oferta, y que ya deben haber sido analizados respecto del producto antes de llegar a ese punto. En condiciones reales no existe el mercado satisfecho saturado, es decir, aquel en que ya no se puede vender un solo artículo más. Por otro lado, sí sería riesgoso tratar de introducirse a un mercado oligopólico, donde generalmente hay un grupo muy cerrado de productores que en ocasiones ya tiene acaparada la materia prima, aunque este tipo de

**demandas potencial insatisfecha** es la cantidad de bienes o servicios que es probable que el mercado consuma en los años futuros, sobre la cual se ha determinado que ningún productor actual podrá satisfacer si prevalecen las condiciones en las cuales se hizo el cálculo

mercado es de productos muy especializados y de alta tecnología, como los bienes de capital. Sin embargo, para la mayoría de los productos, el mercado es *polipólico*, en el que hay tantos productores que ninguno lo domina, y donde con mucha facilidad se puede vender una gran cantidad del producto. Pero esto no es argumento convincente para el escéptico.

Normalmente la demanda de consumo de ciertos artículos depende de terceros factores que pueden ser analizados con más facilidad, pues existen datos estadísticos de ellos. Por ejemplo, sobre pigmentos o colorantes esenciales para pinturas no hay datos en ningún sitio, por la sencilla razón de que los colores que se pueden obtener son casi infinitos, y de empresa a empresa, aun siendo el mismo color, tienen nombres distintos.

Hay otros productos que, por ejemplo, son fabricados sólo por empresas trasnacionales o no hay estadísticas de ellos, o éstas son totalmente falsas, pues se sabe que pocas empresas, y sobre todo las trasnacionales, no aportan datos o los aportan alterados para protegerse, como es el caso de la grenetina de alta pureza y de la mayoría de los reactivos químicos especializados. Aquí surge la pregunta de cómo proceder a calcular una demanda insatisfecha o al menos convencer al futuro productor de que sí hay mercado para su producto.

En los casos mencionados, cuando no existen datos para presentar tendencias de demanda, se hace uso de terceros factores que la afectan. En los pigmentos no hay estadísticas, pero como éstos se usan en pinturas de cualquier tipo, se hace un análisis de la tendencia de las ventas de pintura; en el caso de la grenetina se analiza la tendencia de las ventas de gelatina, de impresión fotográfica y de papel carbón, que es donde se usa la grenetina; en el caso de las sustancias químicas, como las piretrinas, se sabe que se usan sólo en insecticidas caseros, de los que sí hay estadísticas. Ésos son algunos ejemplos.

Como la escasez de datos provoca que sólo exista una curva de tendencia donde la oferta es igual a la demanda, ésta debe ser ascendente. Un proyecto debería rechazarse sólo cuando en la curva de tendencia de la demanda la pendiente fuera cero o negativa, es decir, que indicara que a lo largo de los años ya no se ha vendido más producto incluso su consumo ha disminuido.

Además de que la tendencia de la demanda sea ascendente, ya sea del propio artículo o del producto a través del cual se infiere su consumo, el estudio de mercado debe proveer un breve análisis de la competencia, para saber si ésta será capaz de cubrir la creciente demanda del artículo a través de los años. Por otro lado, se cuenta con los datos de fuentes primarias, a los cuales se formuló, entre otras preguntas, la siguiente: ¿el probable comprador cambiaría de proveedor y debido a qué lo haría?

Con todo esto se quiere decir que aunque no se tenga un cálculo numérico de la demanda insatisfecha futura y aunque se llegue a calcular, es necesario analizar una serie de factores que existen en todo el mercado y que pesan aún más que el cálculo de un número llamado *demanda insatisfecha*, y recalcar que los datos obtenidos de fuentes primarias son más importantes que los obtenidos de fuentes secundarias, dados los problemas de confiabilidad de estos últimos.

Cuando el objeto del estudio es la sustitución de maquinaria, la demanda potencial insatisfecha son los pedidos no surtidos o el servicio no prestado por el equipo debido a la capacidad insuficiente; a futuro, la demanda potencial insatisfecha se calcula considerando que el nivel actual de servicio se mantiene constante, es decir, no se sustituye el equipo y la demanda del servicio crece, de manera que al paso del tiempo, se dejan de surtir más pedidos o la prestación del servicio es irregular.

### precio

es la cantidad monetaria a la cual los productores están dispuestos a vender y los consumidores a comprar un bien o servicio, cuando la oferta y la demanda están en equilibrio

## Análisis de los precios

La definición de **precio** no puede emitirse sin que haya protestas de investigadores de otras áreas. Desde hace algún tiempo, al menos en México, existe un control gubernamental de precios de ciertos productos y servicios, lo cual hace que la definición anterior se vuelva obsoleta. También hay quien piensa que el precio no lo

determina el equilibrio entre oferta y demanda, sino que consiste en el costo de producción más un porcentaje de ganancias. Quienes así piensan dejan de lado el hecho de que no es fácil aplicar un porcentaje de ganancia unitario, pues la tasa real de ganancia anual, que es un buen indicador del rendimiento de una inversión, varía con la cantidad de unidades producidas.

Por ejemplo, el costo de producción de un vaso de cristal es de 40 pesos y se asigna una tasa de ganancia por unidad de 20 pesos. La tasa de ganancia anual es muy distinta si se producen 10 000 unidades ( $20 \times 10\,000 = 200\,000$ ) que si se producen 100 000 unidades ( $20 \times 100\,000 = 2\,000\,000$ ). La tasa de ganancia anual es directamente proporcional a la cantidad de unidades producidas, lo cual es totalmente falso.

El ejemplo más claro de que la definición dada es lo más cercano a la realidad, es la situación mundial del petróleo. Cuando hubo demanda (1976) el precio mundial subió por arriba de los 30 dólares, y cuando bajó la demanda (1986), el precio mundial cayó por debajo de los 12 dólares, sin importar el costo de producción. Los países para los cuales ya no sea rentable producir por debajo de ciertos precios, dejarán de vender petróleo o tendrán que absorber multimillonarias pérdidas en dólares. Cada país productor tiene un costo de producción por barril diferente, pero esto no influye en la fijación del precio internacional. Es sólo el equilibrio entre la oferta y demanda lo que lo determina.

Al realizar un estudio sobre sustitución de equipo, el precio puede conceptualizarse según la situación: si las piezas que produce el equipo bajo estudio se elaboran parcialmente fuera de la empresa, el precio a considerar es el costo de maquila que se cobra. Si el equipo sólo produce o proporciona algún servicio interno, el precio se calcula observando las razones por las cuales se desea sustituir al equipo: si es por obsoleto, normalmente se estarán produciendo artículos con piezas defectuosas con un porcentaje más alto de lo normal, lo que hace que el precio por pieza se eleve sobre el precio calculado.

Si la maquinaria realiza una parte de una secuencia de operaciones, el precio se calcula con el prorrateo de la mano de obra que consume la máquina, combustibles, energía eléctrica y mantenimiento, sobre la producción total de la máquina para obtener el costo por pieza.

La sustitución de cualquier equipo debe estar apoyada en las ventajas que proporcione el reemplazo. Entre las principales ventajas debe sobresalir una producción más alta, por unidad de tiempo, y un precio más bajo, al producir menos piezas defectuosas o al mismo precio pero con mejor calidad, por lo que se hace indispensable conocer el precio de producción, cualquiera que sea la situación en que ésta se realice y sin importar que se obtenga por prorrateo, lo que no da un cálculo muy exacto, pero que dará el mismo error o la misma referencia que si se utilizara idéntico método de prorrateo, tanto para la máquina usada como para la nueva.

## Tipos de precios

Los precios se tipifican como:

**Internacional** Es el que se usa para artículos de importación-exportación. Normalmente está cotizado en dólares estadounidenses y FOB (libre a bordo) en el país de origen.

**Regional externo** Es el precio vigente sólo en parte de un continente. Por ejemplo, Centroamérica en América; Europa occidental en Europa, etc. Rige para acuerdos de intercambio económico sólo en esos países, y el precio cambia si sale de esa región.

**Regional interno** Es el precio vigente en sólo una parte del país. Por ejemplo, en el sureste o en la zona norte. Rigen normalmente para artículos que se producen y consumen en esa región; si se desea consumir en otra, el precio cambia.

**Local** Precio vigente en una población o poblaciones pequeñas y cercanas. Fuera de esa localidad el precio cambia.

Tabla 2.5 Calidad del producto

	A	B	C
Tipo de establecimiento			
A	10.0	11.0	11.5
B	10.5	11.3	12.0
C	10.8	11.6	12.3
Promedio	10.43	11.3	11.93

**Nacional** Es el precio vigente en todo el país, y normalmente lo tienen productos con control oficial de precio o artículos industriales muy especializados.

Conocer el precio es importante porque es la base para calcular los ingresos futuros, y hay que distinguir de qué tipo de precio se trata y cómo se ve afectado al cambiar las condiciones en que se encuentra, principalmente el sitio de venta.

### Cómo determinar el precio

En cualquier tipo de producto, así sea de exportación, hay diferentes calidades y distintos precios. El precio también está influido por la cantidad que se compre. Para tener una base de cálculo de ingresos futuros es conveniente usar el precio promedio, que se calcula como se muestra en la tabla 2.5.

De la tabla 2.5 se observa que.

Tipo de establecimiento:

- a) Detallista.
- b) Mayorista.
- c) Cadena de autoservicio.

Calidad del producto:

- a) Buena.
- b) Muy buena.
- c) Excelente.

Es importante destacar que éste no es el precio que se usa para calcular los ingresos, excepto que la empresa vaya a vender directamente al consumidor. El precio promedio que se obtenga será la referencia para calcularlo. Habrá que tomar en cuenta el número de intermediarios que participan en la venta para obtener el precio al que se venderá al primer intermediario, que es el ingreso que interesa conocer.

Para determinar el precio de venta se sigue una serie de consideraciones, que se mencionan a continuación:

- La base de todo precio de venta es el costo de producción, administración y ventas, más una ganancia. Este porcentaje de ganancia adicional es el que conlleva una serie de consideraciones estratégicas.
- La segunda consideración es la demanda potencial del producto y las condiciones económicas del país. Existen épocas de bonanza en los países que pueden ser aprovechados para elevar un poco los precios. Existen también otras épocas de crisis económicas donde lo que interesa es permanecer en el mercado a toda costa. Las condiciones económicas de un país influyen de manera definitiva en la fijación del precio de venta.
- La reacción de la competencia es el tercer factor importante a considerar. Si existen competidores muy fuertes del producto, su primera reacción frente a un nuevo competidor probablemente sea bajar el precio del producto para debilitar al nuevo competidor. Esto a su vez provocará que el nuevo productor ajuste su precio.

- El comportamiento del revendedor es otro factor muy importante en la fijación del precio. Es sabido que, al menos en México, cada revendedor del producto tiene una ganancia que va de 20% hasta 30% sobre el precio al que él compra el producto. Si la cadena de comercialización es larga, el precio final se duplica con facilidad. Es importante seleccionar a aquellos intermediarios del producto que estén dispuestos a sacrificar un poco sus ganancias en épocas de ventas bajas, para no afectar mucho el precio de venta del producto.
- La estrategia de mercadeo es una de las consideraciones más importantes en la fijación del precio. Las estrategias de mercadeo serían introducirse al mercado, ganar mercado, permanecer en el mercado, costo más porcentaje de ganancia previamente fijado sin importar las condiciones del mercado, porcentaje de ganancia sobre la inversión hecha, igualar el precio del competidor más fuerte, etcétera.
- Finalmente hay que considerar el control de precios que todo gobierno puede imponer sobre los productos de la canasta básica. Si el producto que se pretende elaborar no está dentro de la canasta básica, entonces nunca estará sujeto a un control de precios.

## Proyección del precio del producto

Es indispensable conocer el precio del producto en el mercado, no por el simple hecho de saberlo, sino porque será la base para calcular los ingresos probables en varios años. Por tanto, el precio que se proyecte no será el que se use en el estado de resultados, ya que esto implicaría que la empresa vendiera directamente al público o consumidor final, lo cual no siempre sucede, por lo que es importante considerar cuál será el precio al que se venderá el producto al primer intermediario; éste será el precio real que se considerará en el cálculo de los ingresos.

Con independencia de lo anterior, es importante la proyección de los precios. Para proyectar los precios no se usa un método estadístico que ajuste la tendencia. Considere el caso de México. En los años anteriores a 1976, la inflación anual no rebasaba 10%; en la década de los ochenta el promedio anual fue cercano a 80%, y desde la década de los noventa hasta la primera década del presente siglo, la inflación no ha rebasado 10%, aunque en los años de crisis económica, como 1995 y 2008-2009, la inflación estuvo por arriba de este valor. Si se graficaran los pares de puntos (años-precios corrientes), la curva tendería a una exponencial; si se ajustara esta curva y se proyectaran los precios, implicaría o daría un resultado de un aumento en los precios de más de 100% cada año, lo cual no es cierto. Por un lado, podría ser cierto si la inflación mantuviera ese ritmo, pero como el gobierno pretende abatir la inflación con el paso de los años, ajustar la curva a una exponencial para proyectar los precios sería una técnica errónea, pues los precios futuros en la exponencial nunca descenderán en tasa de crecimiento y se contrapondrán a la realidad donde se espera que sí baje la tasa de aumento en los precios (vea la figura 2.4).

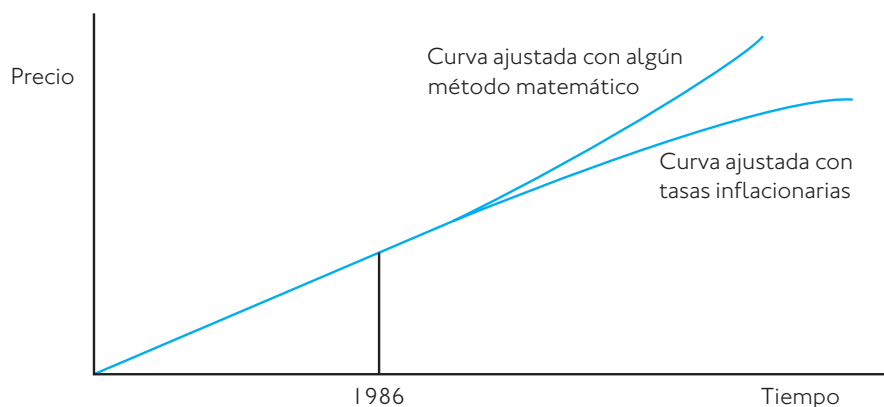


Figura 2.4 Gráfica de proyección del precio.

Como no hay un método estadístico que proporcione la curva señalada como real en la gráfica, se concluye que no debe usarse un método de ajuste para proyectar los precios.

La única alternativa es hacer variar los precios conforme a la tasa de inflación esperada. Si el Banco de México predijera para los próximos dos años una tasa inflacionaria de 120 y 150%, los precios se moverían conforme a esa tasa; pero si, por el contrario, predijeran que la tasa inflacionaria será de 60 y 40%, los precios bajarán su tasa de crecimiento en esa proporción. En esta forma, se piensa que la proyección de los precios se ajuste más a la realidad que lo que haría un método estadístico rígido de ajuste de puntos.

### comercialización

es la actividad que permite al productor hacer llegar un bien o servicio al consumidor con los beneficios de tiempo y lugar

## Comercialización del producto

Es el aspecto de la mercadotecnia más vago y, por esa razón, el más descuidado. Al realizar la etapa de prefactibilidad en la evaluación de un proyecto, muchos investigadores simplemente informan en el estudio que la empresa podrá vender directamente el producto al público o al consumidor, con lo cual evitan toda la parte de comercialización. Sin embargo, al enfrentarse a la realidad, cuando la empresa ya está en marcha, surgen todos los problemas que la comercialización representa.

A pesar de ser un aspecto poco favorecido en los estudios, la comercialización es parte vital en el funcionamiento de una empresa. Se puede producir el mejor artículo en su género y al mejor precio, pero si no se tienen los medios para hacerlo llegar al consumidor en forma eficiente, esa empresa irá a la quiebra.

La comercialización no es la simple transferencia de productos hasta las manos del consumidor; esta actividad debe conferirle al producto los beneficios de tiempo y lugar; es decir, una buena comercialización es la que coloca al producto en un sitio y momento adecuados, para dar al consumidor la satisfacción que él espera con la compra.

Normalmente ninguna empresa está capacitada, sobre todo en recursos materiales, para vender *todos* los productos directamente al consumidor final. Éste es uno de los males necesarios de nuestro tiempo: los **intermediarios**, que son empresas o negocios propiedad de terceros encargados de transferir el producto de la empresa productora al consumidor final, para darle el beneficio de tiempo y lugar. Hay dos tipos de intermediarios: los comerciantes y los agentes. Los primeros adquieren el título de propiedad de la mercancía, mientras que los segundos no lo hacen, sino sólo sirven de contacto entre el productor y el vendedor.

Entre el productor y el consumidor final existen varios intermediarios, cada uno con ganancia de 25 a 30% del precio de adquisición del producto, de manera que si hubiera cuatro intermediarios, un producto doblaría su precio desde que sale de la empresa productora hasta el consumidor final. Si se sabe que este último es el que sostiene todas esas ganancias, ¿por qué se justifica la existencia de tantos intermediarios? Los beneficios que los intermediarios aportan a la sociedad son:

1. Asignan a los productos el sitio y el momento oportunos para ser consumidos adecuadamente.
2. Concentran grandes volúmenes de diversos productos y los distribuyen haciéndolos llegar a lugares lejanos.
3. Salvan grandes distancias y asumen los riesgos de la transportación acercando el mercado a cualquier tipo de consumidor.
4. Al estar en contacto directo tanto con el productor como con el consumidor, conocen los gustos de éste y piden al primero que elabore exactamente la cantidad y el tipo de artículo que saben que se venderá.

### intermediarios

empresas o negocios propiedad de terceros encargados de transferir el producto de la empresa productora al consumidor final, para darle el beneficio de tiempo y lugar

5. Son los que verdaderamente sostienen a la empresa al comprar grandes volúmenes, lo que no podría hacer la empresa si vendiera al menudeo, es decir, directamente al consumidor. Esto disminuye notablemente los costos de venta de la empresa productora.
6. Muchos intermediarios promueven las ventas al otorgar créditos a los consumidores y asumir el riesgo de cobro. Ellos pueden pedir, a su vez, créditos al productor, pero es más fácil que un intermediario pague sus deudas al productor, que todos los consumidores finales paguen sus deudas al intermediario.

Sin embargo, un buen distribuidor del producto debe tener ciertas características que lo hacen ser mejor que otros, por ejemplo, debe tener calidad profesional; cualquiera puede ser distribuidor de productos, pero no cualquiera es un profesional en su actividad, esto implica estar entrenados para el trabajo, tener una buena organización, que el personal tenga una mentalidad orientada hacia el mercadeo, que esté correctamente informado sobre las características del producto a vender, que tenga contacto con los clientes para atender sus observaciones, reclamos o sugerencias sobre la calidad del producto, que cuente con instalaciones adecuadas para el manejo del producto y que esté dispuesto a reducir márgenes de ganancia en épocas difíciles.

## Canales de distribución y su naturaleza

Un **canal de distribución** es la ruta que toma un producto para pasar del productor a los consumidores finales, aunque se detiene en varios puntos de esa trayectoria. En cada intermediario o punto en el que se detenga esa trayectoria existe un pago o transacción, además de un intercambio de información. El productor siempre tratará de elegir el canal más ventajoso desde todos los puntos de vista.

### canal de distribución

ruta que toma un producto para pasar del productor a los consumidores finales, aunque se detiene en varios puntos de esa trayectoria

Existen dos tipos de productores claramente diferenciados: los de consumo en masa y los de consumo industrial. Los canales de distribución de cada uno se muestran en seguida:

### 1. Canales para productos de consumo popular

- 1A. Productores-consumidores** Este canal es la vía más corta, simple y rápida. Se utiliza cuando el consumidor acude directamente a la fábrica a comprar los productos; también incluye las ventas por correo. Aunque por esta vía el producto cuesta menos al consumidor, no todos los fabricantes practican esta modalidad ni todos los consumidores están dispuestos a ir directamente a hacer la compra.
- 1B. Productores-minoristas-consumidores** Es un canal muy común, y la fuerza se adquiere al entrar en contacto con más minoristas que exhiban y vendan los productos. En México éste es el caso de las misceláneas.
- 1C. Productores-mayoristas-minoristas-consumidores** El mayorista entra como auxiliar al comercializar productos más especializados; este tipo de canal se da en las ventas de medicina, ferretería, madera, etcétera.
- 1D. Productores-agentes-mayoristas-minoristas-consumidores** Aunque es el canal más indirecto, es el más utilizado por empresas que venden sus productos a cientos de kilómetros de su sitio de origen. De hecho, el agente en sitios tan lejanos lo entrega en forma similar al canal y en realidad queda reservado para casi los mismos productos, pero entregado en zonas muy lejanas.

### 2. Canales para productos industriales

- 2A. Productor-usuario industrial** Es usado cuando el fabricante considera que la venta requiere atención personal al consumidor.
- 2B. Productor-distribuidor industrial-usuario industrial** El distribuidor es el equivalente al mayorista. La fuerza de ventas de ese canal reside en que el productor tenga contacto con muchos distribuidores. El canal se usa para vender productos no muy especializados, pero sólo de uso industrial.

**2C. Productor-agente-distribuidor-usuario industrial** Es la misma situación del canal 1D, es decir, se usa para realizar ventas en lugares muy alejados.

Es conveniente destacar que todas las empresas utilizan siempre más de un canal de distribución.

## Cómo seleccionar el canal más adecuado para la distribución del producto

Cuando se efectúa la evaluación de un proyecto en el nivel de prefactibilidad, el investigador está encargado de determinar cuáles son los canales más comunes por los cuales se comercializan actualmente productos similares y aceptar o proponer algunos otros. Sin embargo, el investigador, para hacer recomendaciones, deberá sustentarse en tres aspectos referentes a los objetivos que persiga la nueva empresa y en cuánto está dispuesta a intervenir en la comercialización de su producto. Los tres objetivos de la comercialización son:

- 1. Cobertura del mercado** Los canales 1A y 2A son los más simples, pero a la vez son los que cubren menos mercado. Por el contrario, los canales 1D y 2C son los que encarecen más el precio final del producto, pero a su vez son los que abarcan más mercado.  
Para un mercado limitado y selecto, normalmente se toma la opción 1A, pero si el producto es popular y de mercado amplio, se tomarían las opciones 1D o 2D. Por tanto, el canal empleado en primera instancia dependerá del tipo de producto y del mercado que se quiera cubrir.
- 2. Control sobre el producto** Como cada nivel de intermediario cede la propiedad del artículo, mientras más intermediarios haya se perderá más el control del producto. En los canales 1A y 2A hay mucho control, y en 1D y 2C el producto puede llegar muy deteriorado al consumidor.
- 3. Costos** Aunque los canales 1A y 2A, por lo simples, parecen ser los de menor costo, esto es sólo una apariencia. Por ejemplo, es más barato atender a diez mayoristas que a 1 000 consumidores finales.

Por último, en esta parte del estudio deberá hacerse una breve descripción de la trayectoria que sigue el producto desde la salida de la planta hasta el punto donde la empresa pierde la responsabilidad sobre él, aunque este punto sea el consumidor final. Esto es útil al prever personal y gastos necesarios para llevar a cabo el funcionamiento del canal seleccionado y proveer, en la etapa del proyecto definitivo, un manual de procedimientos.

En estudios de sustitución de equipo, este apartado normalmente se omite, pues los análisis de reemplazo son estudios internos de la empresa.

## Estrategias de introducción al mercado

Estrategia viene de la palabra *strategos* que significa general, en su forma más amplia es un general en un campo de batalla en plena guerra. Cuando se inicia un nuevo negocio, trátase de la elaboración de un nuevo producto o la generación de un nuevo servicio, en realidad el director o promotor del proyecto toma la posición de un general que va a iniciar una batalla. ¿Contra quién?, contra todos los oferentes actuales que ya están en el mercado, y que por ese solo hecho, ya llevan una delantera, y la guerra es precisamente por ganar una parte del mercado.

Cuando no se consideran estrategias, en realidad se está hablando de planes idealizados, donde se espera que todo fluya de forma natural, cuando la realidad no es así. La estrategia inicial obvia es la estrategia de introducción al mercado, y la siguiente es la de sobrevivencia en el mercado. Pasados algunos años se podrá pensar en estrategias de crecimiento o de introducción a nuevos mercados, o la elaboración de nuevos productos.



La **estrategia de introducción al mercado** se apoya básicamente en una mezcla de estrategia publicidad-precio. Se puede elaborar el mejor producto del mundo en muchos sentidos, pero si sólo pocos consumidores lo conocen, la introducción al mercado se hará lenta. El precio más bajo puede ser un buen atractivo de nuevos productos, siempre que ofrezcan una calidad similar a aquella que ofrecen los competidores actuales.

**estrategia de introducción al mercado**  
mezcla de estrategia publicidad-precio

Si se observan los productos chinos, los cuales, como se sabe, están invadiendo todo el mundo, no han necesitado publicidad para hacer esa invasión, su secreto es el precio, colocan los productos junto a otros similares; cuando el consumidor observa la diferencia de precio, no duda en comprar el artículo chino, aunque en ese momento no conozca de dónde proviene. El consumidor podrá arrepentirse de la calidad del producto comprado, pero de momento, ya logró llamar la atención del consumidor y le quitó una venta a un producto nacional. Pero ésta es otra estrategia de los productos chinos ante un mundo cada día con más pobreza; para muchos consumidores de bajo poder adquisitivo, no importa que la calidad no sea la mejor, si es lo único que pueden comprar, entonces la estrategia consiste en colocar el producto en el sitio adecuado, lo cual formalmente se llama **nicho de mercado**.

**nicho de mercado**  
estrategia de colocar el producto en el sitio adecuado

Por otro lado, el promotor de un proyecto debe saber que para que un producto sea considerado como nuevo, no es necesario que nunca antes haya existido un producto similar. Sólo los productos de alta tecnología, como las nuevas cámaras digitales de alta resolución con todas las facilidades que tienen para manipular las fotografías, los teléfonos celulares con cámaras fotográficas, las PC con enormes velocidades y memoria, etc., son productos que sí se pueden considerar como realmente nuevos.

Hay varios factores que hacen que un producto sea considerado nuevo:

- a) Desde luego, un precio más bajo, comparado con productos similares.
- b) Mayor facilidad de compra en tiempo, lugar y crédito. Se citan sólo tres ejemplos muy conocidos. El empleo de teléfonos celulares por medio de tarjetas prepagadas es, sin duda, una forma nueva de comunicación, lo cual ha llevado a masificar su uso a dimensiones increíbles, pero no es el teléfono celular por sí mismo, sino la forma de pagarlo. Otro ejemplo paralelo a éste es el uso de teléfonos públicos con tarjetas prepagadas. Si se recuerda, hasta antes de este sistema, había que tener monedas de cierta denominación para usar los teléfonos públicos, lo cual era una gran limitante. Finalmente se menciona el consumo de agua potable envasada. El consumo de este producto en envases de 2 litros, 1 litro, 0.5 litro y 250 mililitros, ha hecho que casi en cualquier parte del mundo se pueda encontrar agua potable, disponible a precios accesibles y prácticamente en cualquier pequeño establecimiento. El agua que se compra de esta forma, realmente no tiene valor, pues 1 litro de esta agua cuesta aproximadamente un centésimo de dólar estadounidense. Lo que se paga es el plástico del envase, la marca y las ganancias de toda la cadena de comercialización. Aun así, es y será en el futuro, el producto más vendido en el mundo.
- c) Mayor facilidad de uso. Los ejemplos típicos son los aparatos electrónicos de nueva tecnología, como las PC, los televisores y los aparatos de sonido de uso casero; todos son tan amigables, que se puede observar cómo los niños manejan con mucha facilidad todo este tipo de aparatos.
- d) Mayor confiabilidad de que el producto hará lo que la propaganda dice que hace. Un ejemplo típico son los detergentes de ropa caseros, todos prometen que hacen maravillas con la ropa sucia. Un producto nuevo y seguramente que será aceptado es aquel que haga de manera efectiva lo que dice la publicidad.
- e) Nueva apariencia positiva. Muchos productos de consumo masivo han cambiado el envase (plástico por vidrio o lata por vidrio), los colores del envase o su sabor, en el caso de bebidas y alimentos, con lo cual la propaganda dice que son nuevos.

Con estos comentarios, ya se tienen los elementos para formular una estrategia de introducción al mercado:

1. A partir de sus conocimientos, asesoría de especialistas e ingenio, haga la planeación del proceso productivo del nuevo producto de manera óptima en todas sus fases. Primero se obtiene el precio al cual se ofrecerá el producto al primer intermediario, se determina el número de intermediarios que intervendrán en la venta del nuevo producto y se calcula el precio al cual se ofrecerá el producto al consumidor final. Se pueden obtener tres resultados: un precio menor, un precio igual o un precio mayor al de la competencia. Si se obtuvo el primer resultado, un precio menor a la competencia, suponiendo desde luego que todavía hay rentabilidad en la inversión,<sup>7</sup> no hay duda de que la estrategia publicitaria estará basada primeramente en este aspecto. Si el resultado de análisis del precio no fue éste, la estrategia de publicidad será basarse en cualquiera de los aspectos mencionados.
2. Buscar el nicho de mercado adecuado. Esta determinación se planea desde la elaboración de encuestas. Desde luego que si se realizan encuestas en el estudio del mercado, lo cual es lo más recomendable, éstas no se harán en un solo sitio o en un área muy limitada. Si a esto se agrega una pregunta crucial que es ¿cuál es el rango de los ingresos mensuales que percibe?, un cuidadoso análisis de los resultados permitirá determinar el estrato social y el nicho de mercado más propicio para introducir el nuevo producto.
3. Para utilizar en la publicidad cualquiera de los aspectos que hacen que un producto se considere nuevo, se tendrá que utilizar todo el ingenio que uno sea capaz de generar. Tome en cuenta que si se va a elaborar un producto similar a la competencia, al mismo precio y que no presente absolutamente ninguna ventaja respecto a los demás, entonces, aunque el producto se ubique en el nicho adecuado, la introducción al mercado será muy difícil. Un simple cambio de color en el envase, con colores llamativos, promociones del nuevo producto ofreciendo algo adicional al consumidor, como cantidad extra del producto, estampas coleccionables, ofrecer degustación al consumidor, etc., pueden ser acciones suficientes para promover con éxito un nuevo producto.

Las ideas para *hacer que un producto sea considerado como nuevo*, pueden surgir de las encuestas, en las cuales se hacen preguntas como:

- ¿Está satisfecho con la marca que actualmente consume?
- Si no está totalmente satisfecho, mencione por qué.
- ¿Qué mejoras le gustaría que tuviera?

También es posible preguntar al o a los intermediarios del producto:

- ¿Está satisfecho con el servicio que actualmente le da su proveedor?
- ¿El crédito que le otorga le parece adecuado?
- Las entregas del producto ¿siempre son en el tiempo y cantidad que solicita?
- ¿Ha tenido alguna queja por parte de los consumidores sobre el producto?

Como se podrá observar, las respuestas a esta serie de preguntas pueden ayudar en gran medida a planear la mejor estrategia de introducción al mercado, enfatizando una vez más, que la cuantificación de una amplia demanda potencial insatisfecha no es garantía de una exitosa introducción al mercado de un nuevo producto.

## Conclusiones del estudio de mercado

Ya que se han desarrollado todas las bases y partes que comprende el estudio de mercado, debe emitirse una conclusión. Ésta debe referirse a los aspectos positivos y negativos encontrados a

<sup>7</sup> En el capítulo cinco, Evaluación económica, se muestra cómo se puede calcular el precio mínimo de venta del producto, para que la inversión siga siendo rentable.

lo largo de la investigación. Riesgos, trabas, condiciones favorables y toda información que se considere importante debe aparecer aquí.

Por último, y en forma numérica, debe decirse cuál es la magnitud del mercado potencial que existe para el producto en unidades/año. La conclusión debe referirse a si se recomienda continuar con el estudio o si lo mejor es detenerse por falta de mercado o por cualquier otra causa. Se aconseja ser breve y conciso en las conclusiones.

## CASO PRÁCTICO

## Presentación

### Introducción

La evaluación de este proyecto analiza la factibilidad para instalar una empresa productora de mermeladas, en cuanto a los aspectos de mercado, técnico y de rentabilidad económica.

La primera parte de este proyecto comprende el estudio de mercado del producto, se analiza desde la definición del producto, el análisis de la demanda y su proyección, análisis de la oferta y su proyección, análisis de precios, hasta finalizar con un estudio de la comercialización del producto. Al terminar esta primera parte, se deberá tener una clara visión de las condiciones actuales del mercado de las mermeladas, que permita decidir si es conveniente la instalación de la planta productora, al menos desde el punto de vista de su demanda potencial.

La segunda parte del proyecto comprende el análisis técnico de la planta, que implica la determinación de la localización óptima, el diseño de las condiciones óptimas de trabajo, lo cual incluye turnos de trabajo laborables, cantidad y tipo de cada una de las máquinas necesarias para el proceso, su capacidad, la distribución física de los equipos dentro de la planta, las áreas necesarias, y aspectos organizativos y legales concernientes a su instalación.

La tercera parte consiste en un análisis económico de todas las condiciones de operación que previamente se determinaron en el estudio técnico. Esto incluye determinar la inversión inicial, los costos totales de operación, el capital de trabajo, plantear diferentes esquemas de financiamiento para aceptar uno de ellos, el cálculo del balance general inicial, del estado de resultados proyectado a cinco años, del punto de equilibrio y de la tasa de ganancia que los inversionistas desearían obtener por arriesgar su dinero instalando esta planta productiva. Esta parte trata, en resumen, de obtener todas las cifras necesarias para llevar a cabo la evaluación económica.

La cuarta parte de este proyecto trata, justamente, sobre la evaluación económica de la inversión. Una vez que se han obtenido una serie de determinaciones sobre el mercado, la tecnología y todos los costos involucrados en la instalación y operación de la planta, viene ahora el punto donde se determina la rentabilidad económica de toda la inversión bajo criterios claramente definidos, tales como *VPN* (valor presente neto) y *TIR* (tasa interna de rendimiento). Esta parte también incluye un análisis de riesgo de la inversión.

Finalmente se declaran las conclusiones generales de todo el proyecto con base en los datos y determinaciones hechas en cada una de sus partes.

### Antecedentes

La nutrición es parte vital del quehacer humano. Cada día el hombre dedica gran parte de su tiempo a consumir alimentos y mientras mejor lo haga, en el sentido de la calidad de lo que come y del tiempo que le tome, su salud mejorará o se verá empobrecida.

Los grandes *chefs* y nutriólogos sostienen que una buena comida siempre debe terminar con un buen postre. El que la mayoría de la población pueda terminar su comida o su cena con un buen postre es muy difícil, dado el costo que esto representaría. Ante esto, gran parte de la población

prefiere consumir una buena mermelada con pan o mezclada con algún otro postre sencillo, no sólo al final de la comida sino al final del desayuno o de la cena. Incluso muchas madres envían a sus hijos a la escuela primaria con un pan con mermelada. Esto se debe a que la mermelada normal es una rica fuente de energía, debido a la cantidad de carbohidratos que contiene.

Para muchas personas, sin embargo, la mermelada es un postre prohibido por varias causas. Una de ellas es la diabetes, es decir, las personas que padecen esta enfermedad no deben comer azúcar; otra causa puede ser que la persona padezca sobrepeso, en cuyo caso también se abstiene de comer alimentos con grandes cantidades de carbohidratos.

El azúcar normal que se agrega a las mermeladas se llama sacarosa o azúcar común, la cual presenta todas las propiedades de un edulcorante, pues tiene dulzura, control de sabor, color, brillo, cohesividad, tensión superficial, presión osmótica y textura. También funciona como un agente hidrofílico, pues tiene una alta afinidad con el agua y proporciona textura y consistencia a los alimentos. Con altas concentraciones de azúcar se obtiene una consistencia muy viscosa y en la elaboración de mermeladas su adición ayuda a la formación del gel, además de darle brillo y textura al producto.

Un consumo elevado de sacarosa podría estar prohibido por el médico, ya que se considera que aporta mucha energía y poco nutriente. Además de esto, un exceso de sacarosa en la dieta puede ser causal de caries dental, diabetes u obesidad, sobre todo si la dieta de las personas es deficiente.

A pesar de lo anterior, la mermelada común se consume en grandes cantidades, aunque muchas veces no en forma directa, sino incluida en panes o cualquier otro tipo de pastelería. Sin embargo, esto no significa que el productor no cuente con posibilidades de incrementar las ventas de su producto si además de la mermelada común produce variedades especiales para diabéticos u obesos. Hay que decir que en todos los países desarrollados estos productos ya tienen varios años en el mercado. Incluso se puede pensar en la elaboración de mermeladas de contenido calórico alto, intermedio y bajo.

De acuerdo con la norma oficial de calidad para la mermelada de frutas, ésta debe ser de consistencia pastosa o gelatinosa, obtenida por la cocción y concentración de fruta adecuadamente preparada, adicionada de edulcorante, con o sin adición de agua; se puede decir que los ingredientes básicos de una mermelada son simplemente la fruta, edulcorante y agua.

Un edulcorante es una sustancia que, al agregarse, endulza a los alimentos; algunos de ellos son azúcar común, azúcar invertida, dextrosa, jarabe de glucosa, que son productos naturales. Existen otros edulcorantes que son artificiales tales como manitol, sacarina de amonio, sacarina de calcio, sacarina de sodio y el llamado aspartame. Todos ellos ya han sido aprobados para uso en alimentos de humanos por la FDA (Food and Drugs Administration) de Estados Unidos.

A una mermelada comercial también se le permite agregar pectina, ácidos orgánicos tales como ácido cítrico, ácido tartárico o ácido málico, para compensar deficiencias de acidez que se llegaran a presentar en la fruta. Además, se pueden agregar conservadores como benzoato de sodio, ácido ascórbico o ácido sórbico. El objeto de los conservadores es ayudar a prolongar la vida en almacén del producto.

### ■■■ Marco de desarrollo y objetivos del estudio

Un país en vías de desarrollo requiere de la creación de todo tipo de negocios, sin importar si son micro o grandes industrias. Para generar una empresa que agregue valor a los productos se requiere tecnología, y ésta implica una serie de conocimientos sobre *cómo hacer* determinado producto.

El estudio de factibilidad que se presenta está inmerso en esta necesidad de creación de empresas, en un país con dificultades económicas permanentes. Nace de la inquietud de un grupo de personas que, conociendo una tecnología productiva, tienen el deseo de formar su propia sociedad.

En el estudio se plantean varias restricciones, básicamente la disponibilidad de capital y las restricciones ecológicas que ahora impone el gobierno, en el sentido de prohibir la instalación de nuevas plantas productivas en zonas altamente pobladas, industrias que además de contaminar, consumirían recursos escasos y valiosos para la población, tales como el agua potable. Un país con crisis económica generalmente presenta elevadas tasas de inflación, en comparación con aquellas que tienen los países avanzados, y el dinero disponible para préstamos es escaso y caro. La inflación, a su vez, le resta poco a poco el poder adquisitivo a los consumidores, quienes tenderán a adquirir menos productos no necesarios.

Es en este contexto de personas con conocimientos e iniciativa para instalar un negocio propio, inmersos en una economía en crisis permanente, que se genera el presente *Proyecto para instalar una empresa elaboradora de mermeladas*, cuyos objetivos principales son:

- Demostrar que existe una demanda potencial insatisfecha para el producto.
- Demostrar que se domina la tecnología de producción.
- Demostrar que es económicamente rentable llevar a cabo su instalación.

## Estudio de mercado

### Contenido

#### **Definición del producto**

#### **Análisis de la demanda**

#### **Análisis de datos de fuentes primarias** (Aplicación de encuestas)

Encuesta aplicada para cuantificar el consumo de mermeladas

Análisis de los resultados de las encuestas

Cálculo del consumo de mermeladas a partir de los resultados de las encuestas

Análisis de la demanda con fuentes secundarias

Proyecciones optimista y pesimista de la demanda

#### **Análisis de la oferta y de las importaciones**

Análisis histórico de la oferta total de mermeladas

Proyección optimista y pesimista de la oferta nacional de mermeladas

Proyección optimista y pesimista de las importaciones de mermeladas

Proyección optimista y pesimista de la oferta total en el mercado

#### **Proyección de la demanda potencial insatisfecha optimista y pesimista**

#### **Análisis de precios**

Proyección de los precios

#### **Estudio de comercialización del producto**

#### **Conclusiones generales del estudio de mercado**

## Definición del producto

El proyecto pretende inicialmente demostrar la viabilidad de fabricar mermeladas, pero existen muchos tipos de éstas, tanto por la variedad de frutas como por su contenido. El estudio de mercado determinará precisamente el tipo de mermelada que es más conveniente elaborar. Por tanto, se define de una forma general al producto.

De acuerdo con las normas oficiales del país respecto a *Alimentos para humanos, frutas y derivados*, se entiende por *mermelada* al producto alimenticio obtenido por la cocción y concentración de jugos y pulpa de una fruta determinada; la fruta deberá estar sana, limpia, de un grado de madurez adecuado, ya sea fresca o en conserva, libre de partículas de la cáscara, adicionada de edulcorantes y aditivos permitidos legalmente, de agua y con la adición opcional de otros ingredientes, envasada en recipientes herméticamente cerrados y procesados térmicamente para asegurar su conservación en buen estado por el tiempo determinado por las autoridades correspondientes.

La mermelada puede ser de tipo 1 si contiene fruta en trozos o de tipo 2 si contiene la fruta desmenuzada. Cualquiera que sea el tipo, la fruta empleada debe ser de color característico, que no esté oscurecida por golpes ni por acción enzimática; el olor y sabor también deben ser característicos de la fruta empleada; su consistencia debe ser semisólida, en función de una buena gelificación.

Desde este punto de vista, la mermelada podrá ser de frutas tan conocidas como fresa, piña, mango, etc., hasta de frutas exóticas como kiwi, chayote o tejocote. Los edulcorantes que se permiten emplear van desde azúcar normal hasta fructosa, sacarina, aspartame, dextrosa, jarabe de glucosa y otros.

Respecto a los aditivos, éstos se pueden clasificar en conservadores y aditivos para mejorar las características o el aspecto del producto. Los conservadores más utilizados en mermeladas son el benzoato de sodio, ácido benzoico o ácido sórbico, en una cantidad que no exceda al 0.1% de la masa total. De los aditivos que mejoran las características de la mermelada se encuentran las pectinas que pueden ser de alto y bajo metoxilo, y cuya función es servir de espesantes, es decir, es el aditivo que le confiere el carácter semisólido a la mermelada y se utiliza en una proporción de hasta 4% sobre la masa total. El ácido cítrico se usa para hacer más patente el sabor ácido de una fruta; ácidos tales como el láctico, tartárico y málico en proporción no mayor a 0.2% tienen la misma función. Entre otros aditivos útiles se cuentan fibras naturales, cuya adición haría que la mermelada fuera rica en fibra para ayudar a la digestión, propiedad muy deseable en los alimentos.

**Tabla 2.6 Composición del producto**

Materia prima	Porcentaje
Fruta sola o con aditivo fibroso	40
Edulcorante	20
Pectina	2.0
Ácido cítrico	0.02
Benzoato de sodio	0.1
Agua o jugo de la fruta	37.88

**Tabla 2.7 Características microbiológicas**

Especificación	Colonias/g Máximo
Mesofílicos aerobios	50
Coliformes	10
Hongos y levaduras	20
<i>Salmonella</i>	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Negativo

La composición porcentual del producto se muestra en la tabla 2.6.

La mermelada también debe cumplir con las siguientes características microbiológicas, tabla 2.7.

Otras características que debe tener la mermelada comercial envasada son:

- pH de 3.0 a 3.3.
- Vacío proporcional al tamaño del envase, mínimo 23 700 kPa.
- Exenta de materias extrañas tales como larvas o huevecillos de insectos, pelos, excretas de cualquier tipo u otros materiales.
- Sin colorantes o saborizantes artificiales.
- Envasado en recipientes de vidrio de distintas capacidades, con tapa metálica y envasado al vacío.

Por tanto, una mermelada comercial tiene una combinación muy amplia de componentes y el mercado determinará el rango y tipo de componentes más probable en el consumo de la población en general.

### ■■■ Análisis de la demanda

Para cuantificar la demanda se utilizaron dos fuentes. Las primarias, que son estadísticas oficiales emitidas por el gobierno o por alguna cámara de comercio; y las secundarias, que indican la tendencia del consumo de mermeladas a través de los años y cuáles son los factores macroeconómicos que influyen su consumo, pero no arrojan datos sobre las preferencias del consumidor en cuanto al tipo de fruta y otras características, por lo que para obtener estos datos se aplicaron encuestas.

### ■■■ Análisis de datos de fuentes primarias (aplicación de encuestas)

Junto con los promotores del proyecto se determinó que el nivel de confianza que se requería era de 95% con un error de 5% en los resultados de las encuestas. Para el cálculo del tamaño de la muestra que proporcione estos parámetros, es necesaria la desviación estándar del consumo. Para obtenerla se aplicó un muestreo piloto de 30 encuestas, preguntando exclusivamente cuál es el consumo de mermelada de cualquier tipo por familia al mes. La encuesta se aplicó a amas de casa cuyas familias sí consumen mermelada. El resultado obtenido fue que la media de este consumo es de 650 gramos con una desviación estándar de 520 gramos. Esto significa que hay familias que consumen hasta 1 kilo 200 gramos de mermelada al mes y hay otras que sólo eventualmente llegan a comer un poco del producto. Con estos datos se calcula el tamaño de muestra para aplicar la encuesta.

<b>Datos</b>	
Nivel de confianza	95%
Error	5%
Desviación estándar	0.520 kg

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2}{E^2} = \frac{1.96^2 \times 0.52^2}{0.05^2} = 416$$

Antes de aplicar la encuesta es necesario estratificar. La encuesta pretende determinar la cantidad de mermelada que se consume, sabores preferidos y si fuera conveniente lanzar una mermelada para diabéticos, es decir, una mermelada que no contenga azúcar sino algún edulcorante artificial. Se sabe que aproximadamente 5% de la población padece de diabetes,<sup>8</sup> por lo que una primera estratificación es que 5% de los encuestados ( $416 \times 0.05 = 21$ ) debe ser diabético para saber si estarían interesados en consumir ese producto. No se realizará la misma pregunta a personas con sobrepeso, ya que la respuesta pareció obvia. Por otro lado, se sabe que no toda la población tiene capacidad económica para comprar mermeladas, ya que las familias de bajos ingresos cambiarán el consumo de mermeladas por el consumo de otros productos más necesarios, por lo que se concluyó que todos los participantes en el estudio deberían pertenecer a familias que al menos tuvieran un ingreso de tres salarios mínimos.

A continuación se expone el cuestionario utilizado y sus resultados:

#### Encuesta aplicada para cuantificar el consumo de mermeladas

##### 1. ¿Consume usted mermelada de cualquier tipo?

Respuestas:

Sí,	370	(88.9%)
No,	46	(11.1%)

##### 2. ¿Es usted diabético(a)?

Respuestas:

Aquí sólo debe tomarse en cuenta la respuesta de 21 personas diabéticas.

##### 3. A usted como diabético, ¿le gustaría consumir una mermelada que no tuviera azúcar, es decir, que no fuera dañina?

<sup>8</sup> X Congreso Médico Nacional, México, 1995.

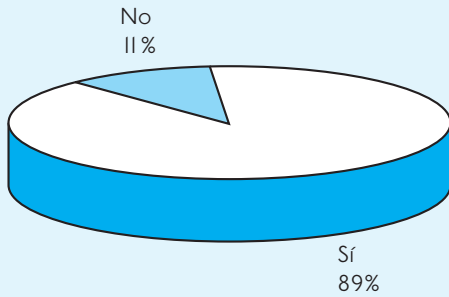


Figura 2.5 Población que consume mermelada.

Respuestas:

Las 21 personas diabéticas contestaron afirmativamente.

4. ¿Qué sabor de mermelada prefiere? Asigne el número 1 al sabor de su preferencia y números mayores a otros sabores que le gustaría consumir.

Respuestas:

Fresa,	357	(85.8%)
Piña,	21	(4.7%)
Durazno,	20	(4.7%)
Zarzamora,	10	(2.3%)
Sabores exóticos,	18	(4.2%)

5. Cuando compra mermelada, ¿cuál es el tamaño y con qué frecuencia la compra?

Respuestas:

De 250 gramos, 183 (44%); 96% contestó que cada 15 días y 4% eventualmente.

De 500 gramos, 198 (47.6%); 91% compra cada mes y 9% cada tres meses.

De 1 000 gramos, 35 (8.4%); 1.7% contestó que compra cada quince días, 15% cada mes, 22% cada tres meses y 61.3% eventualmente.

6. ¿En qué presentación le gustaría comprar la mermelada, en frasco de vidrio o en bolsa de plástico?

Respuestas:

Frasco de vidrio,	383	(92%)
Bolsa de plástico,	33	(8%)

7. ¿Cuál es su ingreso familiar?

Respuestas:

Hasta tres salarios mínimos por mes,	4	(1%)
Entre tres y seis salarios mínimos por mes,	118	(28%)
Más de seis salarios mínimos al mes,	294	(71%)

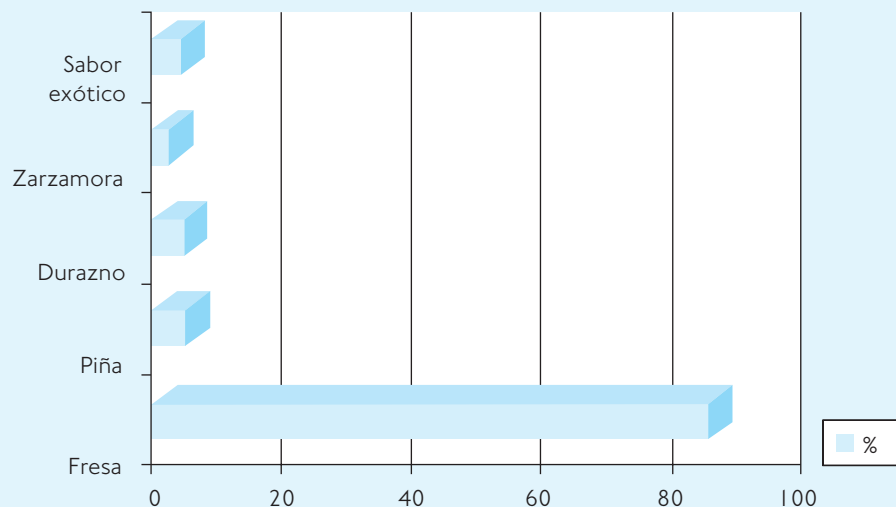


Figura 2.6 Preferencias del sabor de la mermelada.



### Análisis de los resultados de las encuestas

Las preguntas iban encaminadas a cuantificar el consumo familiar de mermeladas. En la pregunta 1 se tiene que 11.1% de las familias nunca consumen ningún tipo de mermeladas. De acuerdo con el último censo de población,<sup>9</sup> el país cuenta con 97 500 000 habitantes en términos generales; el mismo censo indica que el número promedio de miembros de una familia es de 5.8, por lo que existen 16.8 millones de familias. De éstas, 32% no percibe un ingreso mayor a tres salarios mínimos mensuales, es decir, las posibles familias consumidoras, tomando en cuenta que sólo 89.9% consumen mermeladas, son:

$$16.8(1 - 0.32)(1 - 0.111) = 10.27 \text{ millones de familias}$$

Se sabe que existe un 5% de diabéticos en la población total, independientemente de que en una familia haya más de uno o que no haya ninguno. Como todos los diabéticos entrevistados contestaron en la pregunta 3 que sí consumirían mermeladas especiales para ellos, esto lleva a concluir que del total de mermelada que se elabore, 5% deberá ser especial para diabéticos.

De las respuestas a la pregunta 4 se concluye que son éstos los porcentajes de sabores que debe tener la elaboración del producto; es decir, 86% del producto total debe ser de fresa, etc. Lo recomendable es no elaborar mermeladas de sabores exóticos pues casi no tienen mercado.

De las respuestas a las preguntas 5 y 6 se pueden realizar los siguientes cálculos: si se multiplica el número de familias posibles consumidoras de mermeladas (10.27 millones de familias) por el porcentaje de respuesta a cada pregunta, por la frecuencia de consumo (cada quince días, un mes, tres meses o eventualmente la cual se consideró una vez al año), por el porcentaje relativo de consumo de cada respuesta, se obtendrán los millones de kilogramos consumidos por año en cada categoría. Por ejemplo, 44% del total de la muestra contestó que consumía frascos de 250 gramos, pero 96% de ese subtotal (porcentaje relativo de consumo de esa respuesta), contestó que consumía 250 gramos cada quince días, y sólo 4% consume 250 gramos una vez al año (eventualmente). El cálculo sería entonces:

$$10.27 \times 0.44 \times 0.250 \times 0.96 \times 24 = 26.02 \text{ millones de kg}$$

Es posible construir una tabla de consumo de mermeladas como la que aparece en la tabla 2.8.

Millones de familias consumidoras	% de respuesta	Consumo en kg	Porcentaje relativo de respuesta	Frecuencia anual de consumo	Millones de kg consumidos por año
10.27	0.44	0.250	0.96	24	26.02
10.27	0.44	0.250	0.04	1	0.045
10.27	0.476	0.500	0.91	12	26.69
10.27	0.476	0.500	0.09	4	0.88
10.27	0.084	1.000	0.017	24	0.3519
10.27	0.084	1.000	0.183	12	1.894
10.27	0.084	1.000	0.20	4	0.6901
10.27	0.084	1.000	0.61	1	0.5262

<sup>9</sup> Censo de Población y Vivienda, 1995.

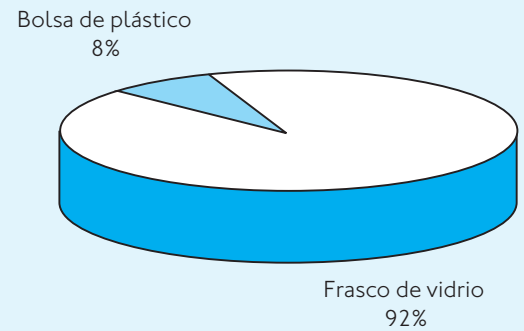


Figura 2.7 Preferencias de la presentación de la mermelada.

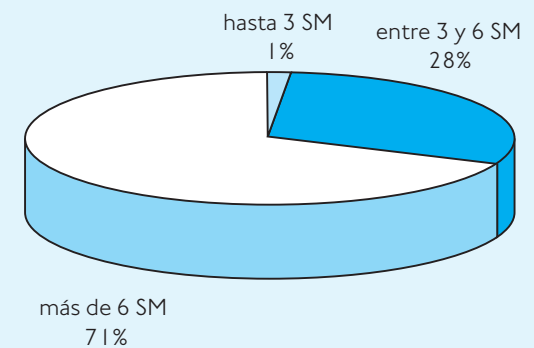


Figura 2.8 Ingresos de la población en salarios mínimos (SM).

### ■■■ Cálculo del consumo de mermeladas a partir de los resultados de las encuestas

Con los datos anteriores se obtiene un total anual de mermelada envasada para consumo directo de 57 097 toneladas anuales, cifra que es muy similar a la estadística oficial del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la cual se puede observar en el análisis de fuentes secundarias de información para el año siete, que es el momento en que se realizaron las encuestas. Hay que tomar en cuenta que la cuantificación por fuentes primarias siempre tiene un nivel de confianza y un grado de error.

Estos datos son de utilidad para localizar geográficamente el mercado de consumo. La inferencia estadística dice que no hay necesidad de encuestar a la población de cada estado de la República para saber cómo se comportará su consumo. Por tanto, para cuantificar el consumo de mermeladas en cada estado, basta consultar las estadísticas del INEGI, determinar el número de familias que tienen un ingreso superior a tres salarios mínimos y realizar el mismo cálculo.

### ■■■ Análisis de la demanda con fuentes secundarias

Se consultaron los registros que tienen el INEGI y la Cámara Nacional de la Industria de las Conservas Alimenticias (CANAINCA). Ambas fuentes de información tuvieron datos casi idénticos sobre la venta de mermeladas tradicionales envasadas, es decir, no se toma en cuenta la mermelada que se vende a granel para repostería y panadería. Las cifras fueron tomadas del sector manufacturero, en la sección uno, productos alimenticios, en la fracción 311.301, otros productos a partir de hortalizas, frutas y legumbres. Se agregan tres columnas de datos de variables macroeconómicas, que probablemente estén relacionadas con el comportamiento de la demanda. Los datos son los que se muestran en la tabla 2.9:

**Tabla 2.9 Comportamiento histórico de la demanda y probables variables macroeconómicas explicativas**

Año	Demanda	Inflación	PIB	Paridad
1	32 350	11.01	2.0	2.3
2	31 305	7.06	4.5	4.8
3	28 083	52.0	-6.2	5.6
4	33 408	27.7	5.2	6.5
5	44 987	15.7	7.0	6.95
6	54 344	18.8	4.1	10.05
7	56 830	17.2	2.9	11.4

Fuente: INEGI: Encuesta industrial mensual.

**Ajuste de los datos a una recta** El siguiente punto en el desarrollo del estudio es obtener una proyección de los datos de demanda. Para realizar la proyección, primero es necesario ajustar estadísticamente esos datos mediante regresión lineal, y encontrar la variable macroeconómica, de las tres mostradas, que mejor explique el comportamiento de la demanda. Para realizar estas regresiones se utilizó el paquete estadístico STATPLAN III y sólo se muestran los resultados obtenidos.

Al correlacionar los años ( $yr$ ), la demanda ( $d$ ) y la inflación ( $f$ ) se obtuvieron los siguientes resultados:

*Ecuación:*

$$d = 26\,289.27 + 4\,928.14\ yr - 272.33\ f$$

donde  $r = 0.9578$ , Durbin-Watson = 2.2196

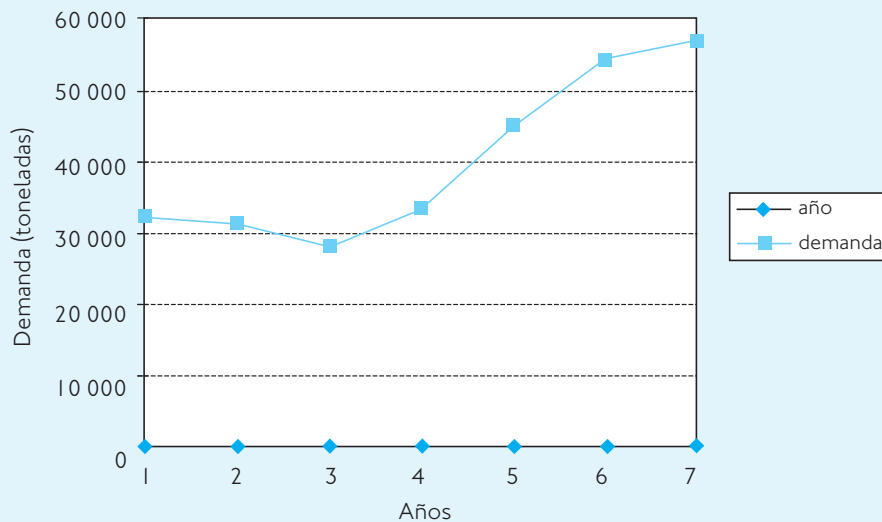


Figura 2.9 Demanda histórica de mermeladas (toneladas).

Al correlacionar los años ( $yr$ ), con la demanda ( $d$ ) y el producto interno bruto (PIB), se obtienen los siguientes resultados:

Ecuación:

$$d = 20\,385.1 + 4\,603.89\,yr + 497.55\,PIB$$

donde  $r = 0.9099$ , Durbin-Watson = 1.0874

Al correlacionar los años ( $yr$ ), la demanda ( $d$ ) y la paridad de las monedas peso-dólar ( $par$ ), se obtuvieron los siguientes resultados:

Ecuación:

$$d = 19\,774.64 + 3\,802.88\,yr + 764.78\,par$$

Como se observa, el mejor ajuste, desde el punto de vista estadístico, se obtiene cuando se correlacionan los años, la demanda y la inflación, ya que se logra un coeficiente de correlación de 0.9578 que es el más alto de los tres, y además no presenta autocorrelación, lo cual se observa en el valor del estadístico Durbin-Watson, que es de 2.2196.

### Proyecciones optimista y pesimista de la demanda

Con la ecuación obtenida se realizan pronósticos, al menos, para los próximos cinco años. Cuando se pronostica con una ecuación de tres variables, como la ecuación obtenida, no sólo se debe determinar el año del pronóstico, sino también la variable explicativa, en este caso la inflación, que habrá en cada uno de los años de pronóstico. Como para fines prácticos es muy arriesgado obtener un diagnóstico puntual, es más conveniente realizar un pronóstico bajo un escenario macroeconómico, un escenario optimista y uno pesimista. Esto significa que en un escenario optimista la inflación pronosticada sería baja (por ejemplo la inflación que pronostican las fuentes oficiales) y en un escenario pesimista la inflación en cada uno de los siguientes cinco años sería mucho mayor que los datos de inflación optimista. Se observará cómo varía la demanda de las mermeladas al variar la inflación. Cuando la inflación es elevada, tenderá a disminuir el consumo del producto, con lo cual se tendría un escenario pesimista, y cuando la inflación es baja, se incrementa el consumo del producto. En la tabla 2.10 se muestran las inflaciones consideradas y los resultados obtenidos.

Tabla 2.10 Demanda proyectada optimista y pesimista

Año	Inflación optimista*	Demanda optimista	Inflación pesimista	Demanda pesimista
8	15.3	61 548	25.0	58 906
9	18.0	65 741	35.0	61 111
10	17.0	70 941	32.0	66 856
11	14.0	76 686	26.0	73 418
12	11.5	82 567	20.5	79 844

Fuente: Estimación del autor.

\*CIEMX-WEFA, reporte trimestral.

Observe cómo decir que la demanda para el año ocho puede estar entre 61 547.67 y 58 906.03 es un resultado más factible que comprometerse al declarar un pronóstico puntual. También observe cómo en la medida en que la inflación se mantiene baja, el consumo de mermelada tiende a aumentar y viceversa; esto se debe a que la mermelada no es un producto necesario y cuando sobra un poco de dinero en la familia se consume más.

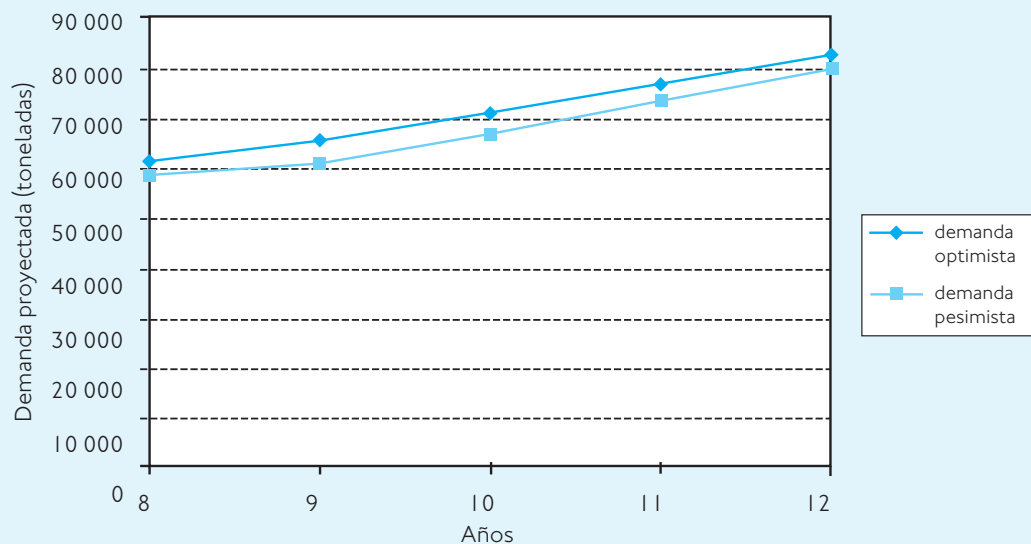


Figura 2.10 Demanda proyectada optimista y pesimista.

### ■■■ Análisis de la oferta y de las importaciones

En México la CANAINCA tiene registradas 14 marcas comerciales de mermeladas de todo tipo de sabores y, además, se importa mermelada en muy pequeñas cantidades. La importación es básicamente de mermeladas especiales para diabéticos. Las marcas comerciales más conocidas en el país son Industrias Elías Pando, Herdez, Grupo Agroindustrial SANHA, Kraft de General Foods y McCormick de México. A continuación se muestran los datos históricos de las ventas e importación de mermeladas. Los datos de importación se obtuvieron del arancel número 20 079 901 referente a la importación de mermeladas, de todo tipo de sabores, destinadas a diabéticos.

### ■■■ Análisis histórico de la oferta total de mermeladas

En la tabla 2.11 se muestran los datos históricos de la venta de mermeladas.

Año	Venta de mermelada (toneladas)	Importación (toneladas)	Oferta total
1	33 235	No disponible	33 235
2	34 937	485	35 422
3	35 846	699	36 545
4	36 241	255	36 496
5	37 555	1 451	39 006
6	46 760	1 394	48 154
7	50 657	1 583	52 240

Para comprender bien estos datos es necesario reconocer que existen muchas pequeñas fábricas de mermeladas que venden su producto directamente a panaderías o a otro tipo de negocios de repostería que las utilizan como materia prima, tal es el caso de algunos helados o paletas.

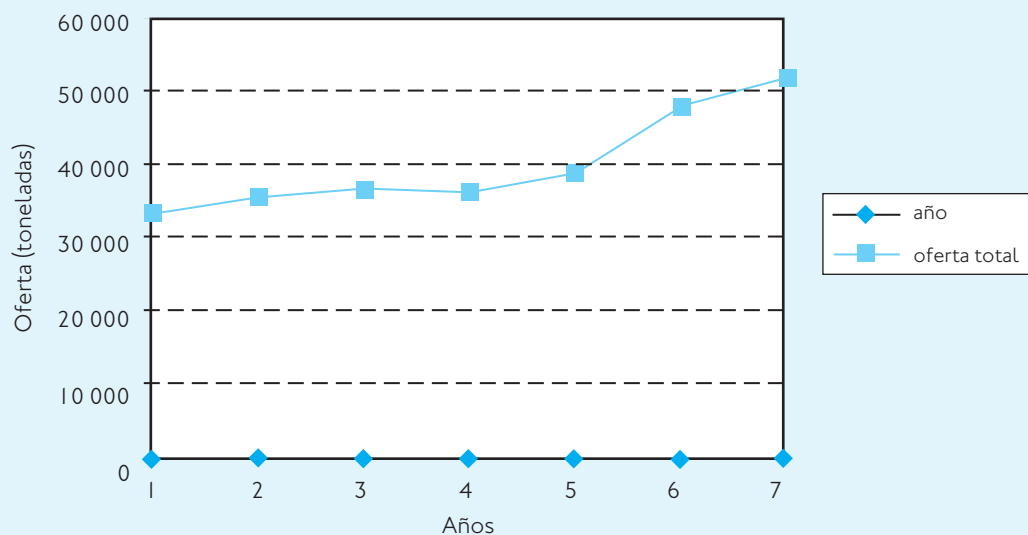


Figura 2.II Oferta histórica de mermeladas.

### Proyección optimista y pesimista de la oferta nacional de mermeladas

De la misma forma en que se hizo primero el ajuste y después la proyección de los datos de la demanda, se realizará el ajuste y proyección de la oferta, incluyendo el hecho de obtener escenarios optimista y pesimista. Se tomarán exactamente los mismos datos macroeconómicos mostrados en el análisis de la demanda. Los resultados son los siguientes.

Al correlacionar la oferta ( $of$ ) con los años ( $yr$ ) y la inflación ( $f$ ) se obtienen los siguientes datos:

Ecuación:

$$of = 29\,335.92 + 2\,783.24 yr - 53.86 f$$

donde  $r = 0.9096$ ; Durbin-Watson = 1.4132

Al correlacionar la oferta (*of*), los años (*yr*) y el producto interno bruto (PIB), se obtienen los siguientes resultados:

Ecuación:

$$of = 28\,336.37 + 2\,863.44\ yr - 169.22\ \text{PIB}$$

donde  $r = 0.9075$ ; Durbin-Watson = 1.1025

De la misma forma se realiza el análisis de las importaciones. Los datos se enuncian a continuación.

Al correlacionar las importaciones (*imp*), con los años (*yr*), con el producto interno bruto (PIB) se obtienen los siguientes resultados:

Ecuación:

$$imp = -206.55 + 261.88\ yr - 2.82\ \text{PIB}$$

donde  $r = 0.8412$ ; Durbin-Watson = 2.8502

Al correlacionar las importaciones con la paridad monetaria peso-dólar (*par*), con los años (*yr*), se obtienen los siguientes resultados:

Ecuación:

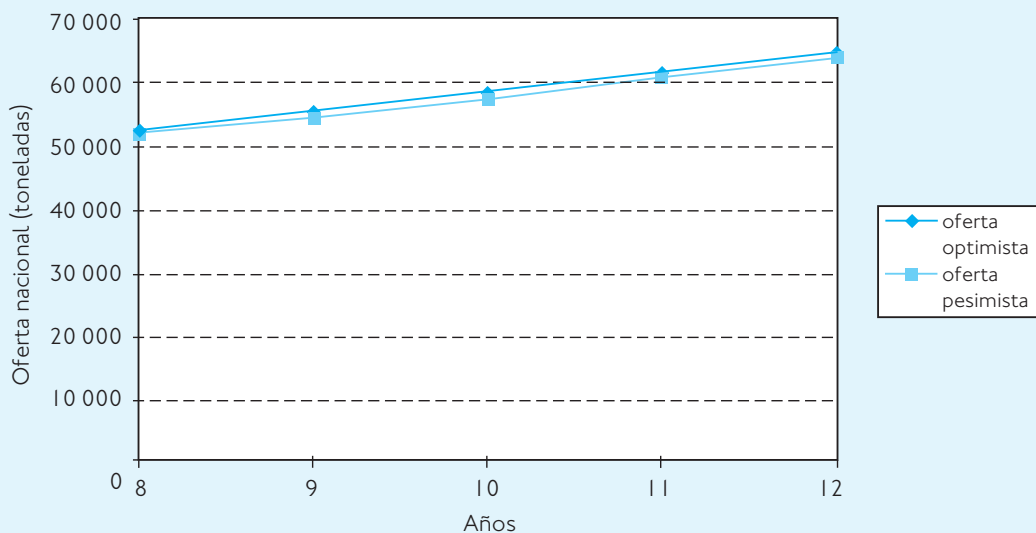
$$imp = -121.75 + 333.21\ yr - 54.83\ par$$

donde  $r = 0.9577$ ; Durbin-Watson = 1.2026.

Para realizar las proyecciones de la oferta nacional se seleccionó el ajuste de la oferta con los años y con la inflación. En este análisis también se crearon escenarios macroeconómicos. Para que las condiciones de los escenarios fueran similares, se consideraron los mismos valores futuros de la inflación optimista y pesimista. Los resultados se muestran en la tabla 2.12 y en la figura 2.12.

**Tabla 2.12** Proyección optimista y pesimista de oferta nacional

Año	Inflación optimista	Oferta optimista	Inflación pesimista	Oferta pesimista
8	15.3	50 778	25.0	50 255
9	18.0	53 416	35.0	52 499
10	17.0	56 253	32.0	55 445
11	14.0	59 197	26.0	58 551
12	11.5	62 115	20.5	61 631



**Figura 2.12** Proyección optimista y pesimista de la oferta nacional.

### Proyección optimista y pesimista de las importaciones de mermeladas

Para realizar las proyecciones de las importaciones se seleccionó el ajuste de éstas con los años y la paridad peso-dólar, por tener el mayor coeficiente de correlación sin presentar autocorrelación. Aquí también se construyó un escenario optimista y uno pesimista, cuyos resultados se muestran en la tabla 2.13.

**Tabla 2.13 Proyección optimista y pesimista de las importaciones de mermeladas**

Año	Paridad optimista*	Importaciones optimistas	Paridad pesimista	Importaciones pesimistas
8	12.0	1 886	13.0	1 831
9	12.8	2 175	14.3	2 093
10	13.4	2 476	15.8	2 344
11	14.0	2 776	17.0	2 611
12	14.5	3 082	18.6	2 857

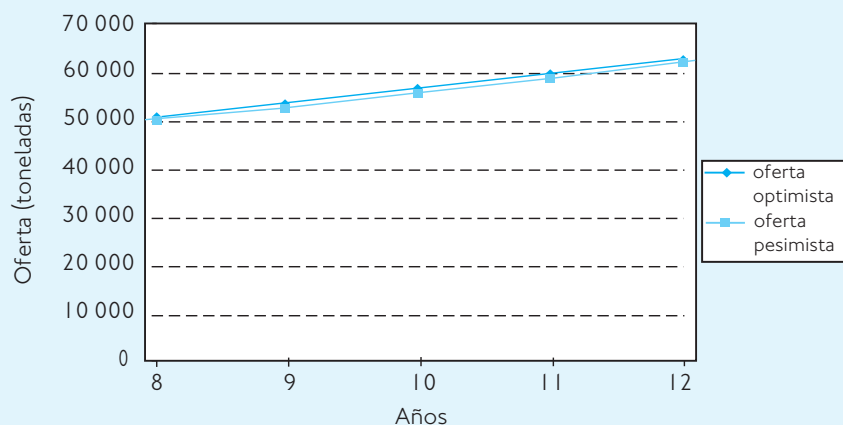
\*CIEMX-WEFA, reporte trimestral.

### Proyección optimista y pesimista de la oferta total en el mercado

La oferta total de mermeladas se obtuvo como la suma de la oferta nacional más las importaciones y los resultados se muestran en la tabla 2.14 y en la figura 2.13.

**Tabla 2.14 Oferta total de mermeladas**

Año	Oferta total optimista	Oferta total pesimista
8	52 664	52 086
9	55 591	54 592
10	58 728	57 789
11	61 973	61 162
12	65 197	64 488



**Figura 2.13** Proyección optimista y pesimista de la oferta total.

### Proyección de la demanda potencial insatisfecha optimista y pesimista

Con una simple resta de datos de la proyección de la demanda optimista menos la proyección de la oferta total optimista, se obtiene la demanda potencial insatisfecha optimista y de

la misma forma se obtendrá la demanda potencial insatisfecha pesimista. Los resultados se muestran en las tablas 2.15 y 2.16.

**Tabla 2.15 Demanda potencial insatisfecha optimista**

Año	Demanda potencial optimista	Oferta potencial optimista	Demanda potencial insatisfecha optimista
8	61 548	52 664	8 884
9	65 741	55 591	10 150
10	70 941	58 728	12 213
11	76 686	61 973	14 713
12	82 567	65 197	20 594

**Tabla 2.16 Demanda potencial insatisfecha pesimista**

Año	Demanda potencial pesimista	Oferta potencial pesimista	Demanda potencial insatisfecha pesimista
8	58 906	52 086	6 820
9	61 111	54 592	6 590
10	68 856	57 789	9 067
11	73 418	61 162	12 256
12	79 844	64 488	15 356

### ■■■ Análisis de precios

La determinación de los precios comerciales del producto es un factor muy importante, pues servirá de base para el cálculo de los ingresos probables del proyecto en el futuro. También servirá como base para la comparación entre el precio comercial y el precio probable al que se pudiera vender en el mercado el producto objeto de este estudio, tomando en cuenta a todos los intermediarios que intervienen en la comercialización del mismo.

Como la nueva empresa piensa elaborar mermeladas tradicionales y mermeladas para diabéticos, se investigó el precio de ambos productos (vea la tabla 2.17), recalcando que en el país todas las mermeladas para diabéticos que se venden son productos importados.

**Tabla 2.17 Análisis de precios de la competencia**

Marca	País de origen	Precio en pesos	Edulcorante	Contenido en gramos
Crabtree & Evelyn	Gran Bretaña	49	Fructosa	200
Extra	España	32	Fructosa	325
Low calories	Estados Unidos	29.50	Sacarina	397
Crabtree	Estados Unidos	49	No informa	397
Estee	Estados Unidos	37.50	Sacarina	397

No fue posible obtener el precio al cual se venden estos productos al primer intermediario, sin embargo, se puede suponer que la ganancia del intermediario es de 25 a 30%. El precio promedio para 500 gramos de producto importado es de \$75.72; quitando, en forma conservadora, 30% de ganancia del intermediario, se tendría un precio de venta al intermediario de \$55.93 por 500 gramos.

Para los productos nacionales se tomaron precios de las seis principales marcas ya mencionadas en el análisis de la oferta, en diferentes puntos de venta. Los precios obtenidos para frascos



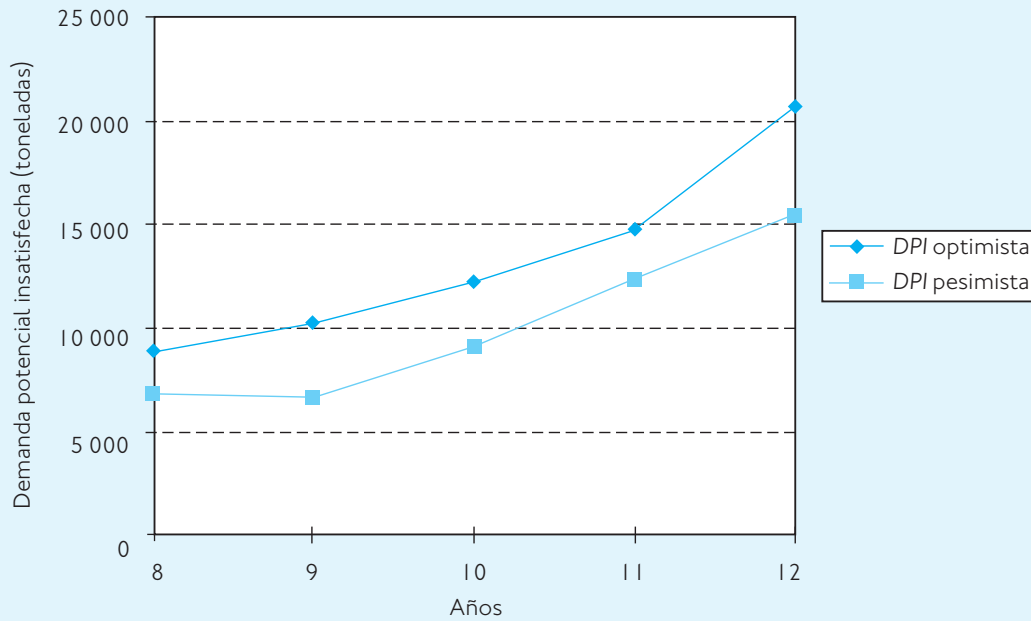


Figura 2.14 Demanda potencial insatisfecha (DPI) optimista y pesimista.

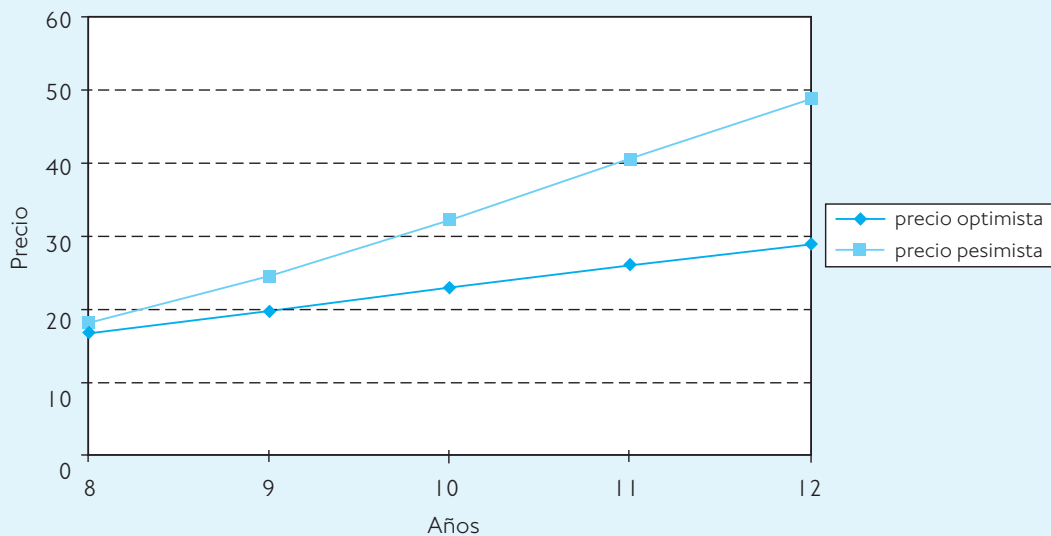


Figura 2.15 Proyección optimista y pesimista del precio.

con un contenido de 500 gramos son los que se ofrecen al distribuidor, éste a su vez agregará desde 25% y hasta 30% más de ganancia al venderlos al menudeo. Deben tomarse en cuenta estos factores para determinar el precio al público. Los resultados se muestran en la tabla 2.18.

Al agregar 30% de ganancia para el intermediario, el precio de venta al público sería de \$19.00. Aunque realmente el promedio del precio del producto importado se eleva por la marca Crabtree, aun así hay una enorme diferencia en el precio de los productos nacionales y extranjeros. La importación de estos productos indica que sí hay un mercado para

Tabla 2.18 Proyección de precios al público en pesos

Marca	Precio en supermercado
1	15.20
2	14.30
3	14.00
4	14.80
5	14.75
6	14.60*

\*Precio promedio: \$14.60 sin considerar intermediarios.

ellos, probablemente más grande de lo que actualmente se importa, pero también es posible que muchos consumidores no compren el producto debido a su alto precio, comparado con el precio de una mermelada nacional, además de la erosión del poder adquisitivo de los consumidores debido a la crisis económica crónica que padece el país.

### Proyección de los precios

Sólo se proyectará el precio del producto nacional, pues no tiene sentido proyectar el precio del producto importado. La proyección del precio se efectúa con base en los pronósticos de inflación en los años futuros y no ajustando los puntos de una serie histórica de datos de precios. Al igual que en el pronóstico de la demanda y oferta, se toma un pronóstico de la inflación optimista y pesimista. Para que los resultados sean congruentes, se deberán tomar los mismos datos de inflación considerados en la oferta y demanda, para los años ocho al doce. Los resultados se muestran en la tabla 2.19.

**Tabla 2.19 Proyección optimista y pesimista de precios al público en pesos**

Año	Inflación optimista*	Precio optimista	Inflación pesimista	Precio pesimista
7	—	14.60	—	14.60
8	15.3	16.83	25.0	18.25
9	18.0	19.86	35.0	24.63
10	17.0	23.24	32.0	32.52
11	14.0	26.49	26.0	40.98
12	11.5	29.54	20.5	49.38

\*CIEMEX-WEFA, reporte trimestral.

Observe que el año en que se está considerando el precio de \$14.60, es el año siete, mismo en que se realizó el estudio de factibilidad. A partir del año ocho todos son pronósticos.

### Estudio de la comercialización del producto

Los aspectos que se analizarán en este apartado son la determinación de los canales más apropiados de distribución, la selección de distribuidores y una propuesta de publicidad.

El primer punto, y de acuerdo con la CANAINCA, indica los porcentajes de los principales canales de distribución. Se observa en la tabla 2.20, que 41.7% de las ventas de la industria de las mermeladas se canalizan a través de un mayorista-distribuidor final, seguido por las tiendas de autoservicio que vendieron 31% de la producción.

Estas cifras demuestran que se debe localizar a los principales distribuidores del producto, pues a través de ellos es donde se vende el mayor porcentaje. Ellos se encargarán de vender el producto a minoristas para que éstos, finalmente, lo hagan llegar al consumidor final. El problema de este canal es que se generan dos intermediarios, cada uno con determinado porcentaje de ganancia, por lo que el precio final de venta será más alto. El segundo canal, tiendas de autoservicio, es el que presenta mejores perspectivas de venta, ya que hay un solo intermediario; el único problema es que el producto no llegaría a toda la población, porque definitivamente no todas las amas de casa compran los alimentos en tiendas de autoservicio

**Tabla 2.20 Distribución de ventas según la CANAINCA**

Canal de distribución	Porcentaje
Mayorista distribuidor	41.7
Autoservicio	31.4
Tiendas de gobierno	22.2
Otros canales	4.7

y además el crédito que estas últimas solicitan es grande. Finalmente, distribuir el producto a tiendas de gobierno presenta la gran desventaja de que los pagos son muy irregulares, a pesar de que el producto llegara a tener una venta aceptable.

De los resultados de la encuesta se obtiene que los mejores consumidores son aquellas familias que perciben un ingreso mayor a seis salarios mínimos y, sobre todo, si se encuentran diabéticos o personas con exceso de peso serán consumidores ideales debido a que tienen suficiente poder económico para adquirir el producto. Esto lleva a seleccionar proveedores tales que su área de influencia se ubique en zonas económicas de clase media y alta. Respecto a la conservación y manejo por parte del distribuidor, la mermelada no requiere de condiciones especiales en cuanto a refrigeración u otro tipo de cuidados, de forma que, desde este punto de vista, no es necesario exigir demasiado al distribuidor.

Por otro lado, está la estrategia de introducción al mercado. El producto presenta la característica de que, al contener un edulcorante artificial, puede ser consumido por diabéticos y por personas excedidas de peso, lo cual lo convierte en un alimento especial que sustituirá algunas importaciones, a pesar de que sólo una pequeña parte de la producción tendrá estas características. Ésta es una buena base para la publicidad introductoria, es decir, no promoverlo como una mermelada más en el mercado, sino como *la única mermelada nacional que no afecta el peso del consumidor ni pone en riesgo la salud de personas diabéticas*.

La promoción se realizará en los puntos de venta tales como supermercados ubicados en zonas de clase media y alta con degustación por parte del consumidor durante, al menos, cuatro fines de semana.

Las tareas cotidianas del departamento de comercialización o de ventas dentro de la empresa serán elaborar la factura correspondiente para que el producto sea liberado del almacén, cargar el vehículo correspondiente que lo entregará, llevarlo al distribuidor correspondiente y regresar a la planta para realizar otra entrega bajo el mismo procedimiento. Se espera que únicamente en los primeros meses de funcionamiento de la planta sea necesario contratar vendedores y una vez acreditada la marca en el mercado, la plantilla se pudiera reducir sustancialmente.

### ■■■ Conclusiones generales del estudio de mercado

El producto que se pretende elaborar es de los llamados *nobles*, es decir, son del tipo de aquellos que no requieren de cuidados especiales para su conservación ni presentan fuertes variaciones estacionales o se ven afectados en el nivel de ventas por las condiciones económicas del país. Se habrá observado en el análisis de la demanda cómo en la crisis económica presentada en el año tres, donde la inflación llegó a 52%, la demanda del producto disminuyó de 31 305 en el año previo a 28 083 toneladas en el año de la crisis, para recuperarse a su nivel de crecimiento normal para el siguiente año; lo anterior habla por sí mismo de las bondades del producto. También se espera que la novedad de presentar en el mercado una mermelada adecuada para personas excedidas de peso o diabéticas, sea un atractivo extra en el mercado, a pesar de que no más de 10% de la producción tendrá esta característica.

La demanda potencial insatisfecha se estimó, en el escenario optimista, en 8 884 toneladas para el primer año y de 20 594 toneladas para el quinto año de operación. En el escenario pesimista esta demanda potencial se estimó en 6 820 para el primer año y de 15 356 toneladas para el quinto año de operación, siempre que los pronósticos macroeconómicos se mantengan dentro de los límites señalados.

Sobre el precio del producto y su comercialización, no se detectan probables problemas, por lo que, desde el punto de vista del mercado, el proyecto se presenta atractivo.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> El contenido del ejemplo que aparece en esta parte es producto del proyecto de investigación depi970185.

## Preguntas y problemas

1. ¿Qué variables intervienen en la determinación de la demanda de un bien?
2. El alza general de los ingresos de los habitantes de un país implica necesariamente que aumente la demanda de todos y cada uno de los bienes. Comente la respuesta.
3. Explique los factores que determinan cambios en la oferta.
4. Si se hiciera un estudio acerca de la demanda en el manejo de información dentro de una empresa, ¿en qué términos se expresaría esa demanda?
5. Analice las variables que sean más determinantes para seleccionar una técnica de proyección.
6. Explique de qué depende el grado de validez del resultado de una proyección.
7. Explique el significado práctico de un resultado de 0.75 en el coeficiente de correlación.
8. Mencione y explique las principales características y diferencias de los métodos casuales y de series de tiempo.
9. Calcule con el método de las medias móviles la demanda esperada para el primer trimestre de 2009, si la demanda trimestral de 2008 fue la siguiente:

Primer trimestre	340
Segundo trimestre	290
Tercer trimestre	175
Cuarto trimestre	245

10. ¿Qué canal de comercialización se sugeriría para la venta de los siguientes productos?
  - a) Vinos de mesa.
  - b) Microscopios.
  - c) Abrasivos industriales.
11. ¿De qué valor aproximado se esperaría que fuera el coeficiente de correlación si se hiciera un ajuste con el método de mínimos cuadrados y las variables fueran tiempo-demanda-PIB, en los siguientes productos?
  - a) Perfumes y lociones.
  - b) Tornos industriales.
  - c) Frijol.
12. Si el resultado de un estudio es que las curvas de oferta y demanda son iguales, ¿qué podría decirse acerca de la demanda potencial insatisfecha?
13. Se sugiere que el profesor seleccione unos 10 productos de consumo popular en su localidad o país, forme grupos de alumnos, quienes deberán buscar en Internet o en cualquier otra fuente secundaria de datos, si existen datos estadísticos de tales productos.
  - a) Para aquellos productos que sí existan datos encontrar al menos una variable explicativa del comportamiento histórico de la demanda de tales productos. Las variables macroeconómicas explicativas también deberán estar disponibles en Internet en los bancos de datos oficiales del gobierno.
  - b) Obtener la regresión de los datos con las variables demanda, tiempo y variable explicativa. La demanda siempre será la variable dependiente y el tiempo y la demanda serán siempre las variables independientes.

- c) Una vez obtenida la ecuación de regresión, construir escenarios, optimistas y pesimistas, del comportamiento futuro de la demanda de cada producto seleccionado.
14. Independientemente de que se hayan encontrado datos históricos del comportamiento de la demanda de los 10 productos seleccionados, para cada producto cuantificar la demanda por medio de fuentes primarias, es decir, por medio de encuestas.
- a) De los datos disponibles en Internet de las fuentes de datos oficiales sobre características de la población, seleccione aquella variable que los alumnos supongan que podría explicar mejor la demanda del producto. Los datos poblacionales del gobierno generalmente aparecen estratificados por:
- a1. Grado de estudios
  - a2. Ingreso, generalmente expresado en salarios mínimos mensuales o anuales.
  - a3. Edad, en estratos de 5 años o menos
  - a4. Género
- b) Una vez seleccionada la variable explicativa de la demanda, determine el número de encuestas que se aplicarán. Seguramente cada producto tendrá una variable explicativa distinta.
- c) Del número de encuestas determinado, estratificar a cuántos hombres y a cuántas mujeres se van a entrevistar; si, por ejemplo, se seleccionó a la edad como variable explicativa, determine los rangos de edad de los entrevistados, por ejemplo, entre 40 y 60 años en rangos de 5 años.
- d) Finalmente determine a cuántos hombres se van a entrevistar en cada uno de los rangos de edad seleccionados. A cuántas mujeres se van a entrevistar en cada uno de los rangos de edad seleccionados.

Recuerde que las proporciones de entrevistados tanto de género como de edades deben guardar la misma proporción que tienen las cifras oficiales del gobierno, la muestra seleccionada para las entrevistas debe tener las mismas características de la población total pues sólo así se garantiza que los resultados no estarán sesgados. Suponga que las estadísticas oficiales de un país declaran que existen, en general, 55% de mujeres y 45% de hombres. Si se decide realizar 1 000 encuestas, se deberá entrevistar a 550 mujeres y a 450 hombres. Luego, si las estadísticas del gobierno declaran que en la localidad donde se aplicarán las encuestas existe una población de 650 000 habitantes, entonces habrá 357 500 mujeres y 292 500 hombres. Hacer exactamente el mismo tipo de estratificación con cada rango de edad para cada género, esto es, de las 550 mujeres que se van a encuestar, cuántas estarán en el rango de 40 a 45 años, cuántas entre 45 a 50 años, etc. A esto se refiere el inciso d).

## Bibliografía

- Byrce, Murray D., *Normas y métodos para el desarrollo industrial*, Reverté Mexicana, 1968.
- Chambers, J., Mullick, S. y Smith, D., *Cómo elegir la técnica de pronóstico correcta*, Biblioteca Harvard.
- Chisnal, Pete M., *Investigación de mercados*, McGraw-Hill, México, 1976.
- Dervitsiotis, Kostas N., *Operations Management*, McGraw-Hill, Nueva York, 1981.
- Hoel, Paul G., *Estadística elemental*, Editora Continental, México, 1960.
- Green, Paul E. y Donald Tull S., *Investigaciones de mercadeo*, Prentice, mayo, 1978.
- Instituto Latinoamericano para Estudios Sectoriales, *Guía para la presentación de proyectos*, Siglo XXI Editores, México, 1983.
- Kotler, Philip, *Dirección de mercadotecnia*, Diana, México, 1978.
- Levitt, Theodore, *Innovaciones en marketing*, McGraw-Hill, México, 1977.

- Organización de las Naciones Unidas, *Manual de proyectos de desarrollo económico*, México, 1958.
- Samuelson, Paul, *Curso de economía moderna*, Aguilar, 1964.
- Sapag, Nassir y Sapag, Reinaldo, *Fundamentos de preparación y evaluación de proyectos*, McGraw-Hill, 1985.
- Schewe, D. Charles y M. Reuben Smith, *Mercadotecnia, conceptos y aplicaciones*, McGraw-Hill, 1982.
- Secretaría de la Presidencia, *Cursos de evaluación de proyectos*, Ed. SPP, México, 1979.
- Secretaría de Programación y Presupuesto, *Curso de evaluación de proyectos*, Ed. SPP, México, 1980.
- Wonnocott, Paul, *Econometría*, McGraw-Hill, 1975.

# Estudio técnico

### OBJETIVO GENERAL

Al concluir el estudio de este capítulo el alumno aplicará las partes y técnicas que se emplean al realizar un estudio técnico dentro de la evaluación de un proyecto.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar** las partes que conforman un estudio técnico.
- Describir** tres métodos para representar un proceso.
- Explicar** cuáles son los factores relevantes para la adquisición de equipo y maquinaria.
- Explicar** las principales características de los métodos cualitativos y cuantitativos que se emplean en la localización de una planta.
- Mencionar** cuáles son los factores determinantes del tamaño de una planta.
- Señalar** en qué consiste el método SLP para la distribución de una planta.
- Explicar** la importancia que tienen los aspectos jurídico y de organización en la evaluación de un proyecto.

## Objetivos y generalidades del estudio técnico. Partes que lo conforman

Los objetivos del análisis técnico-operativo de un proyecto son los siguientes:

- Verificar la posibilidad técnica de la fabricación del producto que se pretende.
- Analizar y determinar el tamaño, la localización, los equipos, las instalaciones y la organización óptimos requeridos para realizar la producción.

En resumen, se pretende resolver las preguntas referentes a dónde, cuánto, cuándo, cómo y con qué producir lo que se desea, por lo que el aspecto técnico-operativo de un proyecto comprende todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y la operatividad del propio proyecto.

Las partes que conforman el estudio técnico se muestran en la figura 3.1.

### ENFOQUE EN COMPETENCIAS

#### Creatividad e innovación

El diseño de una planta de manufactura y la optimización de todas sus áreas, incluso las actividades que se realizan en cada una de ellas, es una de las partes de la metodología de la evaluación de proyectos más desafiantes, a la vez que es la más apropiada para verdaderos ingenieros.

Aquí debe entenderse a la palabra *ingeniero* en su acepción original, esto es, un verdadero ingeniero no es aquella persona que ha estudiado o estudia una licenciatura en ingeniería, sino aquella que realmente es ingeniosa para resolver problemas, por lo que un verdadero ingeniero(a) puede ser un estudiante o egresado de cualquier licenciatura, siempre que sea ingenioso en la solución de cualquier problema. Las capacidades que se requieren para resolver adecuadamente esta parte de la metodología son esencialmente distintas de aquellas mencionadas para el estudio de mercado.

Ahora es necesario desarrollar competencias de **creatividad e innovación**. Tal vez la mayoría de los productos de consumo masivo, que no demandan una tecnología sofisticada, pueden ser producidos casi por cualquier persona que se proponga elaborarlos. Productos tales como dulces, chocolates, galletas, pan, ropa, entre otros, se pueden producir en forma casera. Pero una cosa es elaborar ciertos productos *como cada persona entienda el proceso* y otra muy distinta es elaborarlos con una calidad estable y a un precio competitivo.

Es seguro que esta falta de capacidad es la causa de que muchas micro y pequeñas empresas fracasen en el primer año de vida. Es cierto que muchas personas logran instalar una planta de manufactura con muchos trabajos y consiguen elaborar el producto que se han propuesto, pero fracasan porque no son competitivos en el mercado.

Para ser competitivos se debe trabajar de manera óptima en todas las actividades que desarrolla la empresa, lo cual al final conduce a elaborar un producto a un costo bajo; la optimización de las actividades conduce a elaborar un producto de calidad a un precio competitivo.

La elaboración de un estudio técnico dentro de la metodología de evaluación de proyectos es un proceso iterativo. En el texto hay un orden de presentación de los métodos de optimización que se utilizan, pero esto no significa que, al seguir y aplicar los métodos en el orden referido, al primer intento se llegue a la optimización de la planta. Al avanzar en la optimización de las diferentes áreas y actividades de la empresa se hará evidente que es mejor hacer ciertas modificaciones a determinaciones que ya se habían hecho, y por eso el estudio técnico es un proceso iterativo.

La creatividad que es necesaria en esta parte del estudio debe ser patente cuando hay que determinar y optimizar: la capacidad de producción que tendrá la planta, el número de turnos a trabajar, el grado de automatización de la tecnología, el número de obreros, la capacidad de los equipos, la distribución de las áreas de la planta, etc., todo esto sujeto a un presupuesto limitado.

Si el estudiante analiza con detenimiento todos los métodos de análisis y optimización que se presentan en el estudio técnico, encontrará que son técnicas intuitivas, las cuales aunque han sido revestidas de un carácter cuantitativo, no dejan de mostrar la creatividad que fue necesaria en su desarrollo. Más aún, la aplicación de esas técnicas también requiere de mucha creatividad, no son técnicas rígidas que se apliquen con rigurosidad, debido a lo diverso de los procesos productivos que existen en el



mercado. En esencia es distinto elaborar vidrio, pasteurizar y envasar leche o jugos de frutas, producir pan, elaborar una prenda de vestir o producir computadoras personales.

Las técnicas de optimización se rigen por principios, los cuales, a su vez, dependen del buen juicio, la creatividad y la innovación del ingeniero (en el sentido antes mencionado). El buen juicio y las capacidades de creatividad e innovación, por desgracia no se aprenden en las universidades. Es una competencia superior que

sólo algunas personas llegan a adquirir con la práctica y la experiencia.

Cuando a algún ingeniero que esté diseñando una nueva planta de manufactura se le ocurra una nueva idea de trabajo en cualquier parte o actividad del proceso, lo que siempre se debe preguntar es “¿Por qué no?” y luego atreverse a ponerlo en práctica. Así ha surgido toda la ingeniería.

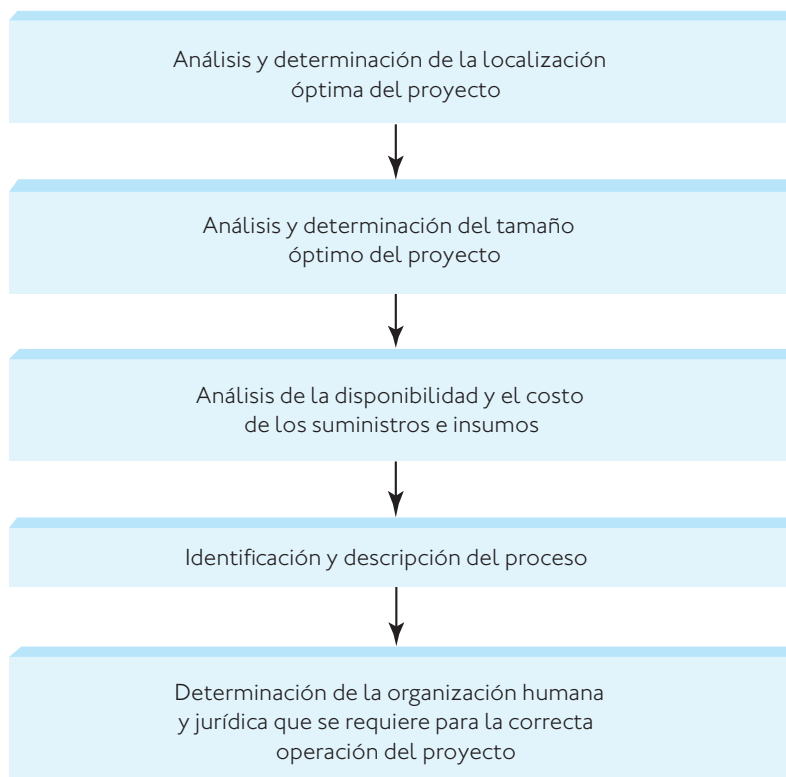


Figura 3.1 Partes que conforman un estudio técnico.

## Determinación del tamaño óptimo de la planta

Además de definir el tamaño de un proyecto de la manera descrita, en otro tipo de aplicaciones existen diferentes indicadores indirectos, como el monto de la inversión, el monto de ocupación efectiva de mano de obra, o algún otro de sus efectos sobre la economía.

En esta parte de la metodología de evaluación de proyectos es donde más se requiere de **ingenieros**, en el sentido de las personas que utilizan su ingenio para resolver los problemas. Para determinar el tamaño óptimo de la planta es necesario conocer con mayor precisión tiempos predeterminados o tiempos y movimientos del proceso, o en su defecto diseñar y calcular esos datos con una buena dosis de

### tamaño óptimo de un proyecto

es su capacidad instalada, y se expresa en unidades de producción por año. Se considera óptimo cuando opera con los menores costos totales o la máxima rentabilidad económica

### ingenieros

personas que utilizan su ingenio para resolver los problemas

ingenio y de ciertas técnicas. Si no se conocen estos elementos, el diseño de la planta viene a ser un arte más que un acto de ingeniería. Por ejemplo, cuando una cocinera elabora el platillo de su especialidad, nunca reflexiona en la optimización de los tiempos y de los ingredientes, lo que le importa es el resultado final: un sabor exquisito en su comida, y es un arte porque no cualquiera lo hace. La optimización del tamaño de la planta y de las condiciones de trabajo es similar a obtener un platillo de sabor igual al de la mejor cocinera, pero se deben optimizar todas las operaciones, de manera que dichas operaciones, o sea el sabor en su comida, puedan repetirse, cuantas veces se quiera, al menor costo, en el menor tiempo posible, y esto sí es un verdadero acto de ingeniería.

Es imposible desarrollar un método estandarizado para determinar de manera óptima la capacidad de una planta productiva, dada la complejidad del proceso y la enorme variedad de procesos productivos. Sin embargo, se intentará proporcionar una guía para realizar tal determinación; recuerde que es un acto de ingeniería, es decir, el uso del ingenio personal es fundamental para lograr la optimización. Un aspecto es la guía o reglas para optimizar y otro es el buen juicio para hacerlo correctamente. Se mostrará la guía; el buen juicio sólo se adquiere con la experiencia y el ingenio.

La manufactura no es una función de la ingeniería sino más bien una función de negocios. Cuando se invierte en una nueva unidad productiva, debe observarse no sólo el aspecto técnico, sino también el aspecto de los negocios. El primer aspecto corresponde a la ingeniería, pero el segundo concierne a la manufactura, ya que en la empresa privada siempre se invierte para obtener una ganancia, por tanto, el primer punto importante a analizar es el tipo de manufactura que deberá emplearse para elaborar el producto bajo estudio.

#### manufactura

actividad que toma insumos, como las materias primas, mano de obra, energía, etc., y los convierte en productos

Debe entenderse por **manufactura** la actividad de tomar insumos, como las materias primas, mano de obra, energía, etc., y convertirlos en productos. Se han clasificado cinco tipos genéricos de procesos de manufactura:<sup>1</sup> por proyecto, por órdenes de producción, por lotes, en línea y continuos. Un proceso de manufactura *por proyecto* se refiere al hecho de construir algún producto por única ocasión, o en dos o tres ocasiones; por ejemplo, la construcción (o manufactura) de las naves

espaciales que han visitado la Luna.

La manufactura *por órdenes de producción* implica elaborar determinada cantidad de producto con ciertas características, para lo cual se requiere de personal con habilidades especiales, con experiencia, que utilizan equipo productivo especializado y para elaborar la producción se fija un tiempo límite. La demanda de tales productos es irregular y la organización del productor debe ser muy elevada para cumplir con dicho compromiso; por ejemplo, se ordena fabricar 20 automóviles de lujo de producción limitada.

Un proceso de manufactura *por lotes* se presenta cuando se fabrica un producto similar en grandes cantidades sobre la base de operaciones repetitivas. En realidad, este tipo de manufactura es similar al de órdenes de trabajo, con la diferencia de que en los lotes el producto se elabora en grandes volúmenes y en las órdenes de trabajo rara vez se ejecutan. En la manufactura por lotes es tan alto el volumen de producción que el proceso permanece vigente por años, por lo cual es posible dividir el proceso en operaciones sencillas y de esta forma pueden ser muy bien estudiadas y optimizadas. Es el tipo de manufactura que más se utiliza en los productos de consumo popular. Un mismo equipo puede utilizarse para fabricar varios artículos distintos y es aquí donde más se aplica la programación de la producción por lotes.

La manufactura *por línea* se utiliza cuando una empresa que elabora una gama de productos fabrica uno con mayor demanda que los demás; entonces se considera que vale la pena hacer una línea de producción exclusiva para ese artículo. Es el mismo caso de una empresa

<sup>1</sup> Hill, Terry, *Manufacturing Strategy*, 2a. ed., Open University Set Book, Londres, 1994.

que sólo elabore un producto (lo cual es raro hoy en día), en cuya situación la empresa montará *líneas de manufactura para ese producto exclusivamente*.

En la manufactura *de procesamiento continuo* una materia prima pasa a través de varios procesos y con ella se elaboran diversos productos sin interrupción; este procedimiento puede durar meses o años. El ejemplo más sencillo son las refinerías de petróleo, que trabajan noche y día, y continuarán así hasta que el pozo se agote o sufra alguna avería. Los procesos se diseñan para trabajar continuamente debido a que una interrupción en la producción, y reiniciarla, tiene un costo muy elevado. Otra característica de este tipo de procesamiento es la alta demanda de los productos que se fabrican.

Todo *proceso productivo* conlleva una tecnología que viene a ser la descripción detallada, paso a paso, de operaciones individuales, que, de llevarse a cabo, permiten la elaboración de un artículo con especificaciones precisas.

De lo anterior se puede deducir que la siguiente etapa, indispensable para determinar y optimizar la capacidad de una planta, es conocer al detalle la tecnología que se empleará. Después de esto se entra a un proceso iterativo donde intervienen, al menos, los siguientes factores:

1. La cantidad que se desea producir, la cual, a su vez, depende de la demanda potencial que se calculó en el estudio de mercado y de la disponibilidad de dinero. Además, determina en gran medida el proceso de manufactura a seleccionar.
2. La intensidad en el uso de la mano de obra que se quiera adoptar: procesos automatizados, semiautomatizados o con abundante mano de obra en las operaciones. Esta decisión también depende, en buena medida, del dinero disponible, ya que un proceso totalmente automatizado requiere una mayor inversión.
3. La cantidad de turnos de trabajo. Puede ser un solo turno de trabajo con una duración de diez horas, dos turnos con una duración de nueve horas, tres turnos diarios de ocho horas, o cualquier otra variante. No es lo mismo producir diez toneladas trabajando uno, dos o tres turnos diarios; la decisión afectará directamente la capacidad de la maquinaria que se adquiera. Desde luego, esta consideración se evita en procesos continuos de manufactura.
4. La optimización física de la distribución del equipo de producción dentro de la planta. Mientras más distancia recorra el material, ya sea como materia prima, producto en proceso o producto terminado, la productividad disminuirá. Para lograrlo, es muy importante considerar las técnicas de manejo de materiales.
5. La capacidad individual de cada máquina que interviene en el proceso productivo y del llamado **equipo clave**, es decir, aquel que requiere de la mayor inversión y que, por tanto, se debe aprovechar al 100% de su capacidad. Si no se hace así, disminuirá la optimización del proceso, lo cual se reflejará en una menor rentabilidad económica de la inversión al tener instrumentos muy costosos y ociosos.
6. La optimización de la mano de obra. Si se calcula mal la mano de obra requerida habrá problemas. Con una estimación mayor habrá mucha gente ociosa y se pagarán salarios de más; si sucede lo contrario, los trabajadores no alcanzarán a cubrir todas las tareas que es necesario realizar, lo que retrasará el programa de producción.

#### equipo clave

es aquel que requiere de la mayor inversión y que, por tanto, se debe aprovechar al 100% de su capacidad

## Optimización de un proceso productivo: mermelada de fresa

Para ilustrar la forma dinámica e iterativa de los pasos necesarios para optimizar el diseño de un proceso productivo, se toma un ejemplo de un proceso de manufactura (producción) muy sencillo; se espera que no sea muy difícil para el estudiante imaginarlo en la realidad. El proceso seleccionado es la elaboración de mermelada de fresa, envasada en recipientes de vidrio de 250 gramos de capacidad, esterilizada y etiquetada. La manufactura se efectúa por lotes.

Para iniciar el análisis se hace una serie de preguntas.

1. ¿Se conoce el proceso productivo?

Se sabe que todo proceso productivo está compuesto por una serie de operaciones individuales, mismas que se mencionan a continuación. El detalle con que se conoce el proceso es muy general; faltan los tiempos de cada operación; sin embargo, éstos dependerán del tipo de tecnología que se utilice en cada operación, la cual puede ser muy automatizada o poco automatizada. Además, otros tiempos dependerán de la distribución física de la maquinaria dentro de la planta. Las operaciones generales son las siguientes:

- a) Recepción y almacenamiento de fruta, azúcar y materias primas en general.
- b) Selección de la fruta en una banda, misma en la que se realiza un lavado con agua por aspersión.
- c) La fruta pasa directamente a una marmita (tanque de acero inoxidable enchaquetado) para escalde a 60°C durante cinco minutos. El escalde consiste en un bañado de la fruta en agua muy caliente para quitar impurezas y suciedad de la superficie.
- d) Posteriormente la fruta pasa por una banda a una mesa para el troceo (cortar la fresa en trozos pequeños).
- e) De aquí pasa, por fuerza de gravedad, a un tanque para mezclar la fruta, el azúcar, el agua y los demás ingredientes durante cinco minutos hasta su perfecta homogeneización.
- f) Del tanque pasa a la envasadora, donde la mezcla se envasa en frascos de 250 gramos y se tapa herméticamente.
- g) A continuación se junta un lote de frascos, cuyo número es variable, y se mete a una esterilizadora a 120°C durante una hora.
- h) Al salir de la esterilizadora, se enfría con un ventilador hasta unos 35-40°C.
- i) De aquí se pasan a una etiquetadora.
- j) Posteriormente los frascos se colocan en cajas de cartón con capacidad de 20 frascos cada caja.
- k) Por último, las cajas con frascos se acomodan en el almacén de producto terminado.

2. ¿Cuánto se desea producir?

Tres toneladas diarias de mermelada, envasada en frascos de 250 gramos, es decir, 12 000 frascos por día.

3. ¿Hay restricciones de dinero para comprar el equipo?

Para efectos del ejemplo no hay restricciones de este tipo.

4. ¿Cuántos días a la semana y cuántos turnos de trabajo por día se pretenden trabajar?

Se desea trabajar seis días a la semana con un turno de diez horas y una hora para comer. Además se considera que se dedicará una hora al día en arrancar el proceso y lavar el equipo al final del día. Esto lleva a que se deben producir los 12 000 frascos en ocho horas efectivas de trabajo por día.

5. ¿Cuántas operaciones se quieren y se pueden automatizar?

**Automatizar** significa que la operación se efectúe con una máquina y no por medios manuales. En este caso se desea automatizar todos los procesos que sea posible, incluyendo la mayoría de las operaciones de transporte, que se realizarán por bandas. El parámetro de referencia para decidir automatizar una maniobra es que el equipo requerido trabaje al menos 70% del tiempo disponible por turno. La razón de esto es que tal maquinaria es cara y sería una inversión improductiva gastar en ellos para que trabajen poco tiempo.

Las operaciones que se deciden automatizar son: mezcla en tanque, mediante un agitador mecánico; envasado y tapado; esterilizado y etiquetado. El troceo es una operación semiautomática, pues consiste en bajar una serie de cuchillas sobre la fruta para dividirla en trozos pequeños, maniobra que se efectúa manualmente, de forma que esta operación no se considera automática.

**automatizar**

significa que la operación se efectúe con una máquina y no por medios manuales

Tabla 3.1

1 kg de mermelada contiene:	3 000 kg de mermelada contienen:
550 g de fresa	1 650 kg de fresa
250 g de azúcar	750 kg de azúcar
2.2 g de pectina	6.6 kg de pectina
2.2 g de ácido cítrico	6.6 kg de ácido cítrico
0.16 g de benzoato de sodio	0.48 kg de benzoato de sodio
195.44 mL de agua	586.32 L de agua
<b>Total 3 000 kg</b>	

#### 6. ¿Se conoce el rendimiento de la materia prima en el proceso?

Sí se conoce y se puede efectuar por medio del balance de materia prima, el cual se muestra en la tabla 3.1.

Un buen proveedor de materia prima logrará que sólo se desperdicie 3% de las fresas por magulladuras; si además se les quita el pedúnculo, entonces la merma total es de 6%, por tanto: 1 750 kg de fresa más otros ingredientes que no sufren merma = 3 toneladas de mermelada + 100 kg de pedúnculos y fresa en mal estado.

Con estos datos se generan, al menos, dos alternativas de diseño de proceso que varían en su grado de automatización.

Para el diseño se deben tomar en cuenta dos consejos generales:

1. Trate de evitar en lo posible el almacenamiento del producto entre las operaciones que conforman el proceso. En la medida en que el proceso sea continuo, se incrementará la productividad. Esto, a su vez, condiciona a que los equipos cuya tecnología sea el procesamiento por lotes, se adquieran con las capacidades más bajas disponibles en el mercado.
2. Trate de balancear, en la medida de lo posible, las capacidades de los equipos, entendiendo por balancear el comprar los equipos que realizan cada una de las operaciones del proceso a una capacidad tal, que ninguno de ellos esté ocupado más de 80% ni menos de 40% del tiempo disponible por turno. Así se evitarán cuellos de botella o equipos costosos que estén ociosos por mucho tiempo. La velocidad de cualquier línea de producción o de un proceso de producción, es la de la máquina más lenta. De nada sirve mejorar la eficiencia de todas las operaciones de un proceso, si una de ellas no se perfecciona y lo detiene.

**Alternativa seleccionada** Aquí no se muestra todo el proceso iterativo para la generación de alternativas, sólo se muestra la alternativa seleccionada. Únicamente se automatizan la mezcla en marmita, el envasado-tapado, la esterilización y el etiquetado. Las demás operaciones se efectúan en forma manual y su velocidad es variable, ya que dependerá de la cantidad de mano de obra que se contrate para realizar cada una.

El diseño del proceso se basa en la capacidad de los equipos que se compren para cada operación. Para realizar esta determinación se toma en cuenta el tiempo neto disponible por turno y la recomendación de que un equipo no debe trabajar a más de 80% de su capacidad. Entonces, de las diez horas del turno de trabajo, una hora es para que el personal tome sus alimentos y otra corresponde al arranque y lavado del equipo al final del turno; por tanto, se dispone de ocho horas efectivas. Si se desea producir 12 000 frascos, entonces la capacidad ideal de las máquinas es de  $12\ 000 \div 8 = 1\ 500$  frascos por hora trabajando al 80% de la capacidad, es decir, si tanto la mezcla de ingredientes, la envasadora, la esterilizadora y la etiquetadora tuvieran esta capacidad; lo que habría que ajustar es la cantidad de personal que proporcionará a la primera máquina automática (a la mezcladora), la cantidad adecuada de material para que todo el proceso fluya uniformemente.

Sin embargo, el problema es acumular por lotes el material para trabajar, ya que si bien la envasadora y la etiquetadora trabajan en forma continua, la esterilizadora y la mezcladora no lo hacen. Esto significa que para hacer que la mezcladora y la envasadora rindan, se necesita almacenar una cantidad de material tal que sea igual a su capacidad. Por ejemplo, si el tanque mezclador tiene una capacidad de 1 500 kg, es necesario colocar todos los ingredientes y realizar la mezcla hasta que esté lleno; luego, si la esterilizadora tuviera una capacidad de 3 000 frascos, habría que reunir un lote de 3 000 recipientes envasados y tapados para que la esterilizadora pudiera funcionar y la operación de esterilización tomaría unas tres horas, ya que habría que reunir tal cantidad, meterla en la esterilizadora, esperar a que suba a la temperatura recomendada, mantener los frascos a esa temperatura por una hora, dejar que se enfríen y sacarlos.

El reunir el tamaño del lote toma tiempo, lo cual provoca tener mucho material en almacenamiento temporal y algunas máquinas detenidas por largos periodos. Recuerde que es preferible que se eviten los almacenamientos temporales; sin embargo, todo depende de la capacidad de las máquinas y sólo se citó un ejemplo. Un contraejemplo sería tener un proceso donde no hubiera almacenamientos temporales de material. Si hubiera una esterilización instantánea se podría fabricar en la forma en que el doctor Shigeo Shingo, el promotor de las prácticas de *justo a tiempo*, llama *sistema de producción de una sola pieza*, en el cual no existen los almacenamientos temporales en ninguna de las operaciones.

Por tanto, sin realizar un análisis exhaustivo, se concluye que la primera alternativa del diseño del proceso productivo, donde se propone una mezcladora y esterilizadora que procesen grandes lotes, se descarta porque provocaría almacenamientos temporales y equipos ociosos. De aquí se infiere que lo más conveniente es comprar estos equipos con las menores capacidades disponibles en el mercado.

Aquí se encuentra otro problema: las capacidades disponibles en el mercado de ciertos equipos; es decir, en teoría se puede diseñar un proceso para que fluya continuamente, pero las capacidades que se requieren no siempre están disponibles en el mercado.

Antes de proponer otra alternativa, es necesario analizar lo que sucede en las operaciones que ya se ha decidido que sean manuales. Un estudio de tiempo y movimiento (no mostrado aquí), debe llevar a medir el consumo exacto de tiempo que requiere cada operación por parte del trabajador. De esta forma se debe llegar a una optimización de la mano de obra. Por ejemplo, se decidió no automatizar las operaciones de recepción y transporte de materia prima, porque se tomaron tiempos y se observó que tomaría cerca de hora y media descargar diariamente la cantidad de materia que el proceso requiere, por lo que si se automatizara esta operación, el equipo permanecería ocioso más de seis horas al día, que en términos porcentuales significa estar ocioso más de 80% del tiempo disponible.

También se observó que existe una operación que se llama *despatado*, que consiste en quitar el pedúnculo a la fresa. Si se toma en cuenta que se realizará en 1 750 kilogramos de fresa al día y que cada kilogramo de fresa contiene de 30 a 50 piezas, entonces se requerirá despatar entre 52 000 y 87 000 de ellas. Se tomó el tiempo en que una persona realiza este trabajo y se determinó que se requieren tres personas para la operación. El proceso, además de ser tedioso, es muy cansado al final de la jornada, por lo que se decidió comprar la fresa ya sin pedúnculo, aunque a un precio más alto. Sin embargo, este aumento se ve compensado con el ahorro logrado al no contratar a tres obreros, con todos los gastos que implican. También se observó la conveniencia de eliminar la selección visual de la fruta y se decidió comprar la fresa mondada y seleccionada. Esto también redujo la cantidad de personal.

Los datos de la alternativa seleccionada se muestran en la tabla 3.2.

En términos generales se pueden hacer varios comentarios acerca del diseño de la planta. Primero, la construcción de una tabla como la 3.2, permite calcular la mano de obra necesaria; en el ejemplo que se sigue el resultado es de 5.21 obreros, es decir, seis obreros. Lo que falta considerar es que, dado que algunas operaciones consumen poco tiempo, se debe suponer que una adecuada asignación de tareas a los seis obreros provocará que todos estén ocupados la

Tabla 3.2 Datos de la automatización

Operación GA*	Tiempo de la operación	Capacidad de la máquina	Número de máquinas	Frecuencia por día	Número de obreros	Tiempo total por día
Recepción materia prima	Fruta: 68 cajas por día, 30 min. Azúcar: 15 costales por día, 15 min	Ambas operaciones manuales	Manual	Una vez	0.16	1.5 horas
Escalde	5 min vaciar; 5 min, es- calde; 15 min, sacar fruta	Tanque de 350 litros	2 tanques	5 veces por tanque	0.55	4.2 horas
Troceado	6 horas una persona	Manual	Manual	10 veces por día	1	6 horas
Mezcla de ingredientes	10 min adición; 10 min mezcla	Tanque de 350 litros	3	10 veces por día	0.4	3.15 horas
Envasado y tapado	2 000 frascos/hora	2 400 frascos por hora	1	1 corrida al día	1	6 horas
Esterilizado	2 horas totales	1 m <sup>3</sup>	4	3 veces cada máquina	1	6 horas por máquina
Enfriado	20 min	Manual	Manual	Continuo	0.4	3.15 horas
Etiquetado	4 500 frascos/hora	4 500 frascos/ hora	1	3 veces	0.6	2.7 horas
Colocar frascos en cajas	Cajas con 20 frascos; 500 cajas; 100 cajas/ hora	Manual	Manual	Cada vez que trabaje la etiquetadora	0.8	5 horas
Almacenar cajas	Continuo	Banda continua	1 banda	Continua	0.2	Continuo

Nota: Volumen de un frasco = 0.01 m<sup>3</sup> (10 cm<sup>3</sup>). En 1 m<sup>3</sup> caben 1 000 frascos.

—La envasadora más pequeña disponible en el mercado tiene una capacidad de 2 400 frascos por hora que trabajando al 80% de su capacidad puede envasar 2 000 piezas por hora, por lo que este proceso tomará seis horas.

—La etiquetadora más pequeña disponible en el mercado cuenta con cabida para 4 500 frascos por hora. Tomará 2.7 horas etiquetar los 12 000 frascos.

—La esterilizadora se comercializa en múltiplos de 1 m<sup>3</sup>.

\*GA: grado de automatización.

mayor parte del tiempo; en otra tabla se presentará la eficiencia con la cual trabaja cada uno de ellos. En la tabla 3.2 también se proporciona una serie de datos que sirven para calcular el espacio físico requerido para la planta, ya que muestra el número de máquinas y la eficiencia con la cual trabaja cada una; lo anterior no se incluye explícitamente, pero los datos proporcionados sirven para realizar ese cálculo. Toda la información anotada se obtuvo con base en estudios de tiempos y movimientos de cada una de las operaciones.

En las figuras 3.2 y 3.3 se muestran las actividades que realizan tanto obreros como máquinas y la secuencia del trabajo. En el extremo derecho se anota la eficiencia de cada uno de ellos. La numeración superior, del 1 al 10, son las horas del turno de trabajo.

Los operarios corresponden a:

1. Descarga y envasado.
2. Troceador.
3. Escalde y mezcla.
4. Envasado.
5. Esterilizado.
6. Colocado y etiquetado.

Operario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Eficiencia	
1	■		■			c	■			L	83%	
2	■				c	■			■		L	78%
3	■		■			c	■				L	82%
4	■		■			c	■			L	72%	
5	■				c	■					L	70%
6	■		■			c	■			■		85%

Figura 3.2. Actividades que realiza cada obrero durante el día.

Máquina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Eficiencia
marmita escalde 1	■		■			■		■			55%
marmita escalde 2	■							■			55%
tanque 1	■								■		45%
tanque 2	■							■			45%
tanque 3	■								■		45%
envasadora	■				■			■			67%
esterilizadora 1	■		■			■		■			67%
esterilizadora 2	■		■			■		■			67%
esterilizadora 3	■		■			■		■			67%
esterilizadora 4	■		■			■		■			67%
etiquetadora	■		■			■		■			35%

Figura 3.3 Tiempo de ocupación de cada máquina por día. Horario de trabajo (horas).

En realidad los obreros 3 y 4 trabajarían en forma intermitente, debido a la labor que desempeñan y entre cada lote descansarían cinco minutos. Sin embargo, se prefirió anotar sus actividades como si fueran continuas. La letra *c* significa una hora de comida y el periodo en que deberán tomarla. La letra *L* significa lavar el equipo al final del turno.

En la figura 3.3 el área sombreada es el tiempo de actividad de máquinas.

Es interesante recalcar varios hechos. Primero, que sólo los tanques de mezcla trabajan a 45% de eficiencia, pero son equipos baratos. En realidad tanto las marmitas de escalde como los tanques producen en forma intermitente, con cinco a diez minutos de descanso entre cada lote de procesamiento; sin embargo, para facilitar la representación, se consideró que su utilización es continua. La envasadora trabaja sólo a 35% de eficiencia, pero ésta es una restricción del mercado, es decir, no se encuentran equipos que trabajen a menor velocidad. Los obreros trabajan un promedio de 78% de su tiempo y esto es bastante aceptable. Pero aquí es donde el diseñador de planta debe utilizar su creatividad al observar el proceso.

El procedimiento tiene la característica de que algunas operaciones dependen de otras en forma secuencial. Por ejemplo, el personal no puede elaborar la mezcla de las materias primas a primera hora, ya que para eso requiere que exista material en el almacén y que éste pase por una lavadora de aspersión y se corte en trozos. Hasta entonces, no es posible realizar cualquier otra operación. El troceado es una actividad que se lleva a cabo manualmente y toma tiempo; por tanto, al inicio de un día de trabajo, sería conveniente que todos los obreros ayudaran en ella, con el fin de reducir este periodo y empezar lo más pronto posible con el envasado.



Algunas operaciones permiten trabajar los ingredientes para seguir con otras operaciones hasta el siguiente turno; por ejemplo, si el material ya está envasado, puede esperar hasta el día siguiente para ser esterilizado a primera hora; también el material esterilizado podría esperar para ser etiquetado el día siguiente. Pero esto es específico para cada proceso y lo importante aquí es observar la operación de las máquinas en la gráfica de Gantt, no lo que hace cada máquina, sino el proceso en general.

Por último, es importante señalar que aunque en el diagrama de operaciones de los obreros se señale el puesto de, por ejemplo, *envasador* o *etiquetador*, no significa que una persona vaya a realizar la misma tarea toda su vida, es decir, siempre hay que tener en cuenta la rotación del personal para que sea capaz de desempeñar cualquier operación, e incluso varias operaciones en un mismo turno de trabajo, como el hecho, ya comentado, de que sería conveniente que al inicio de cada turno la mayoría del personal se dedicara al troceado de la fruta. De hecho, el doctor Kaoru Ishikawa, quien implementó el concepto de calidad total en Japón, menciona que esto es lo más sano para una empresa, con el fin de que cuando llegue a faltar un obrero, los demás conozcan perfectamente lo que se debe hacer, y no detener el proceso productivo; además, la práctica de que un obrero pueda desempeñar el trabajo de cualquier otro, es la base para los círculos de calidad que tanto éxito tuvieron en Japón.

Como se podrá observar, el diseño de la capacidad óptima de producción es un proceso creativo e iterativo. En el ejemplo que se mostró, que contiene datos reales, se vio que la capacidad de la envasadora es limitante para un tamaño de planta más pequeño; también se observó la inconveniencia de producir en grandes lotes, ya que se pierde mucho tiempo en almacenamientos temporales de material. Aquí no se muestra el procedimiento iterativo completo, pero

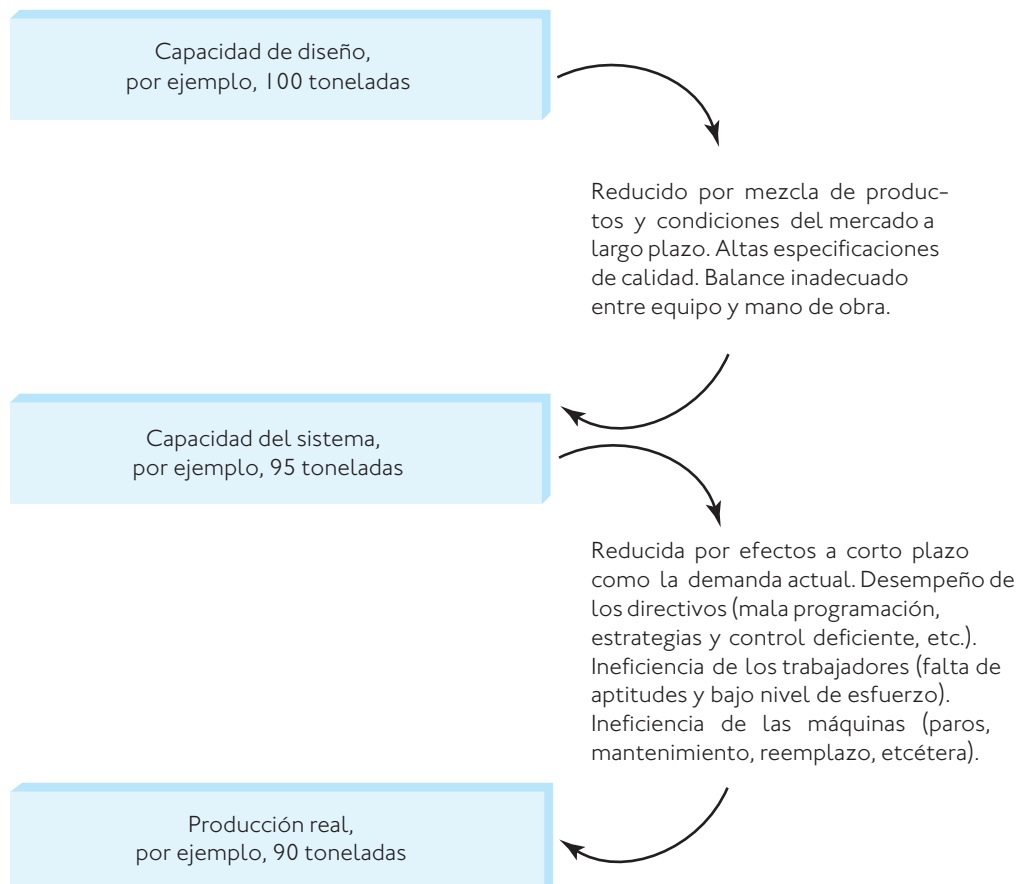


Figura 3.4 Relaciones entre las capacidades y la producción.

se aclara que para llegar a esta propuesta en el diseño de la planta, se analizaron varias alternativas en cuanto a la mejor forma de desempeñar todas las operaciones del proceso.

De las figuras mostradas es muy sencillo deducir la eficiencia u optimalidad con que trabaja cada máquina y cada obrero. En la medida en que las gráficas de Gantt contengan más espacios sombreados, se estará aprovechando el tiempo disponible de los recursos de forma eficaz.

Se distinguen tres diferentes capacidades dentro de un equipo. La capacidad de diseño de este último es la tasa de producción de artículos estandarizados en condiciones normales de operación. La capacidad del sistema es la producción máxima de un artículo específico o una combinación de productos que el sistema de trabajadores y máquinas puede generar trabajando en forma integrada. Y, por último, la producción real, que es el promedio que alcanza una entidad en un lapso determinado, tomando en cuenta todas las posibles contingencias que se presenten en la producción y venta del artículo. Lo anterior se muestra en la figura 3.4.

## Factores que determinan o condicionan el tamaño de una planta

En la práctica determinar el tamaño de una nueva unidad de producción es una tarea limitada por las relaciones recíprocas que existen entre el tamaño, la demanda, la disponibilidad de las materias primas, la tecnología, los equipos y el financiamiento. Todos estos factores contribuyen a simplificar el proceso de aproximaciones sucesivas y las alternativas de tamaño, entre las cuales se puede escoger, se reducen a medida que se examinan los factores condicionantes mencionados, los cuales se analizan detalladamente a continuación.

### EL TAMAÑO DEL PROYECTO Y LA DEMANDA

La demanda es uno de los factores más importantes para condicionar el tamaño de un proyecto. El tamaño propuesto sólo puede aceptarse en caso de que la demanda sea claramente superior. Si el tamaño propuesto fuera igual a la demanda, no sería recomendable llevar a cabo la instalación, puesto que sería muy riesgoso. Cuando la demanda es claramente superior al tamaño propuesto, éste debe ser tal que sólo cubra un bajo porcentaje de la primera, no más de 10%, siempre y cuando haya mercado libre. Cuando el régimen sea oligopólico no se recomienda tratar de introducirse al mercado, a menos que existan acuerdos previos con el propio oligopolio acerca de la repartición del mercado existente o del aseguramiento del abasto en las materias primas.

### EL TAMAÑO DEL PROYECTO Y LOS SUMINISTROS E INSUMOS

El abasto suficiente en cantidad y calidad de materias primas es un aspecto vital en el desarrollo de un proyecto. Muchas grandes empresas se han visto frenadas por la falta de este insumo. Para demostrar que este aspecto no es limitante para el tamaño del proyecto, se deberán listar todos los proveedores de materias primas e insumos y se anotarán los alcances de cada uno para suministrar estos últimos. En etapas más avanzadas del proyecto se recomienda presentar tanto las cotizaciones como el compromiso escrito de los proveedores para abastecer las cantidades de material necesario para la producción. En caso de que el abasto no sea totalmente seguro se recomienda buscar en el extranjero dicha provisión, cambiar de tecnología, en caso de ser posible, o abandonar el proyecto.

### EL TAMAÑO DEL PROYECTO, LA TECNOLOGÍA Y LOS EQUIPOS

Hay ciertos procesos o técnicas de producción que exigen una escala mínima para ser aplicables, ya que por debajo de ciertos niveles los costos serían tan elevados que no se justificaría la operación de la planta.

Las relaciones entre el tamaño y la tecnología influirán a su vez en las relaciones entre tamaño, inversiones y costo de producción. En efecto, dentro de ciertos límites de operación y a

mayor escala, dichas relaciones propiciarán un menor costo de inversión por unidad de capacidad instalada y un mayor rendimiento por persona ocupada; lo anterior contribuirá a disminuir el costo de producción, aumentar las utilidades y elevar la rentabilidad del proyecto.

En términos generales se puede decir que la tecnología y los equipos tienden a limitar el tamaño del proyecto al mínimo de producción necesario para ser aplicables.

### EL TAMAÑO DEL PROYECTO Y EL FINANCIAMIENTO

Si los recursos financieros son insuficientes para atender las necesidades de inversión de la planta de tamaño mínimo, es claro que la realización del proyecto es imposible. Si los recursos económicos propios y ajenos permiten escoger entre varios tamaños para producciones similares entre los cuales existe una gran diferencia de costos y de rendimiento económico, la prudencia aconsejará escoger aquel que se financie con mayor comodidad y seguridad, y que a la vez ofrezca, de ser posible, los menores costos y un alto rendimiento de capital. Por supuesto, habrá que hacer un balance entre todos los factores mencionados para realizar la mejor selección.

Si existe flexibilidad en la instalación de la planta, esto es, si los equipos y la tecnología lo permiten, se puede considerar la implantación del proyecto por etapas como una alternativa viable, aunque es obvio que no todos los equipos y las tecnologías permiten esta libertad.

### EL TAMAÑO DEL PROYECTO Y LA ORGANIZACIÓN

Cuando se haya hecho un estudio que determine el tamaño más apropiado para el proyecto, es necesario asegurarse que se cuenta con el personal suficiente y apropiado para cada uno de los puestos de la empresa. Aquí se hace una referencia sobre todo al personal técnico de cualquier nivel, el cual no se puede obtener fácilmente en algunas localidades del país. Este aspecto no es tan importante como para limitar el proyecto, ya que con frecuencia se ha dado el caso de que, cuando se manejan tecnologías avanzadas, vienen técnicos extranjeros a operar los equipos. Aun así, hay que prevenir los obstáculos en este punto, para que no sean impedimento en el tamaño y la operación de la planta.

## Método de Lange

Lange define un modelo particular para fijar la capacidad óptima de producción de la nueva planta, se sustenta en la hipótesis real de que existe una relación funcional entre el monto de la inversión y la capacidad productiva del proyecto, lo cual permite considerar a la inversión inicial como medida directa de la capacidad de producción (tamaño).

Si se logra obtener una función que relacione la inversión inicial y los costos de producción, ésta mostrará que un alto costo de operación se asocia con una inversión inicial baja, y viceversa. Esto se debe a que el mayor uso de un factor permite una menor inversión en otro factor. De acuerdo con el modelo habrá que hacer el estudio de un número de combinaciones inversión-costos de producción, de tal modo que el costo total sea mínimo. Para ello, como los costos se dan en el futuro y la inversión en el presente, es necesario incorporar el valor del dinero en el tiempo y descontar todos los costos futuros para hacer la comparación. La expresión del costo total mínimo quedaría como sigue.

$$\text{Costo total} = I_0(C) + \sum_{t=0}^{n-1} \frac{C}{(1+i)^t} = \text{mínimo} \quad (3.1)$$

donde:  $C$  = costos de producción.

$I_0$  = inversión inicial.

$i$  = tasa de descuento.

$t$  = periodos considerados en el análisis.

#### método de Lange

relación funcional entre el monto de la inversión y la capacidad productiva del proyecto

En estas condiciones, el costo total alcanzará su nivel mínimo cuando el incremento de la inversión inicial sea igual a la suma descontada de los costos de operación que esa mayor inversión permite ahorrar.

El método de Lange es muy intuitivo, pero no evita que sea necesario variar aproximaciones que son largas y tediosas, ya que por cada alternativa que se estudie hay que conocer la inversión y los costos de producción.

#### método de escalación

determina la capacidad óptima de producción al considerar la capacidad de los equipos disponibles en el mercado y con esto analizar las ventajas y desventajas de trabajar cierto número de turnos de trabajo y horas extra

### Método de escalación

Una forma más detallada de determinar la capacidad óptima de producción es considerar la capacidad de los equipos disponibles en el mercado y con esto analizar las ventajas y desventajas de trabajar cierto número de turnos de trabajo y horas extra. Cuando se desconoce la disponibilidad de capital para invertir, este método es muy útil.

Se investigan las capacidades de equipos disponibles en el mercado y se calcula la máxima producción al trabajar tres turnos, lo cual, de hecho, proporciona una gama de capacidades de producción.

Posteriormente hay que considerar, dadas las características del proceso, los días que se trabajarán al año y si el proceso productivo puede detenerse en cualquier momento sin perjuicio del mismo o de los costos de producción. A continuación, considere las ventajas económicas de trabajar uno o dos turnos con pago de horas extra e incluso laborar tres turnos y obtener la producción extra que haga falta por medio de maquila. En el primer caso se tendría capacidad ociosa y en el último una saturación del equipo que puede ser perjudicial si no se sabe administrar correctamente.

### Consideraciones sobre el tamaño cuando se realiza un estudio de reemplazo de equipo

Cuando se realizan estudios de sustitución de equipo cambia el concepto y cálculo del tamaño, que aquí es simplemente la capacidad real de producción del equipo que se pretende adquirir, expresado como unidades de producción por unidad de tiempo (piezas/hora, litros/min, etcétera).

Como se mencionó en la sección “Cómo se analiza la demanda” del capítulo dos, la demanda en este tipo de estudios está definida como las necesidades de servicio de la máquina. El tamaño (capacidad) del aparato que se compre, debe ser muy superior a la demanda actual de servicio, ya que si se adquiriera un equipo con capacidad igual a su demanda actual, al menor crecimiento, lo cual se da al corto plazo en una empresa sana, nuevamente presentaría problemas de capacidad insuficiente. Por tanto, la capacidad de la nueva máquina debe ser tal que pueda absorber sin problemas la demanda creciente de servicio, al menos durante el horizonte de planeación del estudio.

#### localización óptima de un proyecto

Es lo que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital (criterio privado) o a obtener el costo unitario mínimo (criterio social)

### Localización óptima del proyecto

El objetivo general de este punto es, por supuesto, llegar a determinar el sitio donde se instalará la planta.

### Método cualitativo por puntos. Ventajas y desventajas

#### método cualitativo por puntos

asigna factores cuantitativos a una serie de factores que se considerarán relevantes (cualitativos) para la localización

Consiste en asignar factores cuantitativos a una serie de factores que se consideran relevantes para la localización. Esto conduce a una comparación cuantitativa de diferentes sitios. El método permite ponderar factores de preferencia para el inves-

Tabla 3.3

Factor relevante	Peso asignado	A		B	
		Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
Materia prima disponible	0.33	5.0	1.65	4.0	1.32
Mano de obra disponible	0.25	7.0	1.75	7.5	1.875
Costo de los insumos	0.20	5.5	1.1	7.0	1.4
Costo de la vida	0.07	8.0	0.56	5.0	0.35
Cercanía del mercado	0.15	8.0	1.2	9.0	1.35
<b>Suma</b>	<b>1.00</b>		<b>6.26</b>		<b>6.295</b>

tigador al tomar la decisión. Se sugiere aplicar el siguiente procedimiento para jerarquizar los factores cualitativos:

1. Desarrollar una lista de factores relevantes.
2. Asignar un peso a cada factor para indicar su importancia relativa (los pesos deben sumar 1.00), y el peso asignado dependerá exclusivamente del criterio del investigador.
3. Asignar una escala común a cada factor (por ejemplo, de 0 a 10) y elegir cualquier mínimo.
4. Calificar a cada sitio potencial de acuerdo con la escala designada y multiplicar la calificación por el peso.
5. Sumar la puntuación de cada sitio y elegir el de máxima puntuación.

Suponga que se tienen los datos mostrados en la tabla 3.3 y se desea elegir entre los sitios A y B.

Se escogería la alternativa B por tener la mayor puntuación ponderada. La ventaja de este método es que es sencillo y rápido, pero su principal desventaja es que tanto el peso asignado, como la calificación que se otorga a cada factor relevante, dependen exclusivamente de las preferencias del investigador y, por tanto, podrían no ser reproducibles.

Entre los factores que se pueden considerar para realizar la evaluación, se encuentran los siguientes:

1. Factores geográficos, relacionados con las condiciones naturales que rigen en las distintas zonas del país, como el clima, los niveles de contaminación y desechos, las comunicaciones (carreteras, vías férreas y rutas aéreas), etcétera.
2. Factores institucionales que se relacionan con los planes y las estrategias de desarrollo y descentralización industrial.
3. Factores sociales, se relacionan con la adaptación del proyecto al ambiente y a la comunidad. Estos factores son poco atendidos, pero no menos importantes. En específico, se refieren al nivel general de los servicios sociales con que cuenta la comunidad, como escuelas (y su nivel), hospitales, centros recreativos, facilidades culturales y de capacitación de empleados y otros.

Para llegar a construir la tabla 3.3, se deben realizar una serie de determinaciones previas que no se muestran. El método que se emplea consiste en seleccionar todos los sitios disponibles en un país, región o localidad, e ir eliminando algunos de ellos, debido a la fijación previa de estándares o condiciones mínimas para cada factor considerado.

Por ejemplo, si la disponibilidad de materia prima es el factor más importante, de acuerdo con el criterio de quien toma la decisión, se deberán considerar todas las localidades que en un radio no mayor a 10 km, tengan disponible la materia prima (criterio fijado por quien toma la decisión). Suponga que se seleccionaron 12 localidades que tienen esta

característica. Luego, la siguiente característica más importante que debe tener el sitio probable de localización de la planta es la disponibilidad de mano de obra. El criterio fijado es que haya personal disponible para ser empleado en un radio no mayor a 1 km alrededor de la planta, y que todo ese personal disponible tenga estudios mínimos de licenciatura. Con esto se podrán eliminar cierto número de localidades, etc., siguiendo el mismo método hasta llegar a tener dos o máximo tres alternativas para hacer la determinación final. Observe que los datos disponibles son esenciales para hacer el análisis.

- Factores económicos, que se refieren a los costos de los suministros e insumos en esa localidad, como la mano de obra, las materias primas, el agua, la energía eléctrica, los combustibles, la infraestructura disponible, los terrenos y la cercanía de los mercados y las materias primas.

**método cuantitativo de Vogel**  
análisis de los costos de transporte, tanto de materias primas como de productos terminados

### Método cuantitativo de Vogel. Ventajas y desventajas

Este método apunta al análisis de los costos de transporte, tanto de materias primas como de productos terminados. El problema del método consiste en reducir al mínimo posible los costos de transporte destinado a satisfacer los requerimientos totales de demanda y abastecimiento de materiales. Los supuestos, también considerados como desventajas del método, son:

- Los costos de transporte son una función lineal del número de unidades embarcadas.
- Tanto la oferta como la demanda se expresan en unidades homogéneas.
- Los costos unitarios de transporte no varían de acuerdo con la cantidad transportada.
- La oferta y la demanda deben ser iguales.
- Las cantidades de oferta y demanda no varían con el tiempo.
- No considera más efectos para la localización que los costos del transporte.

Entre sus ventajas está que es un método preciso y totalmente imparcial. Todos los datos se llevan a una matriz oferta-demanda u origen y destino. Se escogerá aquel sitio que produzca los menores costos de transporte, tanto de la materia prima como del producto terminado. El método no se ejemplifica en esta parte, sino en el caso práctico que se muestra en el final del capítulo 2, se aplica en forma total desde su planteamiento hasta su solución. En la figura 3.5 se muestra una matriz ordinaria del método y los pasos que se siguen para su solución.

En los renglones A, B y C se encuentran los sitios que abastecerán la demanda hasta los sitios W, X, Y y Z. En el recuadro de cada intersección oferta-demanda aparece el costo de trans-

		Demanda				
		W	X	Y	Z	
Oferta	A	3	5	12	7	17
	B	4	6	13	8	21
	C	5	10	9	4	15
		10	16	8	19	53

**Figura 3.5** Matriz común para el modelo de Vogel utilizado en la localización de una planta.

portar una unidad desde un sitio de origen (oferta) A, por ejemplo, hasta su sitio de destino (demanda) Y, por ejemplo. En la parte derecha de la matriz, y en el renglón de la base, aparecen las cantidades máximas de oferta y demanda de cada localidad. Una condición indispensable para que la matriz tenga solución es que la suma de toda la oferta sea igual a toda la demanda, resultado que aparece en la casilla del ángulo inferior derecho. Si esto no fuera así, la matriz daría una solución degenerada. Los pasos para resolver la matriz son:

1. Calcular la diferencia entre los dos costos más pequeños en cada fila y en cada columna y escribir los números resultantes al lado derecho y en la base de cada fila y columna.
2. Seleccionar el renglón o la columna que tenga la mayor diferencia de costo y asignar tantas unidades como sea posible a la casilla de costo más bajo. En caso de empate, se selecciona el renglón o columna que tenga la casilla más baja en costo.
3. No considerar en situaciones posteriores el renglón o columnas que haya sido satisfecho.
4. Usar una matriz ya reducida al eliminar renglones y columnas. Repetir los pasos del uno al tres, hasta que toda la oferta haya sido asignada a toda la demanda y ésta haya sido satisfecha en su totalidad.

Hay que mencionar que todos los métodos de localización dejan de lado hechos importantes, pero no cuantificables, tales como preferencias o conveniencias de los inversionistas por instalarse en un sitio determinado, independientemente de los resultados del análisis, lo cual invalidaría cualquier técnica que se empleara.

## Ingeniería del proyecto

### Objetivos generales

El objetivo general del estudio de ingeniería del proyecto es resolver todo lo concerniente a la instalación y el funcionamiento de la planta. Desde la descripción del proceso, adquisición de equipo y maquinaria se determina la distribución óptima de la planta, hasta definir la estructura jurídica y de organización que habrá de tener la planta productiva.

#### ingeniería del proyecto

resuelve todo lo concerniente a la instalación y el funcionamiento de la planta

### Proceso de producción

El proceso de producción es el procedimiento técnico que se utiliza en el proyecto para obtener los bienes y servicios a partir de insumos, y se identifica como la transformación de una serie de materias primas para convertirla en artículos mediante una determinada función de manufactura. Lo anterior se puede representar en la figura 3.6.

En esta parte del estudio el investigador procederá a seleccionar una determinada **tecnología de fabricación**. Se entenderá por tal al conjunto de conocimientos técnicos, equipos y procesos que se emplean para desarrollar una determinada función.

En el momento de elegir la tecnología que se empleará, hay que tomar en cuenta los resultados de la investigación de mercado, pues esto dictará las normas de calidad y la cantidad que se requieren, factores que influyen en la decisión.

Otro aspecto importante que se debe considerar es la flexibilidad de los procesos y de los equipos para procesar varias clases de insumos, lo cual ayudará a evitar los *tiempos* muertos y a diversificar fácilmente la producción en un momento dado.

Otro factor primordial, analizado a detalle más adelante, es la adquisición de equipo y maquinaria, factor en el que se consideran muchos aspectos para obtener la mejor opción.

#### proceso de producción

procedimiento técnico que se utiliza en el proyecto para obtener los bienes y servicios a partir del insumo

#### tecnología de fabricación

conjunto de conocimientos técnicos, equipos y procesos que se emplean para desarrollar una determinada función

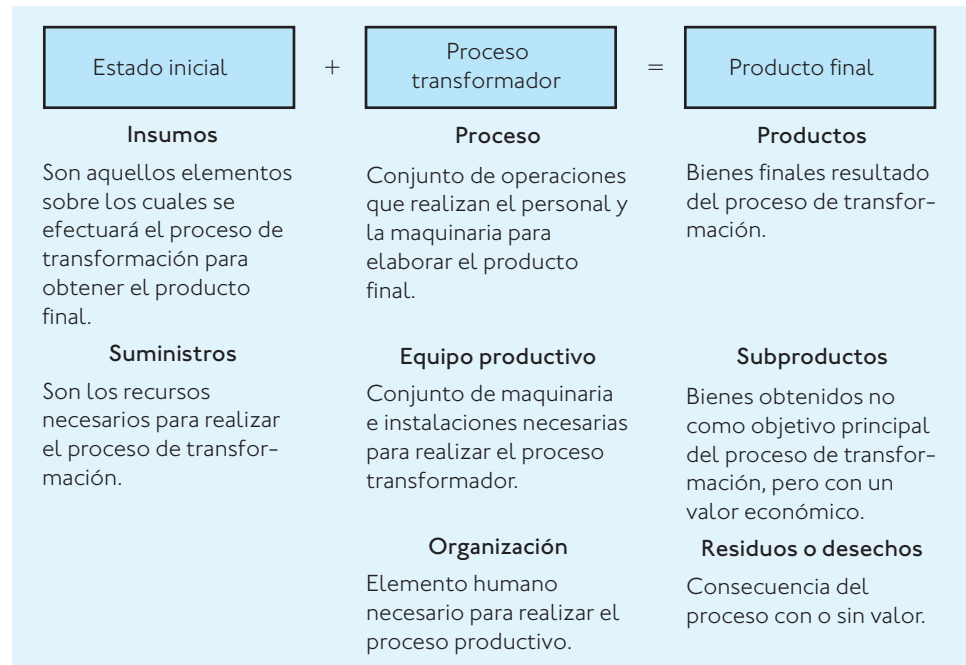


Figura 3.6 El proceso de producción.

## Técnicas de análisis del proceso de producción

### análisis del proceso o la tecnología

facilita la distribución de la planta aprovechando el espacio disponible en forma óptima, lo cual, a su vez, optimiza la operación de la planta mejorando los tiempos y movimientos de los hombres y las máquinas

Ya que se ha descrito la manera en que se desarrolla el proceso productivo, viene una segunda etapa en la que, en forma integral, se **analiza el proceso o la tecnología**. La utilidad de este análisis es básicamente que cumple dos objetivos: facilitar la distribución de la planta aprovechando el espacio disponible en forma óptima, lo cual, a su vez, optimiza la operación de la planta mejorando los tiempos y movimientos de los hombres y las máquinas.

Para representar y analizar el proceso productivo existen varios métodos, algunos de los cuales se describen en el texto. El empleo de cualquiera de ellos dependerá de los objetivos del estudio. Algunos son muy sencillos, como el diagrama de bloques, y hay otros muy completos, como el cursograma analítico. Cualquier proceso productivo, por complicado que sea, puede ser representado por medio de un diagrama para su análisis.

**Diagrama de bloques** Es el método más sencillo para representar un proceso. Consiste en que cada operación unitaria ejercida sobre la materia prima se encierra en un rectángulo; cada rectángulo o bloque se une con el anterior y el posterior por medio de flechas que indican tanto la secuencia de las operaciones como la dirección del flujo. En la representación se acostumbra empezar en la parte superior derecha de la hoja. Si es necesario se pueden agregar ramales al flujo principal del proceso. En los rectángulos se anota la operación unitaria (cambio físico o químico) efectuada sobre el material y se puede complementar la información con tiempos y temperaturas. En la figura 3.7 se muestra un diagrama de bloques.

**Diagrama de flujo del proceso** Aunque el diagrama de bloques también es un diagrama de flujo, no posee tantos detalles e información como el diagrama de flujo del proceso, donde se usa una simbología internacionalmente aceptada para representar las operaciones efectuadas. Dicha simbología es la siguiente:



**Operación.** Significa que se efectúa un cambio o transformación en algún componente del producto, ya sea por medios físicos, mecánicos o químicos, o la combinación de cualquiera de los tres.



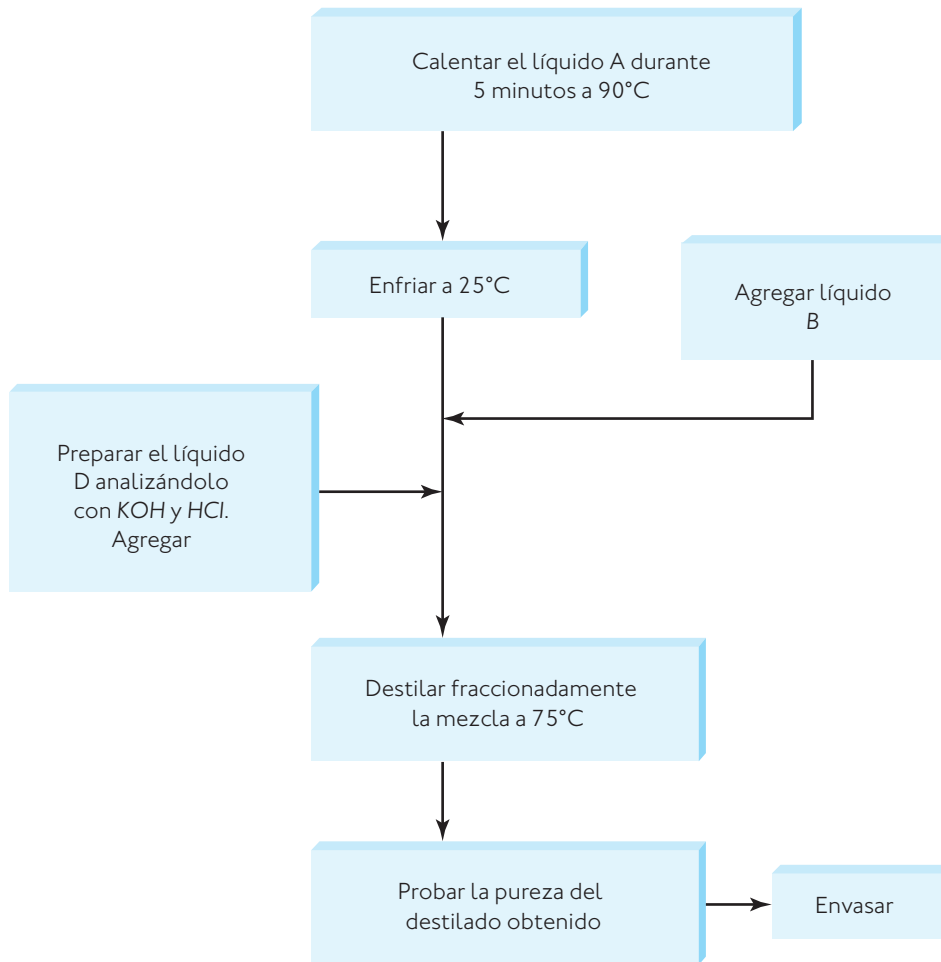
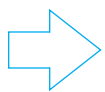


Figura 3.7 Diagrama de bloques.



**Transporte.** Es la acción de movilizar de un sitio a otro algún elemento en determinada operación o hacia algún punto de almacenamiento o demora.



**Demora.** Se presenta generalmente cuando existen cuellos de botella en el proceso y hay que esperar turno para efectuar la actividad correspondiente. En otras ocasiones el propio proceso exige una demora.



**Almacenamiento.** Tanto de materia prima, de producto en proceso o de producto terminado.



**Inspección.** Es la acción de controlar que se efectúe correctamente una operación, un transporte o verificar la calidad del producto.



**Operación combinada.** Ocurre cuando se efectúan simultáneamente dos de las acciones mencionadas.

Este método es el más usado para representar gráficamente los procesos. Las reglas mínimas para su aplicación son:

- Empezar en la parte superior derecha de la hoja y continuar hacia abajo, y a la derecha o en ambas direcciones.

- Numerar cada una de las acciones en forma ascendente; en caso de que existan acciones agregadas al ramal principal del flujo en el curso de proceso, asignar el siguiente número secuencial a estas acciones en cuanto aparezcan. En caso de que existan maniobras repetitivas se formará un bucle o rizo y se hará una asignación supuesta de los números.
- Introducir los ramales secundarios al flujo principal por la izquierda de éste, siempre que sea posible.
- Poner el nombre de la actividad a cada acción correspondiente. En la figura 3.8 se muestra un diagrama de flujo.

**Cursograma analítico** Más que un diagrama, es una técnica que consiste en hacer un análisis muy detallado del proceso, básicamente con la intención de reducir el tiempo, la distancia, o ambos parámetros dentro de un proceso que ya está en funcionamiento. A diferencia del diagrama de bloques y del diagrama de proceso, los cuales pueden ser empleados en estudios sobre instalaciones que todavía no existen, el cursograma analítico es más apropiado para estudios de redistribución de planta, esto limita su uso en proyectos de ampliación de la capacidad de instalaciones y, por supuesto, en estudios de redistribución de áreas.

En la figura 3.9 se muestra un formato de cursograma analítico, donde se pueden observar las columnas de tiempo y distancia, y en la parte superior las leyendas *Método actual* y *Método propuesto*. Se espera que en el método propuesto, es decir, en la redistribución de áreas, el tiempo, la distancia o ambos, se hayan reducido. Recuerde que uno de los principios básicos de la distribución de instalaciones es minimizar la distancia recorrida por los materiales dentro de un proceso de producción, y ésta es una herramienta apropiada para lograr tal objetivo.

**Diagrama de hilos y diagrama de recorrido** Básicamente son lo mismo, excepto por la forma en que se presentan. Ambos muestran con una gráfica la ruta que recorre la materia prima, desde que sale del almacén hasta que se convierte en producto final. Mientras el diagrama de hilos se presenta como una maqueta tridimensional y con hilos de colores se señala el recorrido de los materiales, en el diagrama de recorrido se hace exactamente lo mismo, pero sólo sobre un dibujo. Algunos software comerciales permiten hacer estos estudios con mucha facilidad, pues se puede dibujar toda la maquinaria y equipos del proceso, y después simula el movimiento de las máquinas, permitiendo de una manera rápida y eficiente obtener una repre-

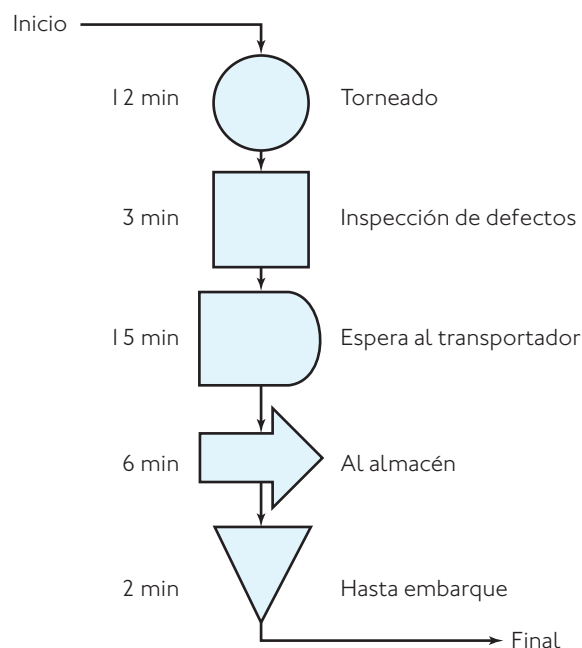


Figura 3.8 Diagrama de flujo de proceso.

Cursograma analítico								
Método actual _____						Fecha _____		
Método propuesto _____						Elaboró _____		
						Núm. de cat. _____		
Detalles del método	Actividad					Tiempo	Distancia	Observaciones
	○	⇒	□	□	▽			
	○	⇒	□	□	▽			
	○	⇒	□	□	▽			
	○	⇒	□	□	▽			
	○	⇒	□	□	▽			
	○	⇒	□	□	▽			
	○	⇒	□	□	▽			
	○	⇒	□	□	▽			
	○	⇒	□	□	▽			
	○	⇒	□	□	▽			
	○	⇒	□	□	▽			
	○	⇒	□	□	▽			
	○	⇒	□	□	▽			
	○	⇒	□	□	▽			
	○	⇒	□	□	▽			
	○	⇒	□	□	▽			
	TOTALES							

Figura 3.9 Hoja de cursograma analítico.

sentación del proceso, no sólo donde se pueda observar el recorrido de materiales, sino también que el recorrido ya esté optimizado en términos de la distancia recorrida. Por tanto, estos diagramas son más apropiados para hacer estudios de distribución y redistribución de planta.

**Iconograma** Icono significa *imagen*, por lo que un iconograma es la representación de un proceso por medio de imágenes estilizadas de todos los componentes de un proceso, lo cual incluye hombres, máquinas y medios de transporte de materiales. Es una herramienta útil para representar procesos, sobre todo si a quien va a leer el estudio de evaluación se le dificulta el entendimiento de la simbología internacional. Pueden agregarse tantos detalles del proceso a un iconograma como se juzgue conveniente.

**Diagrama sinóptico**<sup>2</sup> Este diagrama sólo utiliza los símbolos internacionales de operación y transporte, es decir, es un diagrama sintetizado de un proceso. Se utiliza para representar procesos complejos que puedan tener decenas o aun cientos de actividades. Precisamente, el diagrama mostrará de manera rápida y clara las principales actividades, omitiendo mostrar las demoras, almacenamiento e inspecciones. Si el proceso a analizar es muy sencillo, no más de 30 operaciones, es mejor utilizar un diagrama de flujo normal que intentar sintetizarlo.

Cuando se hace la evaluación de un proyecto, el uso de un determinado diagrama debe obedecer al objeto del estudio, ya que no es lo mismo hacer el estudio de una planta completa nueva que la evaluación de la ampliación de la capacidad instalada o la evaluación para lanzar al mercado un producto nuevo dentro de una planta que ya está funcionando. Los diagramas de flujo, de bloques y los iconogramas, son útiles para evaluaciones de nuevas instalaciones; el cursograma analítico y los diagramas de recorrido e hilos, son más apropiados para hacer estudios de distribuciones o redistribuciones, y no para representar los procesos, es decir, se utilizan más en estudios de ampliación de capacidad o de elaboración de nuevos productos en plantas ya existentes, en tanto que el diagrama sinóptico sólo es un auxiliar para representar procesos muy complejos.

<sup>2</sup> Sinóptico. Palabra que se aplica a lo que permite apreciar con brevedad y claridad las distintas partes de un todo.

## Factores relevantes que determinan la adquisición de equipo y maquinaria

Cuando llega el momento de decidir sobre la compra de equipo y maquinaria, se deben tomar en cuenta una serie de factores que afectan directamente la elección. La mayoría de la información que es necesario recabar será útil en la comparación de varios equipos y también es la base para realizar una serie de cálculos y determinaciones posteriores. A continuación se menciona toda la información que se debe recabar y la utilidad que tendrá en etapas posteriores.

- a) **Proveedor** Es útil para la presentación formal de las cotizaciones.
- b) **Precio** Se utiliza en el cálculo de la inversión inicial.
- c) **Dimensiones** Dato que se usa al determinar la distribución de la planta.
- d) **Capacidad** Es un aspecto muy importante, ya que, en parte, de él depende el número de máquinas que se adquiera. Cuando ya se conocen las capacidades disponibles hay que hacer un balanceo de líneas para no comprar capacidad ociosa o provocar cuellos de botella, es decir, la cantidad y capacidad de equipo adquirido debe ser tal que el material fluya en forma continua.
- e) **Flexibilidad** Esta característica se refiere a que algunos equipos son capaces de realizar operaciones y procesos unitarios en ciertos rangos y provocan en el material cambios físicos, químicos o mecánicos en distintos niveles. Por ejemplo, ¿cuál es el grado de temperatura en el que opera un intercambiador de calor? ¿Cuál es la distancia entre las puntas en un torno? ¿Cuáles son los diámetros máximos y mínimos, con los que trabaja un torno?
- f) **Mano de obra necesaria** Es útil al calcular el costo de la mano de obra directa y el nivel de capacitación que se requiere.
- g) **Costo de mantenimiento** Se emplea para calcular el costo anual del mantenimiento. Este dato lo proporciona el fabricante como un porcentaje del costo de adquisición.
- h) **Consumo de energía eléctrica, otro tipo de energía o ambas** Sirve para calcular este tipo de costos. Se indica en una placa que traen todos los equipos, para señalar su consumo en watts/hora.
- i) **Infraestructura necesaria** Se refiere a que algunos equipos requieren alguna infraestructura especial (por ejemplo, alta tensión eléctrica), y es necesario conocer esto, tanto para preverlo, como porque incrementa la inversión inicial.
- j) **Equipos auxiliares** Hay máquinas que requieren aire a presión, agua fría o caliente, y proporcionar estos equipos adicionales es algo que queda fuera del precio principal. Esto aumenta la inversión y los requerimientos de espacio.
- k) **Costo de los fletes y de seguros** Debe verificarse si se incluyen en el precio original o si debe pagarse por separado y a cuánto ascienden.
- l) **Costo de instalación y puesta en marcha** Se verifica si se incluye en el precio original y a cuánto asciende.
- m) **Existencia de refacciones en el país** Hay equipos, sobre todo los de tecnología avanzada, cuyas refacciones sólo pueden obtenerse importándolas. Si hay problemas para obtener divisas o para importar, el equipo puede permanecer parado y hay que prevenir esta situación.

### distribución de la planta

proporciona condiciones de trabajo aceptables y permite la operación más económica, a la vez que mantiene las condiciones óptimas de seguridad y bienestar para los trabajadores

## Distribución de la planta

### Objetivos y principios básicos de la distribución de la planta

Una buena **distribución de la planta** es la que proporciona condiciones de trabajo aceptables y permite la operación más económica, a la vez que mantiene las condiciones óptimas de seguridad y bienestar para los trabajadores.

Los objetivos y principios básicos de una distribución de la planta son los siguientes:

1. **Integración total** Consiste en integrar en lo posible todos los factores que afectan la distribución, para obtener una visión de todo el conjunto y la importancia relativa de cada factor.
2. **Mínima distancia de recorrido** Al tener una visión general de todo el conjunto, se debe tratar de reducir en lo posible el manejo de materiales, trazando el mejor flujo.
3. **Utilización del espacio cúbico** Aunque el espacio es de tres dimensiones, pocas veces se piensa en el espacio vertical. Esta acción es muy útil cuando se tienen espacios reducidos y su utilización debe ser máxima.
4. **Seguridad y bienestar para el trabajador** Éste debe ser uno de los objetivos principales en toda distribución.
5. **Flexibilidad** Se debe obtener una distribución fácilmente reajutable a los cambios que exija el medio, para poder cambiar el tipo de proceso de la manera más económica, si fuera necesario.

## Tipos de proceso y sus características

Cualquiera que sea la manera en que esté hecha una distribución de la planta, afecta al manejo de los materiales, la utilización del equipo, los niveles de inventario, la productividad de los trabajadores, e inclusive la comunicación de grupo y la moral de los empleados. La distribución está determinada en gran medida por:

1. El tipo de producto (ya sea un bien o un servicio, el diseño del producto y los estándares de calidad).
2. El tipo de proceso productivo (tecnología empleada y materiales que se requieren).
3. El volumen de producción (tipo continuo y alto volumen producido o intermitente y bajo volumen de producción).

Existen tres tipos básicos de distribución:

- a) **Distribución por proceso** Agrupa a las personas y al equipo que realizan funciones similares y hacen trabajos rutinarios en bajos volúmenes de producción. El trabajo es intermitente y guiado por órdenes de trabajo individuales. Éstas son las principales características de la distribución por proceso: son sistemas flexibles para trabajo rutinario, por lo que son menos vulnerables a los paros. El equipo es poco costoso, pero se requiere mano de obra especializada para manejarlo, lo cual proporciona mayor satisfacción al trabajador. Por lo anterior, el costo de supervisión por empleado es alto, el equipo no se utiliza a su máxima capacidad y el control de la producción es más complejo.
- b) **Distribución por producto** Agrupa a los trabajadores y al equipo de acuerdo con la secuencia de operaciones realizadas sobre el producto o usuario. Las líneas de ensamble son características de esta distribución con el uso de transportadores y equipo muy automatizado para producir grandes volúmenes de, relativamente, pocos productos. El trabajo es continuo y se guía por instrucciones estandarizadas. Sus principales características se mencionan a continuación.

Existe una alta utilización del personal y del equipo, el cual es muy especializado y costoso. El costo del manejo de materiales es bajo y la mano de obra no es especializada. Como los empleados efectúan tareas rutinarias y repetitivas, el trabajo se vuelve aburrido. El control de la producción es simplificado, con operaciones interdependientes, y por esa razón la mayoría de este tipo de distribuciones es inflexible.

- c) **Distribución por componente fijo** Aquí la mano de obra, los materiales y el equipo acuden al sitio de trabajo, como en la construcción de un edificio o un barco. Tienen la ventaja de que el control y la planeación del proyecto pueden realizarse usando técnicas como el CPM (ruta crítica) y PERT.

Actualmente hay muchos avances en la implantación de distribuciones flexibles. Esto es, distribuciones de fácil y económica adaptación a un cambio de proceso de producción, que incorpore las ventajas de la distribución por proceso y por producto, lo cual haría a una empresa mucho más competitiva en su área.

### Métodos de distribución. Diagrama de recorrido y SLP

La distribución de una planta debe integrar numerosas variables interdependientes. Una buena distribución reduce al mínimo posible los costos no productivos, como el manejo de materiales y el almacenamiento, mientras que permite aprovechar al máximo la eficiencia de los trabajadores. El objetivo de cada una de las distribuciones es:

- a) **Distribución por proceso** Reducir al mínimo posible el costo del manejo de materiales, ajustando el tamaño y modificando la localización de los departamentos de acuerdo con el volumen y la cantidad de flujo de los productos.
- b) **Distribución por producto** Aprovechar al máximo la efectividad del trabajador agrupando el trabajo secuencial en módulos de operación que producen una alta utilización de la mano de obra y del equipo, con un mínimo de tiempo ocioso.

Los métodos para realizar la distribución por proceso o funcional son el diagrama de recorrido y el SLP (*Systematic Layout Planning*).

**Método del diagrama de recorrido** Es un procedimiento de prueba y error que busca reducir al mínimo posible los flujos no adyacentes colocando en la posición central a los departamentos más activos. Se desarrolla una carta o diagrama de recorrido (*travel chart*) para mostrar el número de movimientos efectuados entre departamentos y así identificar los departamentos más activos. La solución se logra por medio de una serie de pruebas usando círculos para denotar los departamentos y líneas conectoras para representar las cargas transportadas en un periodo. Se llaman departamentos adyacentes aquellos que en la distribución hayan quedado juntos, arriba, abajo, a los lados o en forma diagonal. El método se puede desarrollar en cinco pasos:

1. Construya una matriz en donde tanto en los renglones como en las columnas aparezcan todos los departamentos existentes en la empresa (vea la figura 3.10).
2. Determine la frecuencia de transporte de materiales entre todos los departamentos llenando la matriz. Así, en el ejemplo del departamento C al E hay una frecuencia de 10 movimientos.
3. Ubique en la posición central de la distribución al o los departamentos más activos. Esto se logra con sólo sumar de la matriz el número total de movimientos en cada departamento tanto de adentro hacia afuera como de afuera hacia adentro.
4. Mediante aproximaciones sucesivas, localice los demás departamentos, en forma que se reduzcan al mínimo posible los flujos no adyacentes.

		Número de movimientos hacia						
		A	B	C	D	E	F	G
Desde	A	—						
	B		—					
	C			—		10		
	D				—			
	E					—		
	F						—	
	G							—

Figura 3.10 Matriz de un diagrama de recorrido (*travel chart*).

5. La solución es óptima si se han logrado eliminar todos los flujos no adyacentes. Si éstos aún persisten, intente reducir al mínimo posible el número de unidades que fluyen a las áreas no adyacentes, ponderando distancia y número de unidades transportadas. El método de diagrama de recorrido se debe utilizar cuando el transporte de materiales es intenso pero no es costoso.

**El método SLP** Con frecuencia el estudiante confunde al método SLP, el cual se mostrará con detalle posteriormente, con la Planeación Sistemática de la Distribución de Instalaciones. Para que el método SLP tenga éxito, se requiere una serie de datos sugeridos por Richard Muther. Los primeros datos que se deben conocer son P, Q, R, S y T, que por sus siglas en inglés significan: P, *producto*, con todas sus especificaciones, las cuales se declaran desde el principio de la evaluación del proyecto. Q (*quantity*), *cantidad de producto* que se desea elaborar, lo cual se determina tanto en el estudio de mercado como en la determinación del tamaño de planta. R (*route*), *secuencia* que sigue la materia prima dentro del proceso de producción. S (*supplies*), *insumos* necesarios para llevar a cabo el proceso productivo. T, *tiempo*, que es la programación de la producción.

Después se necesita tomar en cuenta el flujo de materiales y la relación de actividades que se tienen en las operaciones del proceso de producción. Con estos datos ya es posible aplicar el método SLP. Una vez que se ha desarrollado el método, se verifica el espacio requerido y se le compara con el espacio disponible. Para proyectar el espacio requerido, es necesario calcular las áreas para todas las actividades de la planta. De aquí, de acuerdo con la cantidad de máquinas y al volumen que ocupa cada una, se realiza un primer intento de distribución. Con esto se efectúan los ajustes necesarios para llegar a determinar la distribución definitiva de las instalaciones de una planta. Ésta es la planeación del SLP. El SLP se debe utilizar cuando el manejo de materiales no es intenso ni costoso.

El método SLP utiliza una técnica poco cuantitativa al proponer distribuciones con base en la conveniencia de cercanía entre los departamentos. Emplea la simbología internacional dada en la figura 3.11.

Se ha subrayado la primera letra del orden de proximidad, para mostrar que la simbología es nemotécnica. El método puede desarrollarse en los siguientes pasos:

1. Construya una matriz diagonal como la mostrada en la figura 3.12 y anote los datos correspondientes al nombre del departamento y al área que ocupa. Observe que la matriz tiene la forma en que están relacionados todos los departamentos de la empresa.
2. Llene cada uno de los cuadros de la matriz (diagrama de correlación) con la letra del código de proximidades que se considere más acorde con la necesidad de cercanía entre los departamentos.
3. Construya un diagrama de hilos a partir del código de proximidad, tal como se muestra en la figura 3.13.
4. Como el diagrama de hilos debe coincidir con el de correlación en lo que se refiere a la proximidad de los departamentos, y de hecho ya es un plano, éste se considera la base para proponer la distribución.

Letra	Orden de proximidad	Valor en líneas
A	<u>A</u> bsolutamente necesaria	=====
E	<u>E</u> specialmente importante	=====
I	<u>I</u> mportante	=====
O	<u>O</u> rdinaria o normal	=====
U	<u>U</u> nimportant (sin importancia)	=====
X	<u>X</u> ndeseable	~~~~~
XX	<u>XX</u> uy indeseable	~~~~~

Figura 3.11 Simbología del método SLP.



Figura 3.12 Matriz diagonal (diagrama de correlación) que se utiliza en el método SLP.

- 5. La distribución propuesta es óptima cuando las proximidades coinciden en ambos diagramas y en el plano de la planta.

Observe que ambos métodos se realizan por prueba y error. Hasta la fecha no es posible determinar cuantitativamente cuándo se ha alcanzado la mejor distribución. Aquí interviene en gran medida el ingenio del investigador, pues no es forzoso que todos los departamentos tengan lados iguales ni una superficie regular; esto es, no se precisa construir un rompecabezas por la cercanía de las piezas, pero el diseñador les da forma según su criterio y los principios y objetivos de la distribución de planta.

Por último, se menciona que el método empleado para proponer distribuciones por producto es el de **balanceo de líneas**, que consiste en alinear las actividades de trabajo secuencial en módulos de servicio para obtener la máxima utilización de mano de obra y de equipo. Las actividades de trabajo compatibles entre sí se combinan en grupos que consuman aproximadamente el mismo tiempo, lo cual se hace sin violar las relaciones de procedencia.

El **periodo de trabajo** (o de operación) que tiene disponible cada componente en un módulo o estación de trabajo es el tiempo de ciclo, entendido también como el lapso que tarda un producto en abandonar una línea de producción. Si el tiempo requerido en algún módulo excede al que tiene disponible un trabajador (o trabajadores de ese módulo) entonces habrá que agregar más trabajadores. Este método tiene la desventaja de que en los cálculos no incorpora las contingencias normales que surgen en un proceso de producción continuo.

**balanceo de líneas**

consiste en alinear las actividades de trabajo secuencial en módulos de servicio para obtener la máxima utilización de mano de obra y de equipo

**periodo de trabajo**

lapso que tarda un producto en abandonar una línea de producción

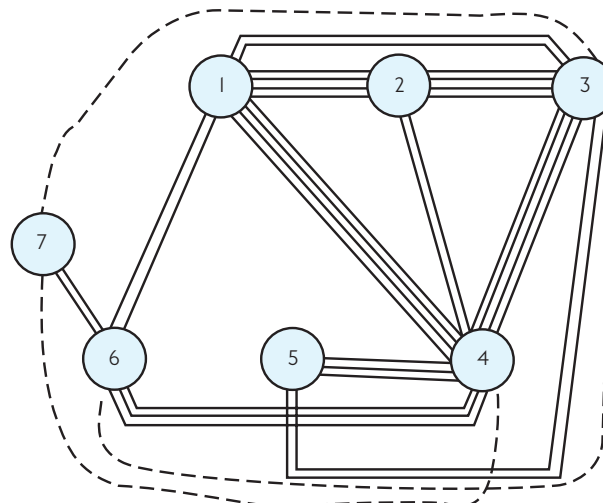


Figura 3.13 Diagrama de hilos que se emplea en el método SLP.



El doctor Richard Muther, uno de los líderes en la ingeniería industrial sobre aspectos de distribución de instalaciones, ha desarrollado métodos para optimizar todo tipo de actividades dentro de la empresa. Por ejemplo, además del SLP ya mostrado, también desarrolló el Análisis Sistemático del Manejo de Materiales (SHA, *Systematic Handling Analysis*), que se utiliza para optimizar el manejo de materiales tomando en cuenta su clasificación (riesgosos, flamables, tóxicos, perecederos, frágiles, etc.), a los métodos para su manejo (manuales, semiautomáticos y automáticos) y un análisis de los movimientos de los materiales y sus velocidades dentro del proceso de producción.

Otro método que desarrolló es el Análisis Sistemático de los Medios de Comunicación dentro de la empresa (SCA, *Systematic Communications Analysis*), donde se requiere clasificar la información que se maneja, determinar cuáles son los orígenes y destinos de la información y analizar los medios de transmisión que se requieren, para lo cual es necesario conocer y entender lo que son los medios de comunicación. Con estos datos es posible optimizar la comunicación dentro de una empresa.

Los últimos métodos que ha desarrollado el doctor Muther son el Análisis Sistemático de los Servicios (SUA, *Systematic Utilities Analysis*) y la Planeación Sistemática de las Construcciones (SBP, *Systematic Building Planning*), con lo cual se abarcan todos los aspectos de la planta productiva cuando se requiere un análisis o una planeación para tomar una decisión sobre la distribución de instalaciones.

## Cálculo de las áreas de la planta. Bases de cálculo

Ya que se ha logrado llegar a una proporción de la distribución ideal de la planta, sigue la tarea de calcular las áreas de cada departamento o sección de planta, para plasmar ambas cosas en el plano definitivo de la planta. A continuación se mencionan las principales áreas que normalmente existen en una empresa y cuál sería su base de cálculo.

- 1. Recepción de materiales y embarques del producto terminado** El área asignada para este departamento depende de los siguientes factores.
  - a) Volumen de maniobra y frecuencia de recepción (o embarque).
  - b) Tipo de material (varían mucho entre sí las necesidades para líquidos, granos, metales o material voluminoso, como algodón u otros).
  - c) Forma de recepción o embarque. Debe precisarse si se recibirá (o embarcará) haciendo un pesaje en la empresa, si el pesaje es externo, si se contarán unidades, medirán volúmenes, etcétera.
  
- 2. Almacenes** Dentro de la empresa puede haber tres tipos de materiales: materia prima, producto en proceso y producto terminado. Para calcular el área de almacén de materia prima se recomienda usar el concepto de lote económico de la teoría de inventarios. El lote económico es la cantidad que debe adquirirse cada vez que se surten los inventarios para manejarlos en forma económicamente óptima. Es un modelo determinístico para el manejo de inventarios que supone la reposición instantánea, el consumo de materia prima a una tasa constante y el mantenimiento de una reserva de seguridad previamente establecida. El resultado del cálculo del lote económico es una cantidad dada en unidades, toneladas, litros, o cualquier otra unidad de medida, lo cual permite calcular el área necesaria para almacenar esa cantidad comprada mediante la simple multiplicación de la cantidad adquirida por el área ocupada por cada unidad. El lote económico también permite calcular la frecuencia de compra, y se deberá realizar el cálculo del mismo por cada materia prima

utilizada, para así determinar el área total ocupada por la materia prima tipo A utilizada, para así determinar el área total ocupada por la materia prima. Las materias primas tipo B y C, ya no son tan importantes económicamente. Se debe calcular un área para estas materias primas, pero sin utilizar el concepto de lote económico.

Para el cálculo del área ocupada por el producto en proceso, se puede decir que cada proceso que incurre en tener productos semielaborados es totalmente distinto. Por ejemplo, el armado de automóviles o el de aparatos eléctricos; el madurado de un queso, el curado de un tabaco, el añejamiento de un vino. Por esta razón, en caso de que en la evaluación de un proyecto se tuviera esta situación, debe estudiarse en forma especial el cálculo del área destinada para el producto en proceso.

Para calcular almacenes de producto terminado, el grado en el que éste permanezca en bodega dependerá de la coordinación entre los departamentos de producción y ventas, aunque también de los turnos trabajados por día, y la hora y la frecuencia con la que el departamento de ventas recoge el producto terminado; es decir, si el departamento de ventas sólo recoge el producto en la mañana y se trabajan tres turnos por día, los almacenes deberán tener capacidad para guardar todo el producto de tres turnos de trabajo.

3. **Departamento de producción** El área que ocupe este departamento dependerá del número y las dimensiones de las máquinas que se empleen; del número de trabajadores; de la intensidad del tráfico en el manejo de materiales y de obedecer las normas de seguridad e higiene en lo referente a los espacios libres para maniobra y paso de los obreros.
4. **Control de calidad** El área destinada a este departamento dependerá del tipo de control que se ejerza y de la cantidad de pruebas que se realicen.
5. **Servicios auxiliares** Equipos que producen ciertos servicios, como agua caliente (calderas), aire a presión (compresores de aire), agua fría (compresores de amoníaco o freón y bancos de hielo), no se encuentran dentro del área productiva, sino que se les asigna una localización especial, totalmente separada. La magnitud del área asignada dependerá del número y el tipo de maquinaria y de los espacios necesarios para realizar maniobras, sobre todo de mantenimiento.
6. **Sanitarios** El tamaño del área donde se encuentren está sujeta a los señalamientos de la Ley Federal del Trabajo, ordenamiento que exige que exista un servicio sanitario completo por cada 15 trabajadores del mismo sexo o fracción mayor de siete. El acondicionamiento de áreas especiales para guardar ropa (*lockers*) y de servicios de regaderas para bañarse, están sujetos a la decisión de la empresa.
7. **Oficinas** El área destinada a oficina dependerá de la magnitud de la mano de obra indirecta y de los cuadros directivos y de control de la empresa, se pueden asignar oficinas privadas para los niveles que van de jefe de turno, supervisor, gerentes (producción, administración, ventas, planeación, relaciones humanas, etcétera), contadores y auxiliares, por ejemplo, además de los lugares para las secretarías de cada gerencia y del personal con que cuente cada una de ellas. Todo ello dependerá de la magnitud de la estructura administrativa y, por supuesto, de los recursos con que cuente la empresa, pues muchas funciones, tales como la contabilidad, la selección de personal, la planeación, y otras, pueden asignarse a personas o entidades ajenas a la empresa, con lo que no serían necesarias ciertas gerencias.

También hay que tomar en cuenta el área de oficinas de atención al público, no sólo de ventas, sino también para atención de proveedores y acreedores.

8. **Mantenimiento** En todas las empresas se da mantenimiento de algún tipo. Del tipo que se aplique dependerá el área asignada a este departamento. Es claro que los recursos variarán mucho de acuerdo con sus características. Esta cuestión la decidirán los promotores del proyecto.
9. **Área de tratamiento o disposición de desechos contaminantes** Una enorme cantidad de procesos productivos genera desechos y algunos de ellos son contaminantes. Un simple residuo que genere un olor pútrido o desagradable es contaminante, y ya no se diga de arrojar al ambiente desperdicios verdaderamente contaminantes, como ácidos a los ríos,

vapores corrosivos a la atmósfera, etc. Cuando se detecte que el proceso productivo genera algún tipo de desecho o subproducto contaminante, deberá preverse un área suficiente para su tratamiento o disposición de manera que cumpla con cierta reglamentación para el control y manejo de este tipo de basura.

Se considera que éstas son las áreas mínimas con que debe contar una empresa. Pueden existir muchas otras, tales como expansión, recreación, cocina, comedor, auditorio o vigilancia, pero sólo se deberán considerar en un proyecto con la aprobación previa de los promotores, ya que no son áreas estrictamente necesarias y que implican una erogación adicional, aparentemente no productiva.

## Organización del recurso humano y organigrama general de la empresa

El estudio de organización no es suficientemente analítico en la mayoría de los casos, lo cual impide una cuantificación correcta, tanto de la inversión inicial como de los costos de administración. En la fase de anteproyecto no es necesario profundizar totalmente en el tema, pero cuando se lleve a cabo el proyecto definitivo, se recomienda encargar el análisis a empresas especializadas, aunque esto dependerá de cuán grande sea la empresa y su estructura de organización.

Desde el momento en que los recursos monetarios en un proyecto son escasos y se fijan objetivos por alcanzar, es necesario asignar esos recursos de la mejor manera, para optimizar su uso. Esta asignación práctica de recursos desde las etapas iniciales de una empresa sólo la hace un administrador eficiente.

Las etapas iniciales de un proyecto comprenden actividades como constitución legal, trámites gubernamentales, compra de terreno, construcción de edificio (o su adaptación), compra de maquinaria, contratación de personal, selección de proveedores, contratos escritos con clientes, pruebas de arranque, consecución del crédito más conveniente, entre otras muchas actividades iniciales, mismas que deben ser programadas, coordinadas y controladas.

Todas estas actividades y su administración deben ser previstas adecuadamente desde las primeras etapas, ya que ésa es la mejor manera de garantizar la consecución de los objetivos de la empresa.

Señalar que las actividades mencionadas deben ser programadas, coordinadas y controladas, no implica necesariamente que todo deba hacerse internamente en la empresa. Las actividades son tan complejas o variadas, que con frecuencia es necesario contratar servicios externos, no sólo en las etapas iniciales, sino de forma rutinaria. Ejemplo de esto es la contratación de auditorías, el servicio de mantenimiento preventivo, los estudios especiales y los cursos de capacitación, pues resulta imposible que una sola entidad productiva cuente con todos los recursos necesarios para desarrollar adecuadamente tales actividades.

Como se puede observar, la decisión de plantear en el estudio la contratación de determinados servicios externos iniciales y permanentes hará variar en gran medida los cálculos iniciales sobre inversión y costos operativos.

Por otro lado, debe aclararse que sería erróneo diseñar una estructura administrativa permanente, tan dinámica como lo es la propia empresa. Si al crecer esta última se considera más conveniente desistir de ciertos servicios externos, lo mejor será hacerlo así y no pensar en la permanencia de las estructuras actuales, diseñadas para cierto estado temporal de la empresa. Es decir, se debe dotar a la organización de la flexibilidad suficiente para adaptarse rápidamente a los cambios de la empresa. Esta flexibilidad también cuenta en lo que se refiere a las instalaciones y los espacios administrativos disponibles.

No hay que olvidar que mientras en algunas empresas pequeñas las actividades como la selección del personal y contabilidad las realizan entidades externas, en las grandes empresas existen departamentos de planeación, investigación y desarrollo, comercio internacional y otros. Lo que esas empresas grandes indican es que al ir creciendo, les resultó más conveniente absorber todos los servicios externos en vez de contratarlos, pero eso sólo fue posible gracias a una estructura administrativa flexible y fácilmente adaptable a los cambios.

Es necesario presentar un organigrama general de la empresa. De entre todos los tipos de organigrama que existen, como el circular, de escalera, horizontal, vertical, etc., se debe seleccionar el organigrama lineo-funcional o simplemente funcional. La razón es que se debe presentar ante el promotor del proyecto todos los puestos que se están proponiendo dentro de la nueva empresa; por tanto, no basta con presentar un organigrama que muestre todas las áreas de actividad, ni todos los niveles jerárquicos, que a juicio del investigador son los más apropiados al tamaño y tipo de empresa. Existen puestos como los de secretarías, asistentes, ayudantes, etc., que podrán ser mostrados mediante un organigrama funcional. Incluso las actividades de staff o de asesoría o servicio externo, que deben estar incluidas en el organigrama.

El objetivo de presentar un organigrama es observar la cantidad total de personal que trabajará para la nueva empresa, ya sean internos o como servicio externo, y esta cantidad de personal, será la que se va a considerar en el análisis económico para incluirse en la nómina de pago.

El investigador deberá analizar perfectamente la cantidad de personal directivo que se va a considerar. En la fase de planeación e instalación de la empresa, seguramente habrá mucho personal de servicio externo, pero en la fase de operación normal, este tipo de personal podrá aparecer, o podrá ser personal interno a la empresa. A mayor tamaño de la organización, mayor cantidad de puestos directivos. Un error es considerar demasiado personal directivo, como gerentes, subdirectores, directores, etc., y demasiadas áreas como recursos humanos, investigación y desarrollo, planeación y diseño, control de calidad, mantenimiento, etc., en empresas muy pequeñas. Si no se consideran, no significa que actividades como selección de personal, mantenimiento y control de calidad, no vayan a existir como actividades dentro de la empresa, lo que significa es que se podrá contratar como servicio externo (*outsourcing*). Incluso, una de las tendencias de la empresa moderna, es contratar a los servicios de limpieza y vigilancia como servicio externo.

La base para decidir si determinada actividad debe ser interna o externa, es analizar si el personal que ocupe determinado puesto tiene suficientes actividades como para mantenerlo ocupado todo el día, durante todos los días laborables del año. Por ejemplo, si se considera que la persona que ocupe el puesto de contador general, tiene tal número de actividades que realmente va a estar ocupado la mayor parte de su tiempo, entonces habrá que contratar a un contador general, incluso con auxiliares y una asistente, de lo contrario, si las actividades son pocas, será mejor contratar a un despacho de contabilidad para realizar a mucho menor costo, todas las actividades relacionadas. El mismo análisis deberá hacerse con otras áreas de la planta, básicamente control de calidad, mantenimiento, asesoría legal, contratación de personal, vigilancia y personal de limpieza.

Hay una tendencia actual muy importante para la administración y organización de las empresas de nueva creación, el uso intensivo de los sistemas de información. Ya se considera obsoleta la antigua estructura del organigrama militar, donde el gerente o director general era quien tomaba las decisiones en una estructura administrativa rígida. Las nuevas tendencias impulsan a la administración por procesos y a la organización inteligente.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Organización inteligente no es un término presuntivo, se ha acuñado porque, al utilizar la tecnología informática, las empresas disponen con mayor facilidad de los llamados *datawarehouse* o minería de datos, entre muchas otras facilidades, lo que capacita a esa empresa para ser más inteligente que otras que no utilizan tecnología informática, en términos de la información que se puede obtener y que otorga ventajas competitivas a la empresa.

La **administración por procesos**<sup>4</sup> implica definir cada uno de los procesos que suceden a lo largo de la cadena de suministros<sup>5</sup> de la propia empresa. Este enfoque de procesos va hasta las entrañas mismas de la administración de cualquier organización, analiza los pasos, etapas o actividades que generan valor para el cliente, quien es el que realmente le interesa a los propietarios de cualquier empresa; de modo que se trata de realizar sólo las actividades generadoras de valor y eliminar, desde luego, aquellas que no lo hacen. La administración y organización de las nuevas empresas ahora están subordinadas a eficientar la cadena de suministros con todos los procesos que contiene, ya que cada uno de esos procesos agrega o genera valor para el cliente.

#### administración por procesos

define cada uno de los procesos que suceden a lo largo de la cadena de suministros de la empresa con el fin de generar valor para el cliente

Por otro lado, una **organización inteligente** es aquella que utiliza tecnología informática en forma de una red interna en la empresa. En el pasado reciente, las pequeñas empresas adquirían una PC y software sólo para administrar y controlar la contabilidad de la empresa, luego adquirirían otra PC y software para controlar los inventarios, y después otra más para planear la producción, etc. Cuando querían integrar toda esa información y sentían la necesidad de tener una red interna de PC, se daban cuenta que cada software estaba en una plataforma distinta y que era un verdadero problema reunir todos los datos de cada PC individual en una sola base para operar en forma de red.

#### organización inteligente

es aquella que utiliza tecnología informática en forma de una red interna en la empresa

Una organización inteligente, debe contar mínimo con una red de computadoras y utilizar un software que maneje la información de manera integral, llamados comúnmente ERP (*Enterprise Resources Planning* o planeación de los recursos de la empresa). Más allá de esto existe en el mercado una enorme cantidad de software, que de ser utilizado por la empresa le otorgaría grandes ventajas competitivas.

Desde luego no es objeto de este texto profundizar en estos temas, aunque es conveniente señalarlos a fin de que las empresas de nueva creación inicien sus actividades con un mayor nivel de competitividad para que así aumenten sus posibilidades de sobrevivencia y de éxito.

## Marco legal de la empresa y factores relevantes

En toda nación existe una constitución o su equivalente que rige los actos tanto del gobierno en el poder como de las instituciones y los individuos. A esa norma le siguen una serie de códigos de la más diversa índole, como el fiscal, sanitario, civil y penal; finalmente, existe una serie de reglamentaciones de carácter local o regional, casi siempre sobre los mismos aspectos.

Es obvio señalar que tanto la constitución como una gran parte de los códigos y reglamentos locales, regionales y nacionales, repercuten de alguna manera sobre un proyecto y, por tanto, deben tomarse en cuenta, ya que toda actividad empresarial y lucrativa se encuentra incorporada a determinado marco jurídico.

No hay que olvidar que un proyecto, por muy rentable que sea, antes de ponerse en marcha debe incorporarse y acatar las disposiciones jurídicas vigentes. Desde la primera actividad al poner en marcha un proyecto, que es la constitución legal de la empresa, la ley dicta los tipos de sociedad permitidos, su funcionamiento, sus restricciones, dentro de las cuales la más importante es la forma y el monto de participación extranjera en la empresa. Por esto, la

<sup>4</sup> Proceso se define como una secuencia de pasos o etapas que se utilizan para transformar un insumo en un resultado con un valor determinado para un cliente, interno o externo. Insumo se emplea aquí con un significado general que incluye objetos, pero también cualquier tipo de aportación susceptible de generar un resultado. Cuando se emplea el término cliente interno se considera que un proceso no está aislado en la empresa, sino que forma parte de un conjunto de procesos interconectados y el resultado de uno es, a su vez, insumo del siguiente.

<sup>5</sup> La cadena de suministros está formada por proveedores, proveedores de sus proveedores, clientes de sus clientes, competidores con los que cooperan, transportistas de sus materias primas y de sus productos, empresas que almacenan y distribuyen sus productos, esto es, actualmente se considera que la empresa no empieza y termina en sus límites físicos, sino mucho más allá.

primera decisión jurídica que se adopta es el tipo de sociedad que operará la empresa y la forma de su administración.

En segundo lugar, determinará la forma de participación extranjera en caso de que existiera.

Aunque parezca que sólo en el aspecto mencionado es importante el conocimiento de las leyes, a continuación se mencionan aspectos relacionados con la empresa y se señala cómo repercute un conocimiento profundo del marco legal en el mejor aprovechamiento de los recursos con que ella cuenta.

**a) Mercado**

1. Legislación sanitaria sobre los permisos que deben obtenerse, la forma de presentación del producto, sobre todo en el caso de los alimentos.
2. Elaboración y funcionamiento de contratos con proveedores y clientes.
3. Permisos de vialidad y sanitarios para el transporte del producto.

**b) Localización**

1. Estudios de posesión y vigencia de los títulos de bienes raíces.
2. Litigios, prohibiciones, contaminación ambiental, uso intensivo de agua en determinadas zonas.
3. Apoyos fiscales por medio de exención de impuestos, a cambio de ubicarse en determinada zona.
4. Gastos notariales, transferencias, inscripción en Registro Público de la Propiedad y el Comercio.
5. Determinación de los honorarios de los especialistas o profesionales que efectúen todos los trámites necesarios.

**c) Estudio técnico**

1. Transferencia de tecnología.
2. Compra de marcas y patentes. Pago de regalías.
3. Aranceles y permisos necesarios en caso de que se importe alguna maquinaria o materia prima.
4. Leyes contractuales, en caso de que se requieran servicios externos.

**d) Administración y organización**

1. Leyes que regulan la contratación de personal sindicalizado y de confianza. Pago de utilidades al finalizar el ejercicio.
2. Prestaciones sociales a los trabajadores. Vacaciones, incentivos, seguridad social, ayuda a la vivienda, etcétera.
3. Leyes sobre seguridad industrial mínima y obligaciones patronales en caso de accidentes de trabajo.

**e) Aspecto financiero y contable**

1. La Ley del Impuesto sobre la Renta rige lo concerniente a: tratamiento fiscal sobre depreciación y amortización, método fiscal para la valuación de inventarios, pérdidas o ganancias de operación, cuentas incobrables, impuestos por pagar, ganancias retenidas, gastos que puedan deducirse de impuestos y los que no están sujetos a esta política, etcétera.
2. Si la empresa adquiere un préstamo de alguna institución crediticia, hay que conocer las leyes bancarias y de las instituciones de crédito, así como las obligaciones contractuales que de ello se deriven.

Éstos y algunos otros aspectos legales son importantes tanto para su conocimiento como para su buen manejo, con el fin de que la empresa aplique óptimamente sus recursos y alcance las metas que se ha fijado.

**CASO PRÁCTICO****Estudio técnico****III Introducción**

La tecnología que aquí se presenta no es el método exacto para elaborar mermeladas, lo cual no debe confundir al estudiante. El ejemplo pretende mostrar una metodología para realizar estudios técnicos en evaluación de proyectos, más que mostrar un proceso de producción. También hay que decir que esta parte del proyecto, a pesar de ser muy técnica, puede ser desarrollada por cualquier estudiante que utilice su ingenio para resolver problemas, independientemente de su especialidad.

**Contenido**

*Localización óptima de la planta*

*Determinación de la capacidad instalada óptima de la planta*

*Descripción del proceso productivo*

*Optimización del proceso productivo y de la capacidad de producción de la planta*

*Selección de maquinaria*

*Cálculo de la mano de obra necesaria*

*Justificación de la cantidad de equipo comprado*

*Pruebas de control de calidad*

*Mantenimiento que se aplicará por la empresa*

*Determinación de las áreas de trabajo necesarias*

*Distribución de planta*

*Organigrama de la empresa (organización del recurso humano)*

*Aspectos legales de la empresa*

*Conclusiones del estudio técnico*

**III Localización óptima<sup>6</sup> de la planta**

Una de las primeras limitantes de la localización de la planta es la disponibilidad de materia prima. Se decía en el estudio de mercado que 85% de la mermelada que se consume es de sabor fresa, de forma que un primer condicionante es ubicar la planta en un estado del país que sea productor de fresa, y sólo existen tres entidades con esa característica: Michoacán, Guanajuato y Estado de México. Se describen las principales características socioeconómicas de cada uno de ellos, pues estos datos servirán de base para aplicar dos distintos métodos de localización.

**DATOS GENERALES DEL ESTADO DE MICHOACÁN**

- Superficie: 58 199 km<sup>2</sup>.
- Ciudades principales: Morelia, Uruapan y Zamora.
- Clima:<sup>7</sup> en 34% de la superficie estatal, cálido y subhúmedo con lluvias en verano.
- Municipios: 113.
- Promedio de escolaridad:<sup>8</sup> 5.1 años.

<sup>6</sup> El término óptimo u optimizar será utilizado en este contexto como la mejor elección bajo las condiciones en las cuales se toma la decisión y no necesariamente conlleva una medición exacta de resultados que demuestren que la elección hecha es óptima desde el punto de vista matemático.

<sup>7</sup> Fuente: CGSNEGI, Carta de climas, 1: 1 000 000. Se consultó esta fuente para los tres estados.

<sup>8</sup> Fuente: INEGI, Dirección de Estadísticas Demográficas y Sociales, *Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos*.

- Principales centros educativos:<sup>9</sup> Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, El Colegio de Michoacán, Instituto Tecnológico de Morelia.
- Red carretera:<sup>10</sup> carreteras principales, 2 596 km; carreteras secundarias: 2 403 km; red carretera federal de cuota, 258 km; red ferroviaria, 1 148 km; aeropuerto internacional, ninguno; aeropuertos nacionales, 4; puertos de altura, 1.
- Número de parques industriales: 11.

#### DATOS GENERALES DEL ESTADO DE MÉXICO

- Superficie: 21 196 km<sup>2</sup>.
- Clima: en 61% de la superficie estatal el clima es templado y subhúmedo con lluvias en verano.
- Ciudades principales: Nezahualcóyotl, Ecatepec, Toluca y Naucalpan.
- Municipios:<sup>11</sup> 122.
- Promedio de escolaridad:<sup>12</sup> 6.5 años.
- Principales centros educativos:<sup>13</sup> Universidad Autónoma de Chapingo, Universidad Autónoma del Estado de México, Tecnológico de Monterrey y tres institutos tecnológicos regionales.
- Comunicaciones y transportes:<sup>14</sup> carreteras principales: 10 042 km; carreteras secundarias: 6 292 km; red carretera federal de cuota: 259 km; red ferroviaria, 1 288 km; aeropuerto internacional, 1; aeropuertos nacionales, 2.
- Número de parques industriales: 36.

#### DATOS GENERALES DEL ESTADO DE GUANAJUATO

- Superficie:<sup>15</sup> 30 768 km<sup>2</sup>.
- Clima: en 35% de la superficie estatal es semicálido y subhúmedo con lluvias en verano.
- Ciudades principales: León, Irapuato, Celaya, Salamanca y Guanajuato.
- Municipios:<sup>16</sup> 46.
- Promedio de escolaridad:<sup>17</sup> 4.9 años.
- Principales centros educativos: Universidad Autónoma de Guanajuato, cinco tecnológicos regionales, Tecnológico de Monterrey y Universidad Panamericana.
- Comunicaciones y transportes:<sup>18</sup> carreteras principales, 1 300 km; carreteras secundarias, 2 158 km; red de carretera federal de cuota: 140 km; red ferroviaria: 1 072 km; aeropuerto internacional: ninguno; aeropuertos nacionales: 3.
- Número de parques industriales: 9.

### ■■■ Método de localización por puntos ponderados

Para realizar este método se requiere mencionar determinados factores, que benefician o perjudican la ubicación de la planta en esa entidad, y asignarles un peso. Los factores seleccionados y los pesos asignados se muestran en la tabla 3.4.

<sup>9</sup> Fuente: SEP estatal, 1995.

<sup>10</sup> Fuente: Centro de SCT estatal, Unidad de Programación y Evaluación, Junta de Caminos.

<sup>11</sup> Fuente: INEGI, Dirección General de Estadísticas Demográficas y Sociales.

<sup>12</sup> Fuente: SEP estatal.

<sup>13</sup> Fuente: SEP estatal, 1995.

<sup>14</sup> Fuente: Centro SCT, México, Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Gobierno del Estado, Junta de Caminos, 1997.

<sup>15</sup> Fuente: INEGI, Dirección General de Estadística, 1995.

<sup>16</sup> Fuente: INEGI, Dirección General de Estadística, 1995.

<sup>17</sup> Fuente: SEP estatal, 1995.

<sup>18</sup> Fuente: Centro SCT estatal, Unidad de programación y evaluación del Gobierno del Estado, 1997.



Tabla 3.4

Factor	Peso
1. Cercanía de los principales centros de consumo	0.25
2. Disponibilidad de materia prima	0.05
3. Infraestructura industrial	0.3
4. Nivel escolar de la mano de obra	0.15
5. Clima	0.1
6. Estímulos fiscales	0.15

Tabla 3.5

Factor	Peso	Calificación			Calificación ponderada		
		Mich.	Méx.	Gto.	Mich.	Méx.	Gto.
1	0.25	7	9	7	1.75	2.25	1.75
2	0.05	9	9	10	0.45	0.45	0.5
3	0.3	8	10	7	2.4	3.0	2.1
4	0.15	8	10	7	1.2	1.5	1.05
5	0.1	10	10	10	1	1	1
6	0.15	9	7	9	1.35	1.05	1.35
<b>Total</b>	<b>1.00</b>				<b>8.15</b>	<b>9.25</b>	<b>7.75</b>

**Nota:** La calificación de 10 se asigna si la satisfacción de un factor es total y disminuye proporcionalmente con base en este criterio.

La materia prima tiene la menor ponderación porque se encuentra disponible en las tres entidades. Las calificaciones se asignan con base en los datos generales mostrados anteriormente. A continuación se muestra la calificación ponderada (vea la tabla 3.5).

Observe que en el Estado de México existen 36 parques industriales, lo que garantiza la instalación de la empresa casi en cualquier lugar del estado.

De la tabla 3.5 resulta que, debido a que el Estado de México presenta la mayor calificación ponderada, es el seleccionado para instalar la planta. Sin embargo, se ha mencionado que en el Estado de México existen 36 parques industriales distribuidos en ocho zonas industriales, de forma que ahora es necesario determinar la ubicación precisa. Cerca de 69% de la industria del estado se ubica en el corredor industrial Tlalnepantla-Cuautitlán-Texcoco, 11% en el corredor Toluca-Lerma, y el resto en otros municipios. Si se toman en cuenta las restricciones del gobierno federal en el sentido de desconcentrar la industria del área metropolitana de la ciudad de México, lo cual incluye el municipio de Nezahualcóyotl y el corredor industrial Tlalnepantla-Cuautitlán-Texcoco, entonces será necesario ubicar la planta en el corredor Toluca-Lerma, debido a que al ser el segundo corredor industrial más importante del estado, cuenta con mucho mejor infraestructura industrial que otros parques del mismo Estado de México.

Se seleccionó el Parque Industrial El Cerrillo, ubicado en el kilómetro 2.5 de la carretera México-Toluca. Cuenta con todos los servicios necesarios, incluyendo red hidráulica, drenaje sanitario, bomberos y grandes terrenos con áreas verdes, lo cual es conveniente si se está contemplando que la empresa crezca en el futuro.

### ■■■ Determinación de la capacidad instalada óptima de la planta

Ésta es una determinación clave en el diseño de la planta; existen algunos factores que limitan su tamaño. A continuación se analizan los principales motivos para limitar la capacidad instalada de la planta.

Tabla 3.6

Año	DPI optimista	Incremento anual	DPI pesimista	Incremento anual
8	8 884	–	6 820	–
9	10 150	14.25%	6 590	9.66%
10	12 213	20.32%	9 067	37.58%
11	14 713	20.46%	12 256	35.17%
12	20 549	39.97%	15 356	25.29%

### LA CAPACIDAD INSTALADA Y LA DEMANDA POTENCIAL INSATISFECHA

Un primer factor que definitivamente puede limitar la instalación de gran capacidad de la planta productiva, es la demanda potencial insatisfecha. De acuerdo con las cifras obtenidas en el estudio de mercado, donde la *DPI* es la demanda potencial insatisfecha, se tiene:

Como se puede observar en la tabla 3.6, el incremento en la demanda potencial insatisfecha es muy pronunciado, tanto la optimista como la pesimista. El futuro inversionista debe considerar varias cuestiones: primero, que es más fácil para cualquiera de los productores actuales cubrir la *DPI* que para algún productor nuevo. Esto es verdad en cierto sentido, sin embargo, la demanda potencial existe. Segundo, todos los análisis estadísticos tienen cierto grado de error, lo cual no significa que la demanda potencial del mercado en el octavo año será exactamente de 8 884 toneladas, y ni una tonelada más. El consumidor actual o potencial preferirá un nuevo producto siempre que le ofrezca alguna ventaja.

La planeación estratégica sugiere detectar las posibles debilidades o problemas de los fabricantes actuales, de forma que el nuevo productor no cometa los mismos errores y pueda entrar al mercado. Otro factor que es muy conveniente analizar es el precio de venta; el consumidor preferirá comprar el producto de menor precio, siempre que la calidad y la cantidad del nuevo producto sea al menos igual a la que actualmente se le ofrecen. Recuerde que hay estrategias de fijación de precios (vea la parte teórica para estrategias de fijación de precios) para entrar al mercado.

Otro factor de introducción al mercado para nuevos productores, es que ofrezcan realmente un producto nuevo, y este estudio pretende introducir una mermelada apta para el consumo de diabéticos y personas pasadas de peso, sin riesgo para su salud, y ésta sí es una ventaja estratégica.

De hecho existen muchos productos nuevos que no ofrecen ventajas sustanciales para el consumidor; sin embargo, se logran introducir al mercado con base en una buena campaña publicitaria.

Con todo lo mencionado se quiere decir que la demanda potencial insatisfecha, aunque no sea muy elevada en cantidad, siempre será susceptible de incrementarse; también es posible sustituir los gustos y preferencias de los actuales consumidores por el producto nuevo, siempre que se utilice la estrategia adecuada, ya sea de precio o de publicidad. La capacidad instalada no dependerá necesariamente de la demanda potencial insatisfecha, sino de otros factores que se analizan a continuación.

### LA CAPACIDAD INSTALADA Y LA DISPONIBILIDAD DE CAPITAL

En el proyecto que se analiza la disponibilidad de capital viene a ser el factor clave. Ante una crisis económica crónica en todos los países de América Latina, el buen juicio del pequeño inversionista le dicta que debe arriesgar la menor cantidad posible de dinero, pues ni las condiciones macroeconómicas ni el mercado de consumo muestran estabilidad a largo plazo. La instalación de microempresas ha sido una práctica común para pequeños inversionistas en muchos países de Latinoamérica, e incluso en países como Taiwán, Singapur, etcétera.

Por tanto, se enfocará el estudio de ingeniería del proyecto hacia la instalación de una microempresa, haciendo énfasis en que el concepto que aquí se tomará como válido para *microempresa* es aquella unidad de producción que no es una empresa casera, pues al menos una de las operaciones del proceso productivo tiene un sistema automático de ejecución. En esta definición no cuenta el número de empleados, aunque es evidente que éstos serán pocos. En el apartado sobre optimización del proceso productivo se analizan otros factores técnicos, como el *equipo clave*, que condicionan directamente la capacidad instalada mínima que puede obtenerse. En la disponibilidad total de capital se incluyen todo tipo de préstamos monetarios que pudieran conseguirse.

### LA CAPACIDAD INSTALADA Y LA TECNOLOGÍA

Precisamente, respecto de limitantes de la capacidad instalada, el factor tecnológico es fundamental. En el caso de la elaboración de mermeladas, la tecnología es sencilla, aun cuando existen ciertas operaciones del proceso que requieren equipos que claramente hacen una distinción entre una empresa casera y una microempresa. Por ejemplo, el tipo de mermelada que se pretende elaborar puede hacerse en casa en cantidades de uno, dos o tal vez hasta 5 kilogramos, pero si se desea elaborar 500 kilogramos de mermelada al día en casa, durante cinco días a la semana, esto ya no sería posible. Para hacerlo, habría que automatizar ciertos procesos, y cuando esto ocurre, la producción pasa de ser una producción casera a una producción microindustrial. Cambia la inversión y la forma de llevar a cabo ciertas operaciones, lo que depende de la tecnología disponible en el mercado para realizar cada una de las operaciones que contiene el proceso productivo completo. La elección de cierta tecnología se debe considerar no tan sólo desde el punto de vista de ingeniería, sino también desde el punto de vista de los negocios.<sup>19</sup>

### LA CAPACIDAD INSTALADA Y LOS INSUMOS

Se ha dicho que la tecnología de elaboración de mermeladas es muy sencilla y esto hace que los insumos necesarios también sean fáciles de conseguir, tal como todas las materias primas, la mano de obra que no es muy calificada, etc. Por tanto, la disponibilidad de los insumos no limita la capacidad instalada.

## Descripción del proceso productivo

### RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

Los productos se transportan a la planta en embalajes adecuados que eviten su deterioro en cualquier sentido. El material se pesa al llegar a la planta para efectos de control de inventarios. Se efectúa una inspección visual de su calidad y de inmediato se pasa al almacén respectivo.

### PESADO Y SELECCIÓN

Aquí se inicia propiamente el proceso productivo, ya que este pesado se refiere a la cantidad que se procesará en un lote de producción. No se olvide considerar las mermas propias del proceso al pesar la cantidad inicial de materia prima para el lote. La selección se realiza en forma visual y manual, separando aquellos frutos que se observen aplastados, magullados, inmaduros o con mal olor, y haciendo pasar la materia prima por una banda continua.

### LAVADO DE LA FRUTA

La fruta seleccionada se transporta por la misma banda, donde es asperjada con un chorro de agua a alta presión para eliminar la suciedad que pudiera permanecer en su superficie. La temperatura del agua es de 35°C y se asperja durante un minuto.

<sup>19</sup> Hay que recordar que existen cinco tipos genéricos de procesos de manufactura que son por proyecto, por órdenes de trabajo, por lote, en línea y proyectos continuos. Para mayor detalle vea la parte teórica correspondiente.

### MONDADO

Al terminar esta aspersión, la fruta continúa por la misma banda para que otro obrero elimine el pedúnculo de la fruta; al final se hace pasar por un macerador mecánico para obtener pulpa. En este momento la fruta se encuentra lista para ser escaldada, de forma que esta banda conduce directamente la fruta al tanque de escalde hasta que se acumula la cantidad necesaria para un lote de producción. El mondado no se interrumpe; cuando se ha llenado un tanque de escalde, inmediatamente se empieza a ocupar otro.

### ESCALDADO

Consiste en la inmersión de la fruta en agua a una temperatura de 95°C por 20 minutos al nivel del mar. Se debe tomar en cuenta que en la ciudad de México el agua hierve a 92.5°C, de forma que el escalde deberá realizarse a 86-87°C. El escaldado es una operación necesaria que inactiva las enzimas de la fruta, ablanda el producto para que permita la penetración del edulcorante, elimina los gases intracelulares, fija y acentúa el color natural de la fruta, reduce en gran medida los microorganismos presentes, ayuda a desarrollar el sabor característico, favorece la retención de algunas vitaminas, principalmente la vitamina C, y reduce cambios indeseables en color y sabor. Una vez terminado el escalde se realiza la siguiente operación en el mismo tanque, para aprovechar el agua caliente.

Como dato adicional, si la fruta no se utiliza de inmediato, se puede conservar hasta por quince días a una temperatura de entre  $-0.5$  y  $-1^{\circ}\text{C}$ , si la humedad relativa es de 87%.

### PREPARACIÓN DEL JARABE QUE CONTIENE LOS COMPONENTES ADICIONALES DE LA MERMELADA

Se extraen del almacén todas las sustancias necesarias para la elaboración de la mermelada, tales como conservadores, espesantes, etc. Se separa la proporción exacta para el lote que se procesará; como es poca cantidad, se transporta manualmente a un tanque de acero inoxidable para su disolución en agua. Se elabora una solución acuosa con todos estos componentes, que son pectina, ácido cítrico, benzoato de sodio y el edulcorante aspartame o sacarosa normal. Una vez hecha, se traslada al tanque de mezclado por medio de una tubería y una bomba.

### MEZCLADO

En el mismo tanque del escaldado se vacían la solución acuosa con los componentes mencionados y la fruta. Se mueve con un agitador mecánico por cinco minutos hasta que la mezcla sea totalmente homogénea. De aquí pasa a un tanque de cocción por medio de tubería y una bomba.

### COCCIÓN Y CONCENTRACIÓN

Del tanque de mezclado, la mixtura aún caliente se pasa por medio de una tubería y una bomba a una marmita, que es un tanque de acero inoxidable con doble chaqueta de vapor, cerrado, con un manómetro para el control de la presión en el que se aplica vacío para eliminar el agua de la mezcla. El objeto de este proceso es concentrar el compuesto hasta un contenido de sólidos solubles de 70°Brix.<sup>20</sup> Durante la concentración se evaporará el agua contenida en la fruta y los tejidos de la misma se ablandan. Este ablandamiento permite que la fruta absorba el azúcar (o cualquier edulcorante), el ácido y los otros componentes; durante el proceso se debe agitar la mezcla. La temperatura con vacío debe elevarse hasta 85°C. Este paso toma 20 minutos bajo condiciones estandarizadas de cantidad de producto, vacío y temperatura, para lograr la concentración de 70°Brix en la mezcla.

<sup>20</sup> Los grados Brix expresan la concentración de soluciones de sacarosa, equivalente al porcentaje del peso de la sacarosa en solución acuosa. Aunque se define a 20°C es necesario hacer el ajuste por temperatura.

### PREESTERILIZADO DE FRASCOS

Los frascos se sacan de las cajas de empaque y se colocan en una banda donde se asperjan con vapor de agua, no tanto para lavarlos porque son frascos nuevos, sino para preesterilizarlos con la alta temperatura del vapor. Por la misma banda siguen hasta llegar a la envasadora.

### ENVASADO

La mezcla caliente se bombea hacia la llenadora y de ahí se envasa. Se debe dejar un espacio entre la tapa del frasco y el producto de, al menos, 5 milímetros. Los recipientes deben estar perfectamente limpios, aunque no es necesario que estén esterilizados. Los frascos se van acumulando hasta reunir una cantidad tal que se forme un lote de producción. Una vez reunido se pasa al siguiente proceso.

### ESTERILIZACIÓN

La esterilización es un tratamiento térmico en el que intervienen la presión y la temperatura para dejar un producto completamente libre de bacterias. Un producto esterilizado tiene una vida de almacenamiento, en teoría, infinita; si se tuviera la certeza de que el producto se vendería y consumiría en el próximo mes, no habría necesidad de esto. Ante la incertidumbre de la fecha de venta y consumo es preferible esterilizarlo.

Una vez llenados y tapados los frascos a una temperatura elevada, se procede a introducirlos en un lote al esterilizador. Ahí deben alcanzar una temperatura de 120°C y una presión de 8 lb/pulg<sup>2</sup> durante 20 minutos. Bajo condiciones estandarizadas dada la cantidad de frascos, la temperatura a la que se introducen al esterilizador, el tiempo en que tardan en alcanzar la temperatura y la presión de esterilización, el proceso dura 55 minutos.

### ENFRIADO

Una vez que el lote de frascos se puede sacar del esterilizador al bajar la presión, se traslada con un montacargas a un sitio de reposo, donde se enfrían por medio de un ventilador. El tiempo estimado para que esto ocurra es de 20 minutos por lote. Al enfriarse el frasco a la temperatura ambiente, producirá un vacío dentro del frasco.

### ETIQUETADO, COLOCACIÓN EN CAJAS Y ENVÍO AL ALMACÉN

Una vez que los frascos salen del esterilizador se colocan manualmente en una banda que los conduce a una etiquetadora automática. Con el frasco lleno, tapado, esterilizado y etiquetado se introduce manualmente en cajas de cartón con capacidad de doce frascos. Se estiban cinco cajas y de ahí se transportan manualmente al almacén para dar por terminado el proceso productivo.

En la figura 3.14 se muestra el diagrama en bloques del proceso, y en la figura 3.15 el diagrama de flujo, que utiliza la simbología internacional de la ASME.<sup>21</sup>

## Optimización del proceso productivo y de la capacidad de producción de la planta

Los insumos necesarios para el proceso no sólo son las materias primas sino, además, los equipos, la mano de obra, los servicios como la energía eléctrica, y otros, necesarios para poder elaborar la mermelada de fresa. El primer objetivo es investigar si todo lo que se necesita se encuentra disponible en el mercado. En este caso el proceso de producción es muy sencillo,

<sup>21</sup> ASME, American Association of Mechanical Engineering (Asociación Estadounidense de Ingenieros Mecánicos).

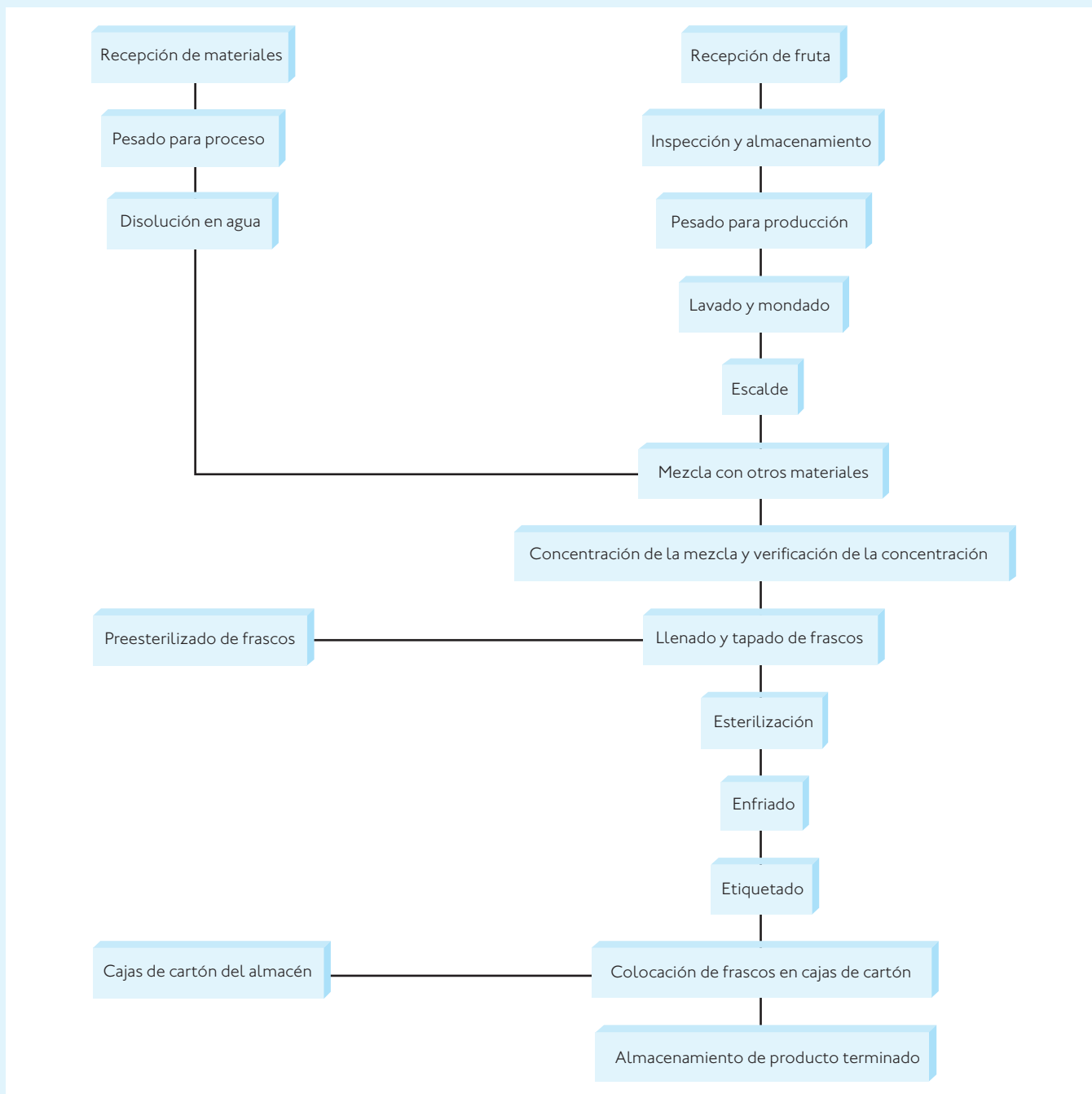


Figura 3.14 Diagrama de bloques del proceso.

con materias primas disponibles todo el año en las cantidades que se requieren y de buena calidad, las cuales son:

- fresa
- pectina de bajo metoxilo
- ácido cítrico
- benzoato de sodio
- cloruro de calcio
- azúcar
- aspartame



Figura 3.15 Diagrama de flujo de proceso.

Fuera de la fresa, que es la principal materia prima y que se puede conseguir en la central de abastos de cualquier ciudad e incluso es posible conseguir una entrega directa de productores si es que se compra periódicamente una cantidad considerable, y del azúcar, que también existen distribuidores autorizados en cualquier ciudad, los demás materiales se pueden conseguir con los siguientes proveedores:

- Dermet de México.
- Grupo Provequim.

- Compañía Universal de Industrias.
- Productos Básicos FENS.
- Helm de México.
- Proveedor Internacional de Químicos.

Por otro lado, ya se conocen todas las operaciones que se deben realizar para lograr la transformación de la materia prima en producto terminado, para lo cual se requiere de diferentes equipos, disponibles en el mercado en distintas capacidades; los promotores del proyecto desean invertir la menor cantidad de dinero en la instalación de la planta, de forma que habrá que buscar aquellos equipos que ayuden a automatizar las funciones de la planta, pero que tengan la menor capacidad; por ejemplo, el caso de las esterilizadoras, que se encuentran disponibles de muchos tipos y capacidades, sin embargo, habrá una que tenga la menor capacidad. Lo mismo ocurre con la llenadora y etiquetadora.

Existen los llamados equipos clave que darán la pauta para determinar el tamaño óptimo. Son aquellos equipos que son costosos y no se fabrican en las capacidades que se requiere, sino que se venden en capacidades estandarizadas; por ejemplo, no es posible construir una etiquetadora con capacidad de quince etiquetas por minuto, en tanto que hay muchos equipos industriales que se construyen de acuerdo con las necesidades del usuario, básicamente los tanques de acero inoxidable. En el proceso de producción de mermeladas los equipos se muestran en la tabla 3.7.

Para iniciar la optimización de la planta, se debe partir del hecho de que sólo se va a envasar mermelada de fresa normal (95% de la producción) y mermelada para diabéticos (5% de la producción) en frascos de 500 gramos, de forma que deberán investigarse las capacidades mínimas disponibles en el mercado de los equipos clave, que son la esterilizadora, la envasadora y la etiquetadora. Los otros equipos requeridos en el proyecto se pueden fabricar en la capacidad que solicite el usuario. Sobre la caldera es preferible comprar una de capacidad muy sobrada para posteriores ampliaciones; y aunque podría hacerse lo mismo con la esterilizadora y etiquetadora, hay que recordar que es preferible fabricar en lotes pequeños, ya que esta práctica otorga gran flexibilidad al proceso de producción.

Las capacidades de los *equipos clave* que se encontraron en el mercado se muestran en la tabla 3.8.

Con este dato se procede a calcular la capacidad mínima de producción que tendrá la planta productiva. Una característica importante del proceso es que la producción se elabora mediante lotes de producción. Esto se observa en el hecho de que dentro del proceso existen

**Tabla 3.7**

<i>Equipos de capacidad estandarizada</i>	<i>Equipos fabricantes según necesidades</i>
Esterilizador	Tanques de acero inoxidable (AI)
Llenadora	Tanques enchateados de AI
Etiquetadora	Tuberías
Caldera	Bombas
Montacargas	Bandas
	Lavadoras de aspersion

**Tabla 3.8**

<i>Equipo clave</i>	<i>Capacidad disponible</i>
Llenadora	1 500 frascos de 500 g/h
Esterilizadora	1 metro cúbico (o múltiplos de metro cúbico)
Etiquetadora	1 500 frascos de 500 g/h



tres tanques de procesamiento, dos de mezcla, uno de evaporación, lo cual significa que se debe reunir la cantidad necesaria de materia prima para llenar cada uno de los tanques, y una vez llenos se realiza la siguiente operación; lo mismo sucede con la esterilización, en la cual se debe llenar el espacio disponible que ésta tiene para echarla a andar, a diferencia de la lavadora, la llenadora (envasadora) y la etiquetadora, que pueden funcionar ininterrumpidamente por horas, si se les alimenta de forma permanente, pero son procesos de producción continuos en el sentido de que pueden trabajar día y noche por días sin interrupción.

La regla es que el equipo más costoso se debe utilizar el mayor tiempo posible, los equipos clave en este caso. Como la llenadora y etiquetadora son procesos continuos, el único equipo que queda para tomarlo como base de cálculo es la esterilizadora. La capacidad de esta máquina es de 1 m<sup>3</sup> y se procesarán lotes en una cantidad tal que cada vez que se utilice se encuentre llena a su máxima capacidad, pues precisamente se trata de utilizarla en su totalidad.

Puesto que sólo se van a procesar frascos de mermelada de 500 gramos cada uno, el volumen unitario de cada frasco es de aproximadamente 10 cm<sup>3</sup>, y considerando el espacio de las estibas, si la capacidad de la esterilizadora es de 1 m<sup>3</sup>, entonces los lotes de procesamiento serían de 1 000 frascos por lote. Si cada frasco es de 500 gramos, cada lote de producción equivale a procesar 500 kilogramos por lote; por tanto, el resto del proceso y la capacidad de los equipos debe estar supeditado a procesar 500 kilogramos por lote. Esto lleva a que, hipotéticamente, se utilice la esterilizadora casi al 100% de su capacidad y con base en esto se medirá la utilización de la capacidad del resto de los equipos.

En la figura 3.16 se presenta un balance de materia prima para un lote de producción de 500 kilogramos, donde se consideran las capacidades de todos los equipos que intervienen en el proceso.

### ■■■ Selección de maquinaria

Para la investigación de las capacidades de los diferentes equipos que intervienen en el proceso se consultaron varios proveedores. Éstos se muestran en la tabla 3.9.

En la tabla 3.10 se menciona el equipo necesario para el proceso y las actividades a realizar, son las que se mostraron de forma secuencial en el diagrama de flujo del proceso, de modo que para una mejor comprensión de la tabla 3.10, deberá referirse al diagrama mencionado.

Cuando aparecen actividades juntas, por ejemplo 9 y 1, 3 y 10, etc., significa que la misma persona las va a realizar, porque es la misma actividad y en el mismo sitio. En la tabla 3.11 se resumen las necesidades de equipo, una vez que la tabla 3.10 mostró la necesidad de cada máquina.

Todo el acero inoxidable que se utiliza es A1 304 y las bandas transportadoras son ligeramente distintas en materiales. Hay bandas para transportar fruta sucia y entera para ser lavada, bandas para transportar frascos vacíos por un túnel de vapor, bandas para transportar frascos llenos y tapados, etc. Lo que varía es el material del que están hechas, pero las dimensiones y el motor que utilizan es el mismo y sus características están anotadas en la tabla 3.11.

En la figura 3.17 se muestra la distribución del equipo en el área de producción, una vez que se ha determinado la cantidad exacta de equipo que se requiere. El recorrido del material tiene forma de U; el proceso inicia en el almacén de materia prima, donde se encuentran las básculas, y termina en el almacén de producto terminado. El espacio libre que se observa entre la etiquetadora y los tanques es suficiente para que maniobre el montacargas en las zonas de estiba y enfriamiento.

### ■■■ Cálculo de la mano de obra necesaria

Dadas las mismas actividades que en la tabla de selección del equipo, la cual se refiere al diagrama de flujo del proceso en la figura 3.15, ahora se determinan los tiempos de cada actividad y se calculan las necesidades de mano de obra. Inicialmente los tiempos se toman a partir

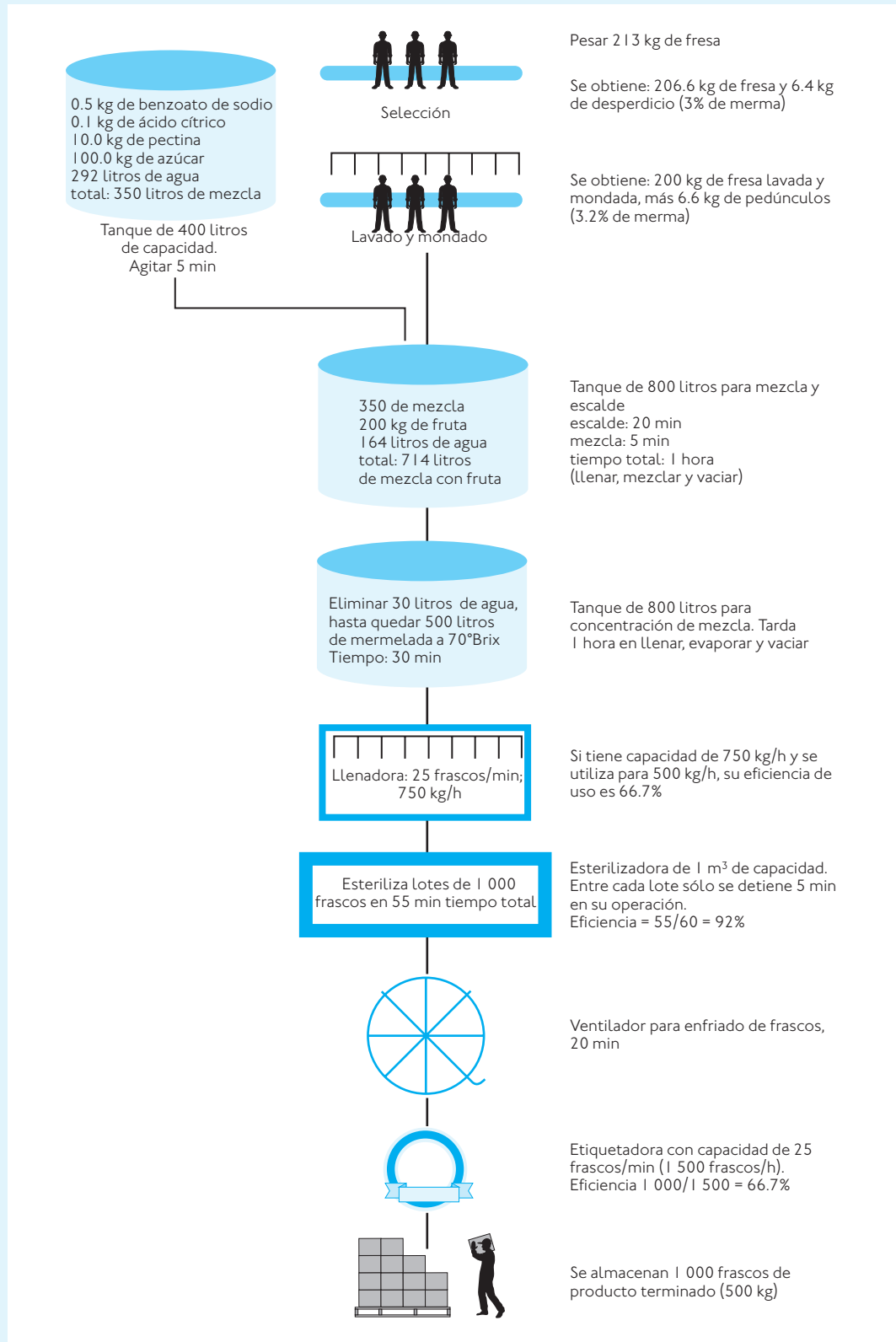


Figura 3.16 Cantidades necesarias de materia prima y capacidades de equipos utilizados para preparar un lote de 500 kilogramos de producto.

Tabla 3.9

Núm.	Proveedor	Dirección
1	Maquinaria Jerza, S.A. de C.V.	Autopista México-Qro. 3069-B, Tlalnepantla, Edo. de Méx.
2	MAPISA Intl, S.A. de C.V.	Eje 5 Ote. núm. 424, Col. Agrícola Oriental, Iztapalapa, D.F.
3	Casa de la Báscula, S.A. de C.V.	Eje 5 Ote. núm. 52, Col. Central de Abastos, Iztapalapa, D.F.
4	AVAMEX Ingeniería, S.A. de C.V.	Othón de Mendizábal núm. 474, Col. Industrial Vallejo, D.F.
5	SIELING de México, S.A. de C.V.	Autopista México-Qro. 1450, Tlalnepantla, Edo. de Méx.

Tabla 3.10

Actividad	Descripción de actividad	Equipo necesario
1 y 9	Recepción de fruta y otras materias primas	Báscula de 1.5 toneladas
2	Inspección de materias primas	Ninguno
3 y 10	Almacenar	Montacargas de 1 tonelada
4, 11 y 29	Pesar para producción y colocar en bandas	Báscula de 0.5 tonelada
5	Transportar en banda	Banda transportadora de 3 metros
6	Lavado con agua a presión y mondado	Lavadora de banda con chorros de agua a presión
7	Transportar por banda a tanque de escalde	Banda transportadora de 3 metros
8	Escaldado	Tanque de acero inoxidable (AI) de 800 litros con chaqueta de vapor
12	Llevar manualmente materias primas a tanque	Ninguno
13	Disolver materias primas en tanque	Tanque de AI de 400 litros con agitador de AI de propelas en tanque
14	A tanque de mezcla	Tubería de AI de 2 metros de largo de 2 pulgadas y bomba de 3 HP
15	Mezclar frutas y materias primas disueltas	Ninguno, se efectúa en el mismo tanque
16	A tanque de concentración	Tubería de AI de 2 metros de largo, de 2 pulgadas y bomba de 3 HP
17	Concentrar mermelada a 70°Brix	Tanque de AI de 800 litros, enchaquetado y cerrado con medidores de presión y temperatura
18	A llenadora por bombeo	Tubería de AI de 3 metros de largo, de 2 pulgadas y bomba de 3 HP
19 y 28	Colocar en banda frascos para preesterilización y llevar cajas de cartón a zona de embalaje	10 metros de banda transportadora, desde el almacén hasta preesterilizador
20	Transportar frascos a llenadora por banda	Banda transportadora de 2 metros
21	Llenado	Llenadora automática de 25 frascos/minuto
21b	Tapado	Tapadora automática de 25 frascos/minuto
22	Estibar 1 000 frascos en 1 m <sup>3</sup>	Estibas de AI para 1 000 frascos
23	Esterilización	Esterilizadora de 1 m <sup>3</sup> de capacidad
24	Pasar frascos estibados a zona de enfriado	Montacargas de 1 tonelada
25	Enfriado	Ventilador de 1 metro de diámetro
26	Colocar frascos en banda para etiquetado	Ninguno
27	Etiquetado	Etiquetadora automática de 25 etiquetas/minuto
30	Colocar en cajas de cartón los frascos y estibar cinco cajas	Ninguno
31	Transportar en diablo estibas de cinco cajas a almacén	Transportador móvil manual (diablo)
32	Almacenar	Ninguno
33	Controlar entrada o salida de flujo de tanques	11 válvulas de paso de AI de 2 pulgadas de diámetro
34	Proporcionar vapor y agua caliente para el proceso	Caldera de 15 HP

Tabla 3.11

Equipo	Características	Tamaño físico	Cantidad
Báscula marca Baunken	1.5 toneladas	1.5 × 2 m	1
Báscula marca Oken Torino	0.5 tonelada	0.5 × 4 m	1
Banda transportadora	Motor giratorio de 0.5 HP 220 V	0.5 × 1.5 m	1 tramo de 4 m, uno de 6 m y 3 de 1 m
Montacargas marca Remex	1 tonelada	1.2 × 2 × 2 m	1
Tanque de Al con agitador marca Jerza	400 litros, con motor de 1 HP	1 × 1 × 1.5 m	1
Tanque de Al enchaquetado con agitador, marca Jerza	800 litros, con motor de 2 HP	1.5 × 1.5 × 1.7 m	3
Tanque de Al enchaquetado, cerrado, con medidores de presión y bomba de vacío marca Jerza	800 litros	1.5 × 1.5 × 1.7 m	2
Lavadora de agua a presión con bomba de 5 HP marca Mapisa	10 aspersores, hasta 0.5 ton/h, 3 motores de 3 HP	0.8 × 3 × 1.6 m	1
Tapadora marca Mapisa	25 frascos/min, 3 motores de 0.75 HP	1.2 × 2.4 × 1.7 m	1
Preesterilizadora de vapor tipo túnel, marca Mapisa	5 aspersores de vapor, 2 motores 1 HP, 220 V	0.5 × 3 × 1.2 m	1
Ventilador	1 metro de diámetro, 1 motor de 1 HP	0.5 × 1.5 × 1.5 m	1
Tubería de Al	2 pulgadas de diámetro, Al 304	Requiere de 12 válvulas	De 14 a 15 m totales
Bomba de Al	3 HP		3
Purificador de agua de carbón activado	1 motor de 2 HP	1 m <sup>2</sup>	1
Caldera SELMEC	15 HP. Motor de 3 HP	2 × 4 × 2 m	1
Esterilizadora marca Jerza	1 m <sup>3</sup> , 220 V. Consumo 5 w/h	2 × 2.5 × 2 m	1
Etiquetadora marca Potdevin	25 etiquetas/minuto. Motor de 1 HP	1 × 3 × 2.5 m	1
Envasadora marca Mapisa	25 frascos/minuto, motor 0.75 HP	1.4 × 3.1 × 2 m	1

del procesamiento de un lote de producción de 500 kilogramos (1 000 frascos de mermelada), luego se proyecta producir siete lotes diarios en un turno de ocho horas; por tanto, el cálculo de la mano de obra por día resulta de multiplicar la mano de obra por siete. En la tabla 3.12, cuando se dice que la mano de obra por día (MdeO por día) es uno, significa que se requiere de un trabajador las ocho horas del turno; por ejemplo, un solo trabajador deberá atender el almacén de materias primas y su trabajo serán las actividades 1, 9, 2, 3 y 10.

La forma de calcular la mano de obra necesaria a partir de la tabla 3.12, consiste en lo siguiente: por ejemplo, para el primer renglón de la tabla, dice actividades 1 y 9, que consiste en pesar toda la materia prima necesaria, incluyendo fruta. Se reciben 3 toneladas de fruta cada tercer día y 1.5 toneladas de materia prima cada cuatro días, y se dispone de una báscula de 1.5 toneladas. Se ha calculado que con todas las actividades que implican bajar la fruta y la materia prima del transporte, pesarlas y transportarlas al almacén se consumen en promedio 2 horas al día, lo cual en la última columna se transforma en 2 horas/día. Esto significa que cada vez que se recibe fruta o materia prima, se consumen 3 horas, pero esta actividad no se hace diariamente, ya que la fruta se recibe cada tercer día y la materia prima cada cuatro días, es decir, 3 recepciones de fruta y dos de materia prima en una semana hacen 5 recepciones en total, una diaria en promedio. Para las siguientes semanas este promedio varía, precisamente por tener recepciones cada tres y cada cuatro días, pero el promedio general se mantiene.

Si se suma la cantidad de obreros, resulta que se requieren 13.55, es decir, 14 empleados de mano de obra directa para producir 3.5 toneladas de mermelada por día de trabajo, con una jornada de ocho horas con una hora de comida. La determinación de tiempos requeridos

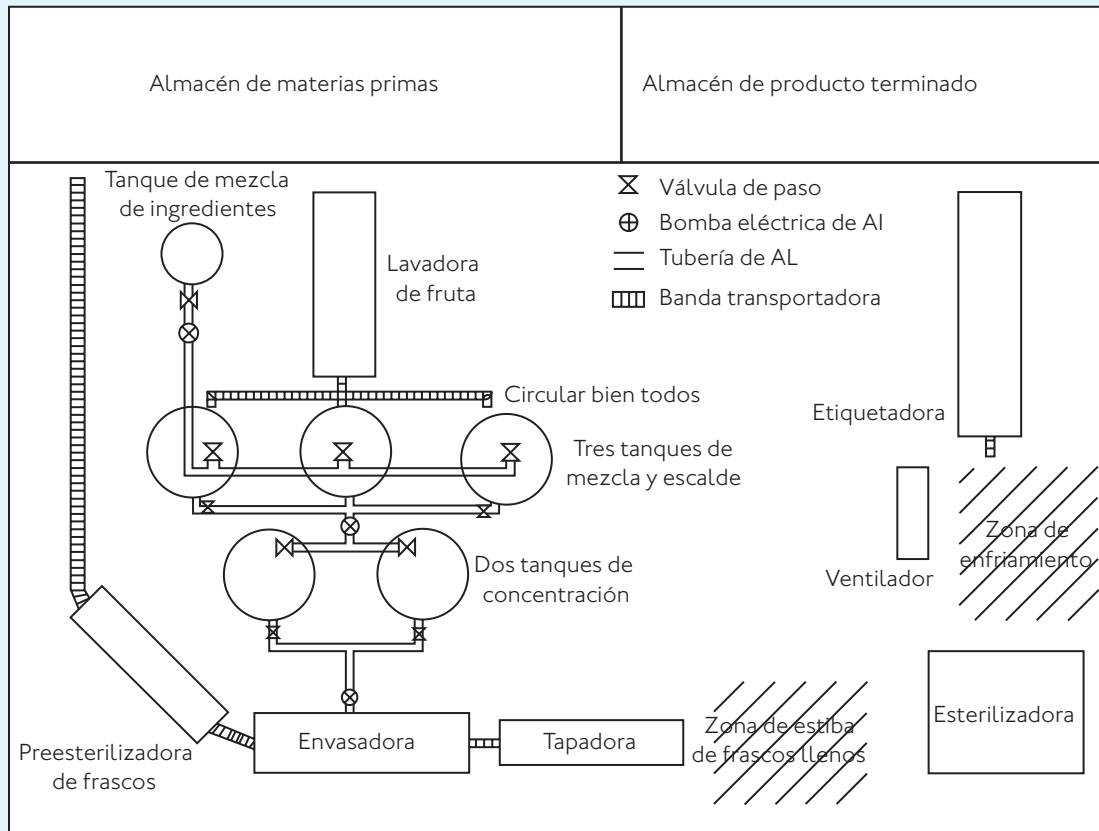


Figura 3.17 Distribución del equipo en el área de producción.

para cada operación se realizó con base en tiempos predeterminados obtenidos en empresas similares en funcionamiento, pero esos estudios no se muestran aquí.<sup>22</sup>

El número total de obreros directos en producción es de 14, en el supuesto de que trabajarán a 80% de su capacidad, lo cual es lo más recomendable. Algunas operaciones como el mondado de la fruta, trasladar frascos a una banda o empacarlos, son operaciones repetitivas, tediosas y físicamente agotadoras. Se recomienda rotación de puestos durante una jornada de trabajo, y que no exista personal especializado en una operación única para que todos puedan ser cambiados de función durante la jornada diaria. Este tipo de determinaciones lleva al concepto japonés de que es mejor para cualquier planta productiva que todos los obreros, y aun los supervisores, hayan aprendido a realizar todos los trabajos que se ejecutan, así cuando haya ausentismo por cualquier causa, la producción no se vea afectada sólo porque faltó personal de determinado puesto que es un especialista.

Trabajando en promedio 300 días por año, la capacidad de producción obtenida, con base en la optimización en el uso de los equipos clave es de 1 050 toneladas anuales, que viene a ser 11.8% de la demanda potencial insatisfecha para el primer año de operación, bajo un escenario optimista y de 15.39% de la demanda potencial bajo un escenario pesimista. Observe también que con sólo aumentar turnos de trabajo se puede triplicar la producción sin inversión adicional en activo fijo.

<sup>22</sup> La determinación de los tiempos de cada operación se puede realizar con base en tiempos predeterminados conocidos también como *estudio de tiempos y movimientos*.

Tabla 3.12

Actividad	Descripción	Tiempo de operación	Capacidad del equipo	Frecuencia por día	M de O necesaria	Tiempo total/día
1 y 9	Recepción de fruta y otras materias primas	Se reciben 3 toneladas de fruta cada tercer día y 1.5 toneladas de materias primas cada 4 días Tiempo diario: 2 horas	Báscula de 1.5 toneladas	1	0.25	2 h
2	Inspección de calidad de materias primas	Inspección visual de todas las materias primas: 2 horas	NN	1	0.25	2 h
3 y 10	Almacenar las materias primas	Ordenar correctamente en almacén y registrar: 2 horas	NN	1	0.3	3 h
4, 1 y 29	Pesar para producción y colocar en banda	Pesar 2 13 kg de fruta/lote y otras materias primas: 40 minutos	Báscula de 0.5 tonelada	7	0.7	5 h
5	Transporte en banda	Continua	Continua	7	0.14	1.4 h
6	Lavado con agua a presión y mondado de la fruta	Lavado continuo. 0.75 kg/persona/min. Con 5 obreros 225 kg/h	Lavado 0.5 ton/h. Mondado manual	7	5	35 h
7	Transporte por banda a tanque de escalde	Continua en la misma banda de lavado	Continua	Continua	NN	—
8	Escaldado	20 minutos	800 litros	7	0.4	2.8 h
12	Llevar manualmente materias primas a tanque	Vaciar 100 kg de azúcar: 10 minutos. Vaciar otras materias primas: 10 minutos	Manual	7	0.01	0.7 h
13	Disolver materias primas en tanque	Agitar 5 minutos	400 litros	7	0.2	1.4 h
14	Transporte a tanque de mezcla por bombeo	Pesar 350 litros de tanque de mezcla a escalde: 10 minutos	Bomba eléctrica	7	NN	—
15	Mezclar fruta y materias primas disueltas	Mezcla mecánica: 10 minutos	Con agitador	7	NN	—
16	Transporte de mezcla a tanque de concentración por bombeo	Vaciar 800 litros de tanque de mezcla a tanque de concentración	Bomba eléctrica	7	0.1	0.7 h
17	Concentrar mermelada a 70°Brix	30 min con verificación de concentración	Tanque: 800 litros	7	0.1	0.7 h
18	Transporte a llenadora por bombeo	Vaciar tanque de concentración: 40 min	Bomba eléctrica	7	NN	—
19 y 28	Colocar frascos para preesterilizar en banda y llevar cajas de cartón para embalaje	Colocar en banda 7 000 frascos/día y 580 cajas de cartón/día: 1 hora/lote	Manual	Continua	1	7 h
20	Transporte de frascos a llenadora por banda	Continua	Continua	Continua	NN	—
21	Llenado	25 frascos/minuto	1 500 frascos/hora	Continua	1	7 h
21 b	Tapado	25 frascos/hora	1 500 frascos/hora	Continua	NN	—
22	Estiba de 1 000 frascos en 1 m <sup>3</sup>	Esperar 40 minutos a reunir el lote de 1 000 frascos	Manual	7 lotes	1	7 h
23	Esterilización	55 minutos tiempo total	1 m <sup>3</sup>	7 lotes	NN	—
24	Transporte de estiba de frascos a zona de enfriado	Sacar de esterilizador con montacargas y trasladar 2 metros a enfriado: 10 minutos	Montacargas de 1 tonelada	7 lotes	0.1	0.7 h

(Continúa)

Tabla 3.12 (Continuación)

Actividad	Descripción	Tiempo de operación	Capacidad del equipo	Frecuencia por día	M de O necesaria	Tiempo total/día
25	Enfriado	20 minutos con ventilador	Manual	7 lotes	NN	—
26	Colocar frascos en banda para etiquetar	45 minutos en colocar 1 000 frascos manualmente	Manual	Continua Continua	I I	7 h 7
27	Etiquetado	25 frascos/minuto	1 500 frascos/hora	Continua	I	7 h
30	Colocar frascos en cajas de embalaje y estibar 5 cajas	Colocar 1 000 frascos/hora en 83 cajas de cartón/hora	Manual			
31	Transportar en diablito a almacén	Se incluye dentro de la operación anterior	Manual	Continua	NN	—
32	Almacenar					

### Justificación de la cantidad de equipo comprado

Se propone que se adquieran tres tanques de escalde y mezcla, y dos tanques de concentración. La justificación para estas adquisiciones se muestra en la figura 3.18. En ella se han diagramado, contra el tiempo, todas las actividades de tres lotes de producción con los tanques mencionados. El diagrama empieza con el lavado y mondado de la fruta cuando ésta ya ha sido pesada. Es evidente que el primer tanque de escalde se empieza a ocupar desde el momento en que hay fruta lavada y mondada que pasa directamente al tanque de escalde por una banda transportadora.

El primer tanque de escalde estará ocupado desde la hora uno, hasta que se haya hecho el escalde, mezclado con las otras materias primas y se haya terminado de vaciar la mezcla hacia el tanque de concentración, y estas operaciones tomarán aproximadamente dos horas con 40 minutos; será posible disponer de este tanque hasta que haya sido completamente vaciado. Se observa en el diagrama que alrededor de la hora con 45 minutos, el lavado y mondado de la fruta ya habrá completado los 225 kilogramos de fruta que se requieren para el primer lote, y desde luego, continuará generando fruta lavada y mondada para el siguiente lote, misma que deberá vaciarse de inmediato en otro tanque para volver a repetir el mismo ciclo.

En la figura 3.18 se observa que tal vez no sea necesario comprar un tercer tanque de escalde, puesto que para empezar a procesar el tercer lote de producción, lo cual inicia cerca de las tres horas con cinco minutos de iniciado el turno de trabajo, el primer tanque ya tendría al menos unos diez minutos de haber sido vaciado. Sin embargo, pensando en los contratiempos normales que pueden presentarse durante una jornada de trabajo, se propone la compra del tercer tanque de escalde. Todo esto es claro en la primera zona en color del diagrama.

El mismo análisis se efectúa para el tanque de concentración. El primero de ellos se utiliza a partir de las dos horas con quince minutos y termina de utilizarse a las tres horas con cincuenta minutos, en tanto que es necesario tener el segundo tanque de concentración disponible desde las tres horas con veinticinco y terminará de utilizarse a las tres horas con cincuenta y cinco minutos, siempre tomando como tiempo de referencia la hora de inicio del turno, es decir, la escala de la extrema izquierda. Observe cómo el tanque de concentración para el tercer lote se requiere a las cuatro horas con veinte minutos de haber iniciado el turno, en tanto que el tanque de la primera corrida ya se habría desocupado desde las tres horas con cincuenta y cinco minutos. Por esto sólo se requieren dos tanques de concentración.

Respecto a la envasadora, tapadora y etiquetadora, recuerde que sus capacidades están sobradas y son procesos continuos, por lo que no se tiene problema con ellas en el sentido de que se conviertan en cuellos de botella. Respecto a la esterilizadora, su capacidad es de 1 000 frascos cada 55 minutos (500 kg/55 min) y esto es suficiente. Observe cómo cuando termina la esterilización del primer lote todavía faltan unos 10 minutos para que estén listos los 1 000 fras-

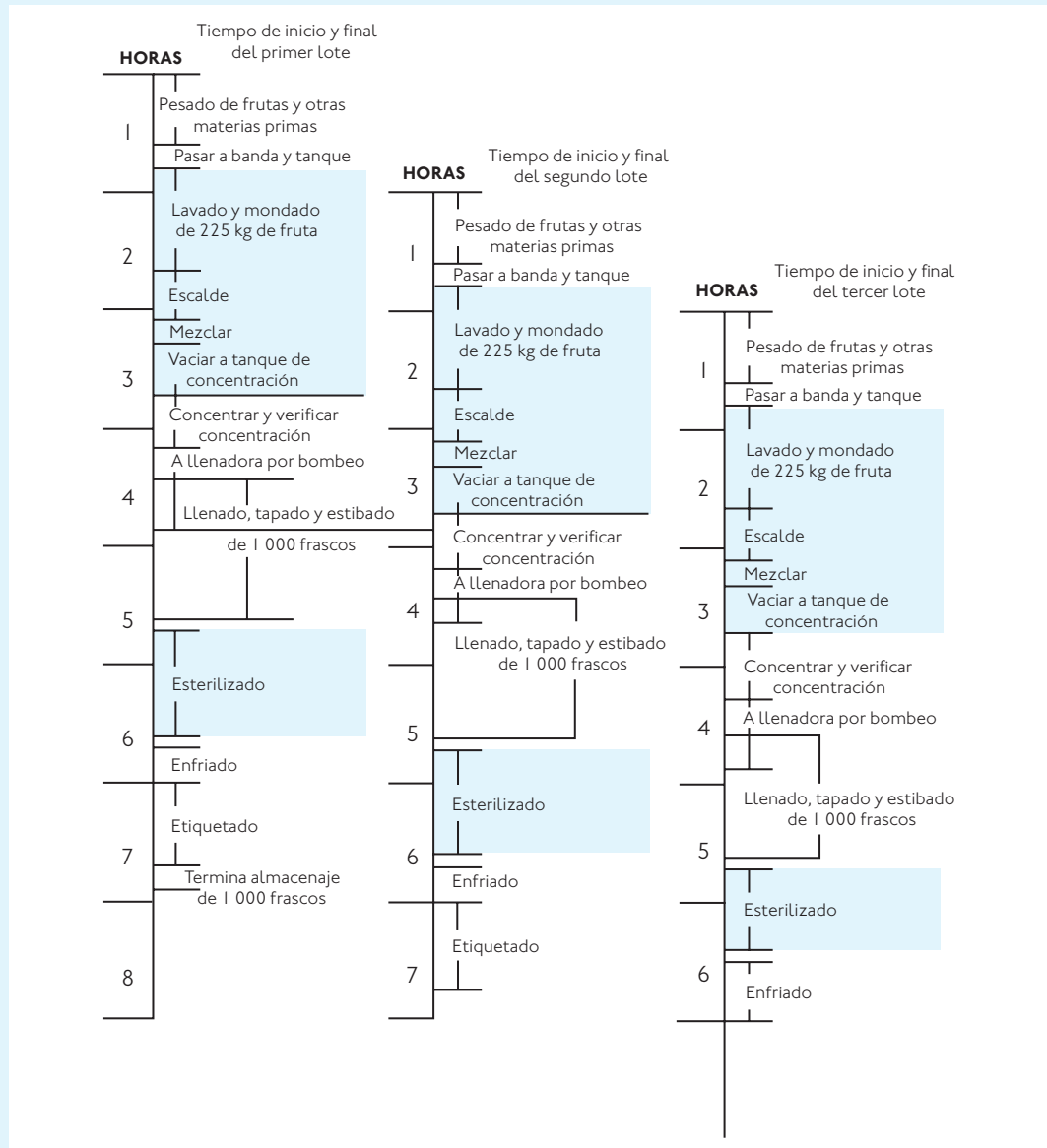


Figura 3.18 Justificación de la cantidad de equipo.

cos del segundo lote y lo mismo sucede para los lotes sucesivos. Esto se muestra en la segunda zona en color del diagrama. Se había calculado una utilización de 92% de la esterilizadora y en el diagrama puede notarse cómo es el único que se utiliza continuamente, lo cual es lo que se busca, ya que es el equipo más costoso.

Todas estas conclusiones se realizan fácilmente trazando líneas horizontales sobre las escalas de tiempo del diagrama y observando los tiempos en que se inicia cada una de las operaciones de los diferentes lotes.

Tanto envasadoras, esterilizadora, etiquetadora, etc., no estarán ociosos hasta que se procese todo el lote. En la figura 3.18 se observa que la llenadora se empieza a utilizar hasta las tres horas con treinta minutos de iniciado el turno de trabajo y la esterilizadora se utiliza hasta las cuatro horas con treinta minutos; esto se evita fácilmente teniendo producto en proceso, por ejemplo, si al inicio de cada día laboral ya existe mermelada preparada a la concentración adecuada, estará lista para envasarse; si ya existe un lote de frascos envasados, se colocarán de inmediato en la esterilizadora; si ya existen frascos esterilizados desde el inicio del turno entra-



rán a la etiquetadora. Que esto se realice correctamente, es decir, que no existan equipos ociosos durante el turno de trabajo depende de que se programe adecuadamente la producción.

La misma figura muestra también esta situación, pues se podrá observar en el procesamiento del tercer lote cómo las ocho horas del turno de trabajo dejarían un lote de 1 000 frascos esterilizados y listos para ser etiquetados al iniciar el trabajo del siguiente día.

La línea de tiempo de la extrema izquierda es el turno de trabajo de ocho horas y es sobre esta escala que se realizan todas las mediciones. Si se quisiera utilizar este tipo de diagramas para programar toda la producción, se tendrían que trazar siete escalas de tiempo verticales, una por cada lote. En ese diagrama sería fácil observar en qué proceso de producción se interrumpió cierto lote y cuál sería el primer proceso que se aplicaría a ese lote al día siguiente. Por ejemplo, en la figura 3.18 se muestra que el tercer lote, que es la escala de tiempo de la extrema derecha, se debe interrumpir en el enfriado, pues ahí terminan las ocho horas del turno; para ese tercer lote, el primer proceso del día siguiente es el etiquetado. Hay que tomar en cuenta que para una buena programación de la producción, no es necesario que los catorce obreros entren y salgan a la misma hora. Las entradas y salidas deben adaptarse a las necesidades y tipo de proceso que deba iniciarse sobre determinados lotes para el siguiente día de producción.

### ■■■ Pruebas de control de calidad

En la actualidad el control de calidad de cualquier producto es necesario para la supervivencia del mismo en el mercado. El producto bajo estudio es un alimento, por lo que las pruebas de calidad que se le deban practicar están contenidas en los reglamentos que sobre alimentos procesados se encuentran en la Secretaría de Salud y se muestran en la tabla 3.13.

De las necesidades anteriores parece claro que no es necesario instalar un laboratorio de control de calidad en la propia empresa por dos razones: la primera es que se tendría que hacer una inversión adicional en equipo de laboratorio, construir el laboratorio y contratar personal especializado. Segundo, el tipo de pruebas que se requiere realizar a diario, prueba de vacío y peso neto del producto, no requieren instrumental ni preparación especial, ya que casi cualquier tipo de personal de producción puede realizarlas, por su sencillez. Para las pruebas microbiológicas y de proteínas se podrá acudir a un laboratorio comercial, dado que la exigencia de la frecuencia de las pruebas es muy baja y de ninguna manera justifica la instalación de uno propio.

### ■■■ Mantenimiento que se aplicará por la empresa

El tipo de mantenimiento aplicado por una empresa que requiere de una inversión fuerte es correctivo y preventivo, y está en función del equipo que se posea. Si se observa con detenimiento la maquinaria de la empresa, se verá que hay equipo muy especializado como la envasadora, la tapadora, la etiquetadora y el esterilizador; el resto del equipo es relativamente sencillo, ya que son tanques, tuberías y bombas de acero inoxidable, bandas transportadoras y una caldera.

**Tabla 3.13**

Tipo de prueba	Equipo requerido	Frecuencia de la prueba
Microbiológica. Se debe verificar la completa ausencia de todo tipo de bacterias	Contador automático del número más probable de bacterias o equipos manuales que tengan el mismo fin	Al menos una vez por semana
Prueba de vacío en el producto	Medidor de vacío en recipientes herméticos	Diaria
Peso Contenido proteico	Báscula Equipo Kjeldhal	Al menos una prueba por lote Una vez cada seis meses

Al planear la empresa debe decidirse si dentro de la misma se instalará un departamento especializado que dé mantenimiento a todos estos equipos con absoluta seguridad de su funcionamiento. Con el equipo llamado *sencillo* en realidad no hay mayor problema, porque incluso es sencillo mantener en buenas condiciones a una caldera. El equipo sanitario de acero inoxidable debe ser limpiado con detergentes especiales al terminar el turno de trabajo, pero eso es una rutina.

El problema viene con los equipos *especializados*, pues no cualquier persona puede mantenerlos ni repararlos en forma adecuada. Para ello se sugiere contratar un servicio de mantenimiento directo del proveedor, quien normalmente está disponible a brindarlo a la hora que sea necesario. Los proveedores darían mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos especializados.

Para el resto de los equipos, incluyendo la caldera, se propone contratar a un técnico electricista con conocimientos de mecánica, que se encargue no sólo de los equipos sencillos, sino del cuidado general de las instalaciones de la planta. La inversión que se requiere para aplicar el mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos sencillos y a las instalaciones de la planta es mínima.

### ■■■ Determinación de las áreas de trabajo necesarias

Una vez que se han determinado y justificado equipos, mano de obra y el proceso productivo, es necesario calcular el tamaño físico de las áreas necesarias para cada una de las actividades que se realizarán en la planta, las cuales van mucho más allá del proceso de producción. De hecho, en la descripción y selección del equipo se propuso una distribución inicial, pero exclusiva para el departamento de producción.

Las áreas que debe tener la empresa se enuncian a continuación. Es necesario recordar que se está planeando una microempresa, lo cual significa hacer una planeación lo suficientemente adecuada como para que la empresa pueda crecer si las condiciones del mercado lo permiten.

- Patio de recepción y embarque de materiales.
- Almacenes de materia prima y producto terminado.
- Producción.
- Mantenimiento.
- Sanitarios del área de producción.
- Sanitarios para las oficinas.
- Oficinas administrativas.
- Vigilancia.
- Comedor.
- Áreas verdes (áreas de expansión).
- Estacionamiento.

En la tabla 3.14 se presenta la justificación de cada una de estas áreas:

Memoria de cálculo:

1. **Almacén de fruta** Se manejarán inicialmente 1.5 toneladas/día. Se recibirán 3 toneladas cada tercer día. Esta materia prima no puede ser calculada por lote económico (LE) dado que es un producto perecedero. Se recibirán 120 cajas de 25 kilogramos cada una, de las que se hacen estibas de cinco cajas. Cada caja ocupa un área de  $0.5 \times 0.4 \text{ m} = 0.2 \text{ m}^2$ . Se harán 24 estibas, por lo que se requieren  $5 \text{ m}^2$ , más espacios para maniobras. Total para almacenar la fruta, incluyendo espacio de maniobras con montacargas =  $30 \text{ m}^2$ .
2. **El azúcar** es la materia prima que se utiliza en una cantidad mucho mayor que el resto de las otras, tales como la pectina, el ácido cítrico, etc. Su compra se calcula con lote económico.

Tabla 3.14 Bases de cálculo para cada una de las áreas de la empresa

Área	Bases de cálculo	m <sup>2</sup>
Patio de recepción de material	Área suficiente para que maniobre un camión de 5 ton	72
Báscula de recepción	Tamaño de la báscula más espacio de maniobras	2.5
Almacén de fresa	Se manejan 1.5 toneladas/día en un turno de trabajo. Se reciben 3 toneladas cada tercer día. Vea memoria de cálculo (1)	30
Almacén de materias primas	El azúcar es la principal materia prima. Vea memoria de cálculo (2)	30
Almacén de frasco de detergentes, vidrio, tapa y cajas de cartón	Se requieren de 7 000 frascos por día. Espacio necesario más espacio de maniobras. Vea memoria de cálculo (3)	40
Almacén de producto terminado, incluyendo oficina de control	Inicialmente se producen 7 000 frascos/día que ocupan un espacio de 3.5 m <sup>2</sup> con estibas de producto, más espacio de maniobras, 3 m <sup>2</sup>	25
Báscula para pesar materias primas	Tamaño de la báscula más espacio de maniobras	2
Área de producción	Vea memoria de cálculo (4)	216
Área de caldera	Tamaño del equipo más espacio de maniobras	20
Sanitarios para producción	Vea memoria de cálculo (5)	28
Oficinas administrativas	Vea memoria de cálculo (6)	42
Oficinas de producción y control de calidad	Vea memoria de cálculo (7)	28
Sanitarios para oficinas	Vea memoria de cálculo (8)	14
Comedor	Vea memoria de cálculo (9)	21
Mantenimiento	Espacio necesario para un almacén de herramientas y una mesa de trabajo	21
Estacionamientos	1 por cada 200 m <sup>2</sup> construidos. Total 5 cajones	112
Caseta de vigilancia	Controlará la puerta de acceso	3
Áreas verdes y expansión	Para prevenir futuras expansiones	224

**Datos:** Precio del producto = 4.5 pesos/kg o 4 500 pesos/ton; consumo anual = 700 kg/día × 300 días/año = 210 000 kg o 210 ton; costo de mantener el inventario (es la tasa de interés vigente en el mercado) = 0.2 o 20% anual; costos fijos de colocar o recibir una orden de compra (venta), costo del departamento de compras, suponiendo una persona que gana al año \$48 600 con prestaciones y que hace al menos 100 pedidos de materia prima por año, con un costo por pedido de \$486:

$$LE = \sqrt{\frac{2FU}{CP}} = \sqrt{\frac{2 \times 486 \times 210}{0.2 \times 4\,500}} = 15 \text{ ton}$$

observe que todo está expresado en toneladas. Por tanto, cada vez que se compre azúcar se comprarán 15 toneladas; en costales de 50 kilogramos con una superficie aproximada por costal de 1 × 0.45 m; es posible estibar hasta diez costales. Si se compran 15 toneladas, esto equivale a comprar 15 × 20 × 300 costales cada vez que se compre azúcar, en estibas de 10 se requieren 30 estibas por una superficie por estiba de 1 × 0.45 = 0.45 m<sup>2</sup> × 30 = 13.5 m<sup>2</sup>, más área de maniobras para mover el azúcar con montacargas. Total = 30 m<sup>2</sup>.

Esta área es suficiente para almacenar la demás materia prima que se utiliza en muy poca cantidad por día; la pectina, que es la tercera materia prima que más se utiliza, consume 70 kg/día (10 kg/lote) y las demás materias primas en mucha menor cantidad.

3. **Almacén para frascos, tapas y cajas de cartón** Se utilizan 7 000 frascos/día, el mismo número de tapas, mismo número de etiquetas y  $7\ 000/12 = 584$  cajas de cartón/día como embalaje. Se calcula lote económico para frascos (cuyo precio ya incluye la tapa) y para cajas de cartón, considerando un precio unitario de: frasco de vidrio de 500 g con tapa = 4 050 pesos/millar; caja de cartón con capacidad de 12 frascos: 340 pesos/millar.  
LE del frasco = 85.5 millares cada vez que se compre, esto ocupará una superficie de  $17\text{ m}^2$  considerando las cajas de frascos ya estibadas.  
LE de cajas de cartón = 14.2 millares de cajas cada vez que se compre, esto ocupará una superficie de  $5\text{ m}^2$  considerando las estibas de las cajas de cartón sin extender.  
Superficie total del almacén de frascos, tapas, etiquetas y cajas de cartón, incluyendo espacio de maniobras:  $40\text{ m}^2$ . Este espacio es también suficiente para almacenar detergente especial para lavar el equipo. También este insumo se utiliza en muy poca cantidad, 5 kilogramos por día de detergente, ya que se lava una sola vez todo el equipo al terminar el turno.
4. **Producción** Se tomó en cuenta el tamaño físico de todos los equipos y el número de tanques, lo cual ya fue mostrado en el diagrama de distribución del equipo en el área de producción. En la figura 3.17 también se muestran las áreas de enfriamiento, estibamiento de frascos llenos y de maniobras del montacargas para cargar y descargar la esterilizadora. Todo esto arroja una superficie de  $12 \times 18 = 216\text{ m}^2$ .
5. **Sanitarios de producción** De acuerdo al reglamento de construcción vigente para el país, en industrias hasta con 25 trabajadores que intervengan en procesos que manejen alimentos, deberá existir un sanitario por cada quince, o fracción mayor de siete, trabajadores del mismo sexo, la misma cantidad de lavabos y una regadera con agua caliente; desde luego, la instalación de la regadera obliga a una superficie de vestidores. Por tanto, se decide instalar dos sanitarios completos, dos lavabos, una regadera con agua caliente y vestidores. Superficie total ocupada =  $28\text{ m}^2$ .
6. **Oficinas administrativas** Tomando en cuenta la cantidad de personal administrativo que se muestra en el organigrama general de la empresa y de acuerdo al reglamento de construcciones, debe ser de al menos  $2\text{ m}^2$  de área libre por trabajador de oficinas. Superficie total de  $42\text{ m}^2$ .
7. **Oficinas de producción** Con base en el programa de producción de un solo turno, se propone poco personal administrativo en producción, mismo que aparece en el organigrama. Este mismo personal haría las pruebas de calidad ya mencionadas, para lo cual se requeriría un área muy pequeña en la que también se almacenarían muestras para el control de calidad externo. Área de oficina incluyendo control de calidad de  $28\text{ m}^2$ .
8. **Sanitarios de oficinas** Con base en el mismo reglamento de construcciones, se decide instalar dos sanitarios, uno para personal de cada sexo y un lavabo en cada sanitario. Total =  $14\text{ m}^2$ .
9. **Comedor** Ninguna ley referente a las condiciones de trabajo o reglamento de construcción obliga a las empresas a construir un comedor para los trabajadores, de modo que la construcción de esa área es totalmente optativa. En este caso se ha decidido destinar un área para el comedor que cuente con una mesa y una estufa de gas para que los trabajadores tomen cómodamente sus alimentos y puedan calentarlos si es necesario. Se asigna un área de  $21\text{ m}^2$ .

Hay que destacar que el proceso arroja cierta cantidad de desperdicios, aproximadamente 6.2% que corresponde a 3% de fresa en mal estado y 3.2% del mondado de la fresa (quitar pedúnculo). Si se procesan 213 kilogramos por lote y siete lotes diarios, entonces se está hablando de unos 1 500 kilogramos diarios de fruta que generarán un desperdicio aproximado de  $1\ 500 \times 0.062 = 93$  kilogramos por día, lo cual no es un problema de contaminación, ya que esta cantidad puede ser almacenada en uno o dos tambos de 200 litros, para que el servicio

**Tabla 3.15 Resumen de las áreas de la empresa**

Área	m <sup>2</sup>
Terreno	750
Almacenes	125
Oficinas y sanitarios (planta alta)	175
Jardines (áreas de expansión)	189
Caldera	20
Estacionamiento	200
Producción	2 16

municipal de limpia recoja esta basura diariamente. Por esta razón no es necesario asignar un área especial para disposición de desechos sólidos.

La suma de las áreas de la planta arroja un total de 925 m<sup>2</sup>, pero no es necesario comprar un terreno de estas dimensiones, ya que las oficinas, los sanitarios y el comedor pueden construirse en un segundo nivel. Esta superficie es el área total construida que se requiere. El terreno que se adquiriera dependerá de las superficies de terreno disponibles en el parque industrial y de la disponibilidad de dinero, aunque lo más recomendable es que tenga un área de 25 m de frente por 30 m de fondo. Es importante anotar que mucha de la superficie del terreno y de las oficinas es necesaria para el tránsito de personas o de materiales.

Si se desea contar con espacio de expansión en espera del crecimiento futuro, hay que dejar cierto margen de holgura en todas las áreas. En la tabla 3.15 se presenta un resumen de las principales secciones de la empresa, considerando que las oficinas se ubicarán en el segundo nivel, justamente arriba de los almacenes.

Se observa que todas las superficies están por arriba del mínimo calculado.

### ■■■ Distribución de planta

El siguiente paso en el diseño de la planta es distribuir las áreas en el terreno disponible, de forma que se minimicen los recorridos de materiales y que haya seguridad y bienestar para los trabajadores. La distribución debe tomar en cuenta todas las zonas de la planta y no sólo la de producción; y la distribución que se proponga debe brindar la posibilidad de crecer físicamente, es decir, contemplar futuras expansiones.

Para realizar la distribución se utiliza el método de Distribución Sistemática de las Instalaciones de la Planta o SLP (*Systematic Layout Planning*), el cual consiste en obtener un diagrama de relación de actividades construido con dos códigos. El primero de ellos es un código de cercanía representado por letras y por líneas, donde cada letra (o número de líneas) representa la necesidad de que dos áreas estén ubicadas cerca o lejos una de la otra; el segundo código es de razones, representado por números, cada número representa el porqué se decide que un área esté cerca o lejos de otra. Los códigos se presentan en las tablas 3.16 y 3.17.

**Tabla 3.16 Código de cercanía**

Letra	Orden de proximidad	Valor en líneas
A	Absolutamente necesaria	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Ordinaria o normal	
U	Unimportant (sin importancia)	
X	Indeseable	
XX	Muy indeseable	

**Tabla 3.17 Código de razones**

Número	Razón
1	Por control
2	Por higiene
3	Por proceso
4	Por conveniencia
5	Por seguridad

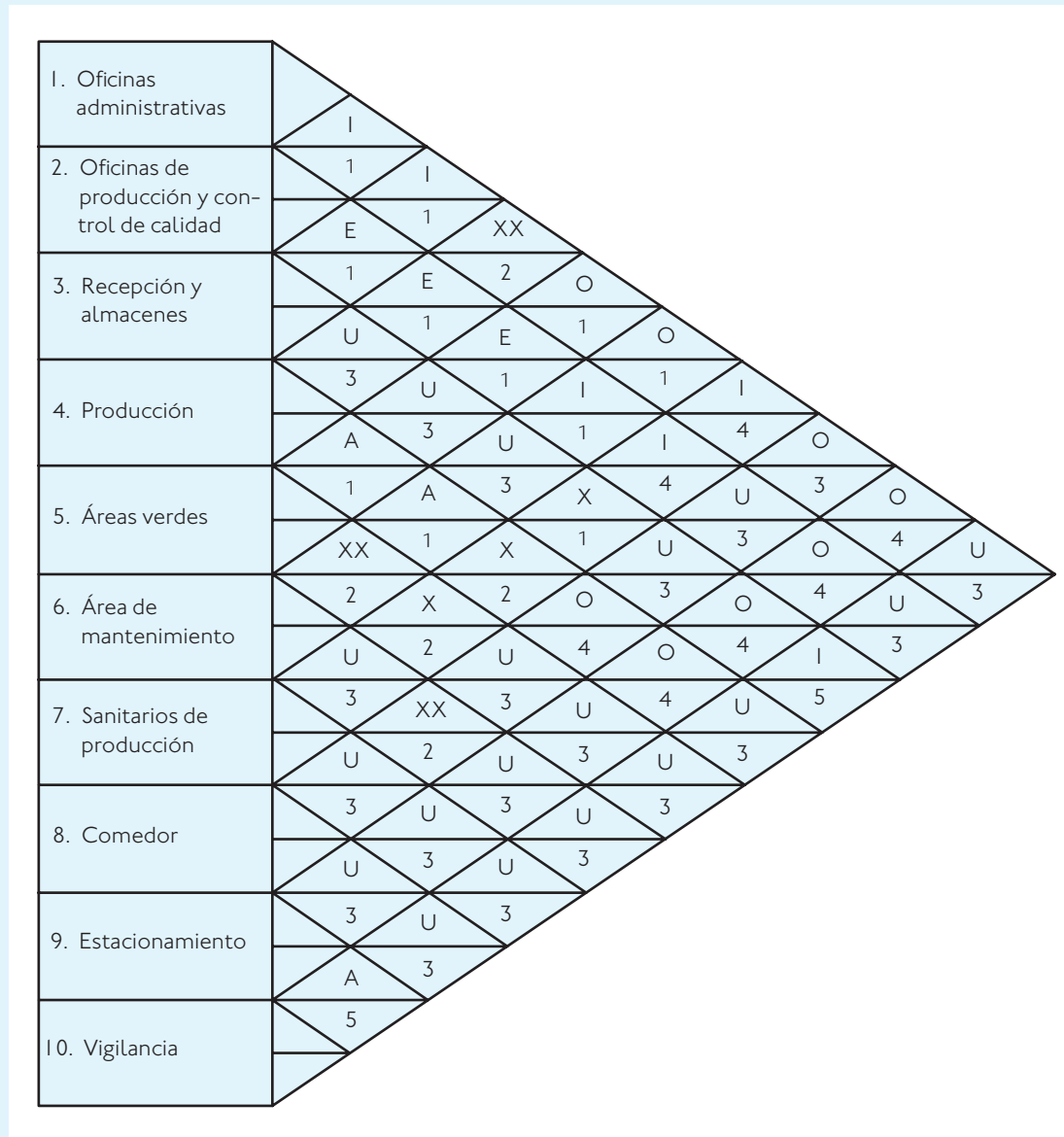


Figura 3.19 Diagrama general de relación de actividades.

En las figuras 3.19 y 3.20 se presentan los diagramas de correlación para producción y para la planta en general.

Con las figuras mencionadas se construye el diagrama de hilos (vea la figura 3.21) que utiliza el código de líneas, para empezar a visualizar la distribución que tendrá la planta completa. En el diagrama de hilos sólo se utilizan las diez áreas del diagrama de relación de actividades de la planta en general, y a producción se le considera como una sola sección.

Con todos estos diagramas lo único que falta es proponer un plano a escala donde se muestre la distribución de todas las áreas. En el plano que se muestra en las figuras 3.22 y 3.23 se podrá observar que la fábrica ha sido diseñada para tener gran flexibilidad en cuanto al crecimiento y adaptación a nuevos procesos. Por ejemplo, observe que junto a tres muros del área de producción existen inicialmente áreas verdes y que tanto los almacenes, como el área de producción pueden crecer con ampliaciones sencillas. Las oficinas serán construidas sobre los almacenes y un trecho queda volado dos metros sobre el estacionamiento para ser más amplias. Éstas también pueden crecer con facilidad, ya que están en el segundo nivel.



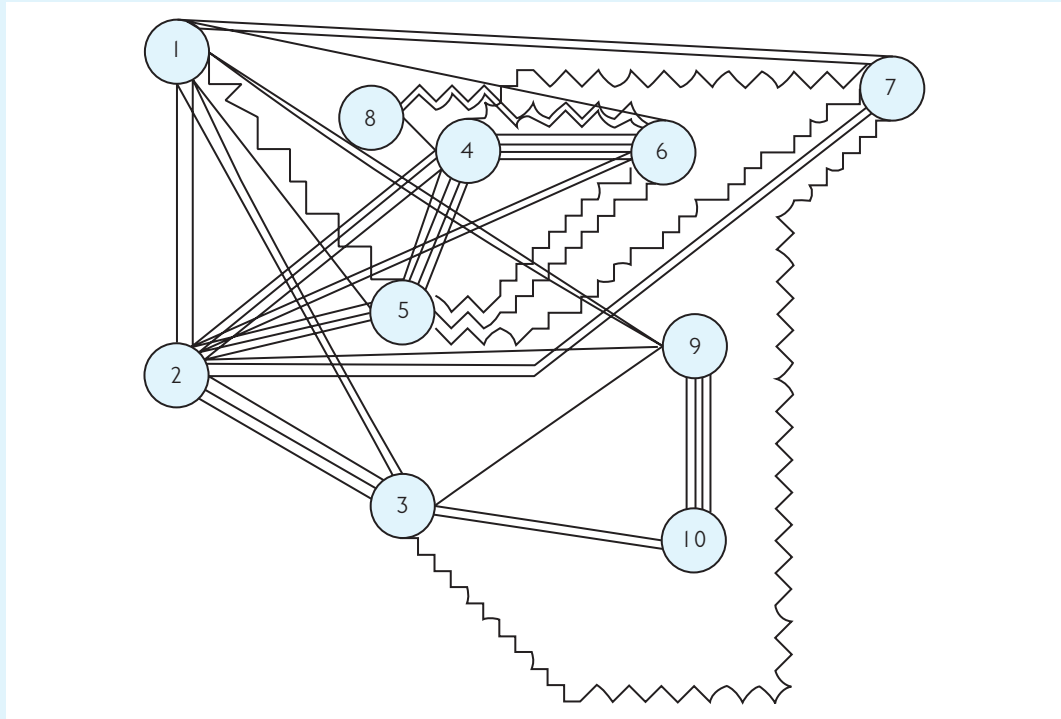


Figura 3.21 Diagrama de hilos de la empresa.

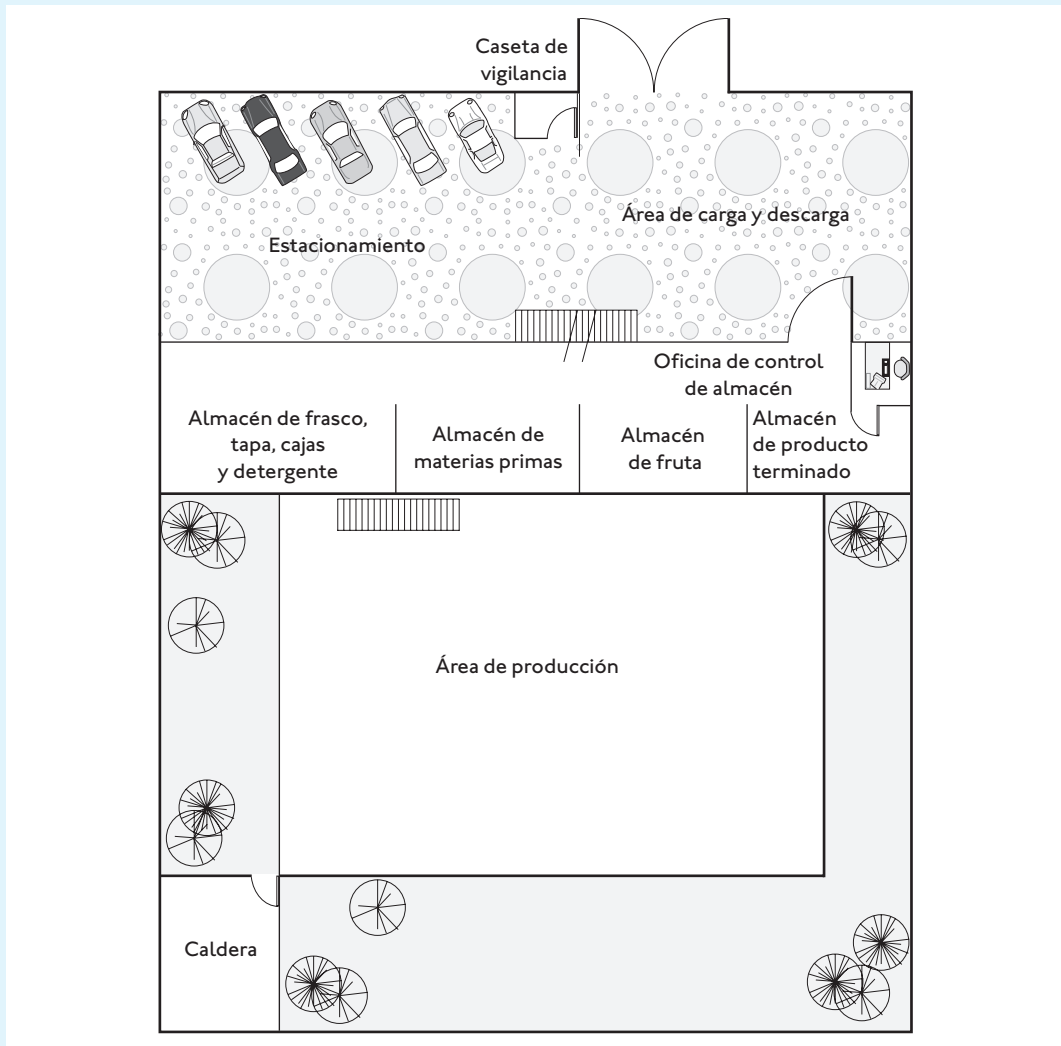


Figura 3.22 Planta baja del plano general de la empresa.



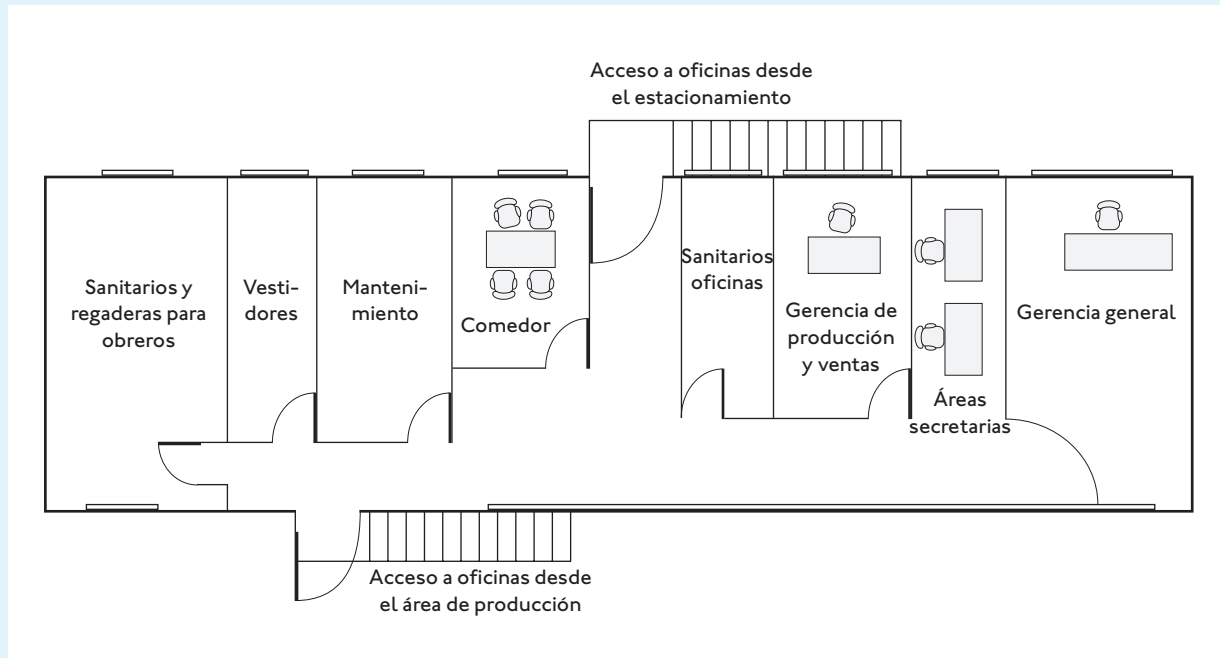


Figura 3.23 Plano de la planta alta de la empresa.

A continuación se menciona el personal total a contratar. El personal administrativo está constituido por tres gerencias:

- Gerencia general
- Gerencia de producción
- Gerencia de ventas

Se contará con dos secretarías que apoyarán las necesidades de las tres gerencias. Por otro lado, se tiene al personal técnico y de apoyo administrativo, para lo que se contará con:

- Un técnico de mantenimiento.
- Un almacenista.
- Un vendedor.
- Dos choferes que ayuden al vendedor en la distribución del producto.
- Dos personas encargadas de la limpieza de la planta.
- Un vigilante.

Ya se había calculado que se requieren catorce obreros calificados para realizar todas las labores de producción. Las funciones de contabilidad, y parcialmente de control de calidad, las realizarán despachos externos a la empresa. Con estos datos se construye el organigrama mostrado en la figura 3.24.

Se está proponiendo al personal mínimo para que funcione adecuadamente la planta; recuerde que se planea una microempresa. Si la demanda del producto llega a incrementarse, lo que sería deseable, el gerente de ventas tendrá la obligación de expandir el mercado, así como el gerente de producción tendrá la función de planear adecuadamente el aumento de los turnos de trabajo y de la capacidad instalada de la empresa.

### Aspectos legales de la empresa

La empresa no tiene impedimentos legales para ser instalada y funcionar adecuadamente; no es una industria contaminante ni consumidora de recursos escasos como el agua. El único as-

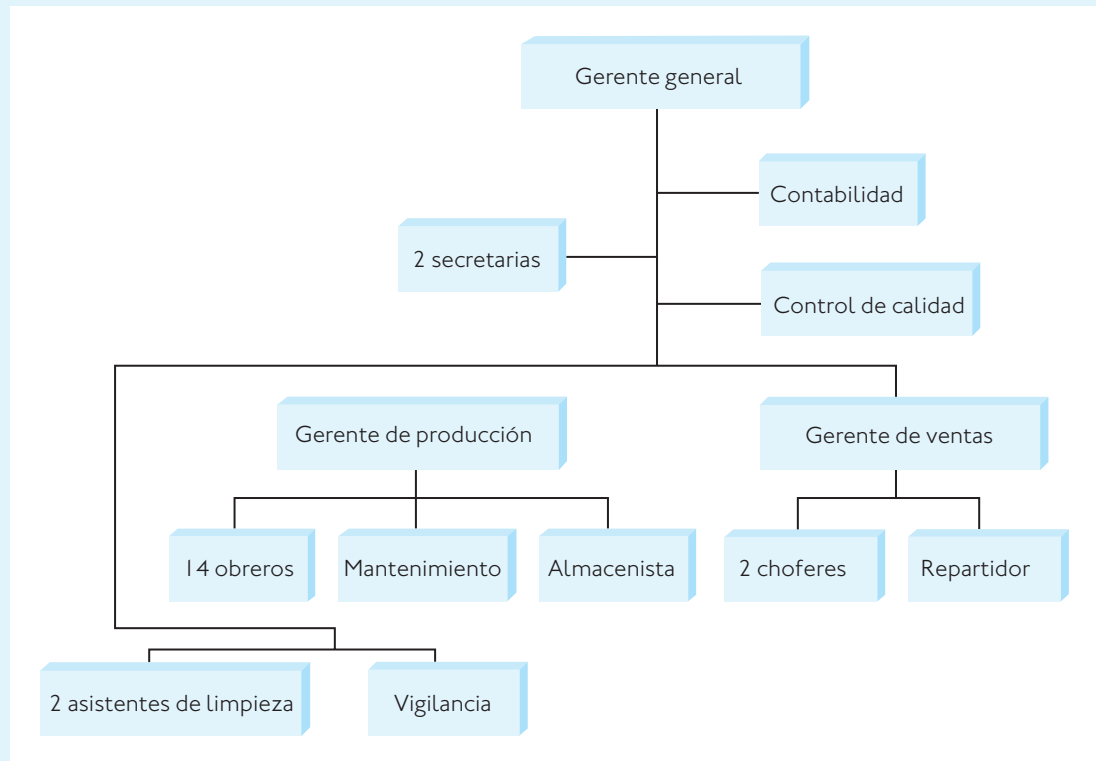


Figura 3.24 Organigrama general de la empresa.

pecto legal que debe tener presente es que, dado que es una empresa productora de alimentos procesados, debe sujetarse estrictamente a las normas exigidas por la Secretaría de Salud en cuanto a las características organolépticas, físico-químicas y bacteriológicas del producto. Las normas que rigen la elaboración de mermeladas son:

- NOM-F-112 Determinación de sólidos solubles para frutas y derivados procesados.
- NOM-F-317 Determinación del pH.
- NOM-F-347 Determinación de pectina en frutas y derivados procesados.
- NOM-F-358 Análisis microbiológico de alimentos envasados.
- NOM-F-144 Determinación de vacío en envases que contengan alimentos procesados.
- NOM-Z-12 Muestreo para inspección por atributos.
- NOM-F-255 Método de conteo de hongos y levaduras.
- NOM-F-254 Método de cuenta de organismos coliformes.
- NOM-F-151 Determinación de la consistencia en mermeladas.

Estas normas contienen todo lo referente a definiciones del producto, clasificación y denominación, disposiciones sanitarias, especificaciones, muestreo, métodos de prueba, etiquetado y marcado, envase, embalaje y almacenamiento. La violación de cualquiera de ellas provocaría problemas para la empresa.

### Conclusiones del estudio técnico

Si se recuerda el objetivo planteado para esta segunda parte del proyecto, que era *demostrar que se domina la tecnología de producción y que no existe impedimento para elaborar el producto*, éste se ha alcanzado a través de todo el estudio técnico, ya que se conoce y domina con todo detalle la tecnología para elaborar mermelada de fresa.

Se llegó a la conclusión de que, tomando como base a los *equipos clave*, es posible elaborar 3.5 toneladas diarias de mermelada con un solo turno de trabajo de ocho horas y si se considera un año de 300 días laborables, entonces se estarían produciendo 1 050 toneladas anuales de producto, que representan de 12 a 15% de la demanda potencial insatisfecha cuantificada en el estudio de mercado.

El diseño de la planta y el proceso le otorgan gran flexibilidad de producción a la empresa. Puede triplicar su producción sin inversión adicional, con sólo incrementar los turnos de trabajo. Es posible aumentar aún más su producción pues se están previendo áreas de expansión en el terreno donde se ubicará la planta, aunque haya que hacer inversiones adicionales en activo fijo.

Por lo anterior, se recomienda realizar la parte final del estudio de factibilidad, que es el análisis económico y la evaluación económica, para observar si existe rentabilidad económica bajo las condiciones de operación que se han planteado hasta ahora.<sup>23</sup>

<sup>23</sup> El contenido del ejemplo que aparece en esta parte es producto del proyecto de investigación DEPI970185.

## Preguntas y problemas

1. ¿Qué relación existe entre el estudio técnico y los estudios restantes del proyecto?
2. ¿En qué aspectos la selección del proceso productivo puede afectar la evaluación económica del proyecto?
3. Identifique los procesos productivos que se dan en el proyecto de un hospital, de una universidad y de una agencia de servicios automovilísticos.
4. Identifique las variables más importantes que se deben considerar al seleccionar el proceso productivo.
5. Defina una metodología de análisis, identificando las principales variables, para realizar el estudio técnico de los siguientes proyectos: *a)* creación de una escuela primaria particular; *b)* reapertura de un aeropuerto; *c)* creación de un hospital general, y *d)* apertura de una zona turística.
6. ¿Qué variables influyen principalmente en la determinación del programa de compra de materiales?
7. ¿Cuáles son las principales variables determinantes del tamaño de una planta?
8. Explique la relación que existe entre el tamaño y la distribución geográfica de la demanda de un producto.
9. ¿De qué manera el proceso tecnológico condiciona o limita el tamaño de un proyecto?
10. ¿Cómo es posible determinar conceptual y matemáticamente el tamaño óptimo de un proyecto?
11. Mencione las ventajas y desventajas de los métodos de localización, por puntos y de Vogel.
12. Describa los pasos metodológicos necesarios para aplicar los métodos de Vogel y por puntos.
13. ¿Cuáles son los supuestos en que está basado el método de Vogel?

14. Describa en qué consisten los diagramas de bloques y de flujo y el cursograma analítico.
15. Mencione cuáles son los principios y objetivos de la distribución de planta.
16. Identifique cuántos tipos de proceso existen y cuáles son sus características.
17. Explique en qué consiste la flexibilidad de un proceso productivo.
18. Mencione los factores que se deben tomar en cuenta para la adquisición de equipo y maquinaria.
19. Aplique el método SLP para realizar la distribución de las instalaciones de una escuela superior de química.
20. ¿En qué casos se recomienda el uso del diagrama de recorrido (*traveling chart*) para hacer una distribución de planta?
21. Analice el hecho de que cuando se realiza una distribución de planta siempre se obtiene una distribución óptima y no ideal.
22. ¿Qué elementos deben considerarse en la definición de una estructura de organización?
23. ¿De qué modo el análisis organizacional afecta la inversión inicial del proyecto?
24. Mencione por qué es importante conocer la legislación vigente del país y la localidad donde se desarrolla el proyecto.
25. De los siguientes productos y capacidades de producción:
  - a) Vidrio plano transparente, 80 ton/día
  - b) Yogurt sin sabor, 160 000 envases/día, cada envase con un contenido de 125 g
  - c) Jugo de naranja, envasado y pasteurizado en envases tetra pack de 1 L, 75 000 L/día
  - d) Cubetas de plástico de tres diferentes colores, asa de metal, capacidad de cada cubeta de 18 L, 8 000 unidades/día
  - e) Jabón de baño perfumado de uso personal, en pastillas de 150 g, 200 000 unidades/día
  - f) Cualquier dulce regional, en unidades de 15 a 20 g, con envase primario de celofán transparente impreso, y luego envasado en cajas de cartón impresas, conteniendo entre 12 y 20 unidades cada caja, 200 000 unidades/día

Realice las siguientes determinaciones:

- Consiga la tecnología de producción. Descríbala verbalmente y mediante un diagrama de flujo.
- Determine los turnos y días de la semana que se van a trabajar para lograr producir la cantidad señalada.
- Determine el tipo y capacidad de los equipos requeridos en cada proceso para elaborar las cantidades señaladas.
- A partir del grado de automatización que haya seleccionado para cada proceso productivo, determine la cantidad de mano de obra directa requerida en cada uno de ellos.
- Determine los métodos de transporte de materiales para cada proceso, desde la recepción de materia prima hasta la entrega del producto terminado a los vehículos repartidores del producto.
- Determine el área de terreno necesaria para llevar a cabo la producción planeada, previo cálculo de cada una de las áreas de la empresa, para cada producto, y también dependiendo de la decisión de construir algunas áreas en un segundo o tercer nivel.
- Determine la distribución de la planta.

- Demuestre de manera creativa que en la distribución de planta propuesta se han aplicado los cinco principios de distribución de planta de Muther.

## Bibliografía

- Anad, D.G., *Mecánica para ingenieros*, CECOSA, México, 1976.
- Buffa, Elwood, *Administración técnica de la producción*, Limusa-Wiley, México, 1982.
- Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, *Análisis empresarial de proyectos industriales en países en desarrollo*, CEMLA, México, 1972.
- Dervitsiotis, Kostas, N., *Operations Management*, McGraw-Hill, Nueva York, 1981.
- García Cantú, Alfonso, *Enfoques prácticos para la planeación y el control de inventarios*, Trillas, México, 1978.
- Gerez, Victor, *Introducción al análisis de sistemas e investigación de operaciones*, Trillas, México, 1978.
- Instituto Latinoamericano para Estudios Sectoriales, *Guía para la presentación de proyectos*, Siglo XXI, México, 1977.
- Monks, Joseph G., *Operations management*, Shaum's Outline Series, McGraw-Hill, 1985.
- Muther, Richard, *Planificación y proyección de la empresa industrial*, Editores Técnicos Asociados, 1968.
- Nievel W. Benjamín, *Ingeniería industrial, estudio de tiempos y movimientos*, RSI, México, 1980.
- Organización de las Naciones Unidas, *Manual de proyectos de desarrollo económico*, ONU, 1958.
- Schroeder, Roger G., *Operation management, Decision making in operation function*, McGraw-Hill, 1985.
- Sistemas de producción e inventarios*, Limusa, México, 1978.
- Taha, Hamdy, A., *Operations research*, Macmillan Pub., Co., 1971.



# Estudio económico

### OBJETIVO GENERAL

Al concluir el estudio de este capítulo el alumno comprenderá cuáles son los elementos y la información necesarios a aplicar en un análisis económico.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar** las diferencias fundamentales que existen entre la inversión en activo fijo y activo diferido, así como en capital de trabajo.
- Explicar** cuál es la aplicación principal del punto de equilibrio, con sus ventajas y desventajas.
- Describir** cuáles son los elementos que conforman un estado de resultados.
- Exponer** con un ejemplo cómo se construye la tabla de pago de la deuda.
- Enumerar** los elementos o rubros que debe incluir un balance general.
- Definir** el concepto de costo de capital.

## ENFOQUE EN COMPETENCIAS

### Análisis de datos duros, planeación y manejo de las TIC

El estudio económico o análisis económico dentro de la metodología de evaluación de proyectos, consiste en expresar en términos monetarios todas las determinaciones hechas en el estudio técnico. Las decisiones que se hayan tomado en el estudio técnico —en términos de cantidad de materia prima necesaria y cantidad de desechos del proceso, cantidad de mano de obra directa e indirecta, cantidad de personal administrativo, número y capacidad de equipo y maquinaria necesarios para el proceso, etc.— ahora deberán aparecer en forma de inversiones y gastos. Las competencias necesarias en esta parte del estudio son análisis de datos duros, planeación y manejo de las TIC (tecnologías de información y comunicación).

Resulta evidente, la esencia del estudio económico es el análisis de cientos de cifras monetarias que a su vez son la base para el cálculo de la rentabilidad de la inversión. Sin duda la primera competencia necesaria en este capítulo es el análisis de datos duros, pero no se trata sólo del análisis. El alumno debe ser muy cuidadoso con el ordenamiento de tal cantidad de datos y aquí surge la necesidad de un muy buen dominio de las TIC. Si un estudiante es capaz de hacer todas las tablas de inversiones y costos de operación en Excel, estará generando una herramienta muy útil para realizar un análisis de sensibilidad y hacer una planeación correcta de la empresa.

Al hacer el análisis económico en Excel podrá, por un lado, rastrear el origen de cada cifra económica que aparezca en el estudio y, por otro lado, este rastreo de cifras que es posible en Excel, hace que la mayoría de datos estén conectados en su origen y que ésta sea la base para realizar un análisis de sensibilidad. Por ejemplo, un estado de resultados proyectado consta de ingresos, cuyos datos se originan en una tabla que calcula estos ingresos a partir del precio unitario de venta y de la cantidad de producto vendida. Luego, en el estado de resultados aparecen todos los costos, y cada uno de ellos tiene una o varias tablas donde se muestra cuál fue la base de su cálculo, incluyendo costos financieros. La resta de estos dos conceptos, ingresos menos costos totales, genera la utilidad bruta o antes de impuestos. El análisis de sensibilidad consiste en que si se varía el costo de alguna materia prima, Excel hace en automático el ajuste en el grado de afectación o sensibilidad que tiene la utilidad bruta debido a un incremento, por pequeño que sea, en

el precio de una materia prima, y este tipo de análisis es posible haciendo variar cualquier costo, incluso el interés de los costos financieros, esto es, variar la tasa de interés de algún préstamo solicitado por la empresa y calcular en automático cómo afecta a la utilidad bruta.

El estado de resultados, cuyo objetivo final es calcular el flujo neto de efectivo de cada año, es la cifra base para el cálculo de la rentabilidad económica del proyecto. De acuerdo con lo dicho sobre el análisis de sensibilidad, que se puede hacer al calcular todas las cifras del análisis económico en Excel, también implica que al variar cualquier costo se obtiene la variación correspondiente no sólo en la utilidad bruta, sino también en el flujo neto de efectivo de cada año.

Si, además de lo anterior, en Excel se introduce la fórmula para calcular el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de rendimiento (TIR), indicadores clave de la rentabilidad de una inversión, y se hace la liga para que en este cálculo se tomen los datos del estado de resultados, entonces el análisis de sensibilidad estaría completo, ya que al variar un solo dato de costos o ingresos se puede obtener en automático la variación correspondiente en la rentabilidad de la inversión.

Lograr hacer esto en Excel requiere de varias competencias: analizar datos, comprender lo que se está haciendo, dominar una buena parte de Excel y un aspecto adicional que es la planeación. Cuando se hace la evaluación de un proyecto, la palabra proyecto implica el futuro, y cuando se habla del futuro se habla de planeación, ya que la inversión debe estar perfectamente planeada para obtener una rentabilidad económica adecuada.

Se podrá pensar que no sólo esta parte debe estar planeada, sino todas las demás partes también, y esto es cierto, pero la parte económica y el análisis de rentabilidad son definitivos en la decisión de instalar y operar una planta de manufactura. Puede existir mucho mercado para el producto y se puede planear una instalación moderna y muy automatizada, pero lo que al final decide si todo esto es correcto son los análisis económico y de rentabilidad, de manera que se deben planear perfectamente estos aspectos si se quiere tener éxito en la inversión y desarrollar todo este análisis en Excel permite tener la herramienta ideal para una buena planeación económica.



## Objetivos generales y estructuración: el estudio económico

Una vez que el investigador concluye el estudio hasta la parte técnica, se habrá dado cuenta de que existe un mercado potencial por cubrir y que no existe impedimento tecnológico para llevar a cabo el proyecto. La parte del análisis económico pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la operación de la planta (que abarque las funciones de producción, administración y ventas), así como otra serie de indicadores que servirán como base para la parte final y definitiva del proyecto, que es la evaluación económica.

En la figura 4.1 se muestra la estructuración general de análisis económico. Las flechas indican dónde se utiliza la información obtenida en ese cuadro. Por ejemplo, los datos de la inversión fija y diferida son la base para calcular el monto de las depreciaciones y amortizaciones anuales, el cual, a su vez, es un dato que se utiliza tanto en el balance general como en el punto de equilibrio y en el estado de resultados. La información que no tiene flecha antecedente, como los costos totales, el capital de trabajo y el costo de capital, indica que esa información hay que obtenerla con investigación. Como se observa, hay cuadros de información, como el balance general y el estado de resultados, que son síntesis o agrupamientos de información de otros cuadros.

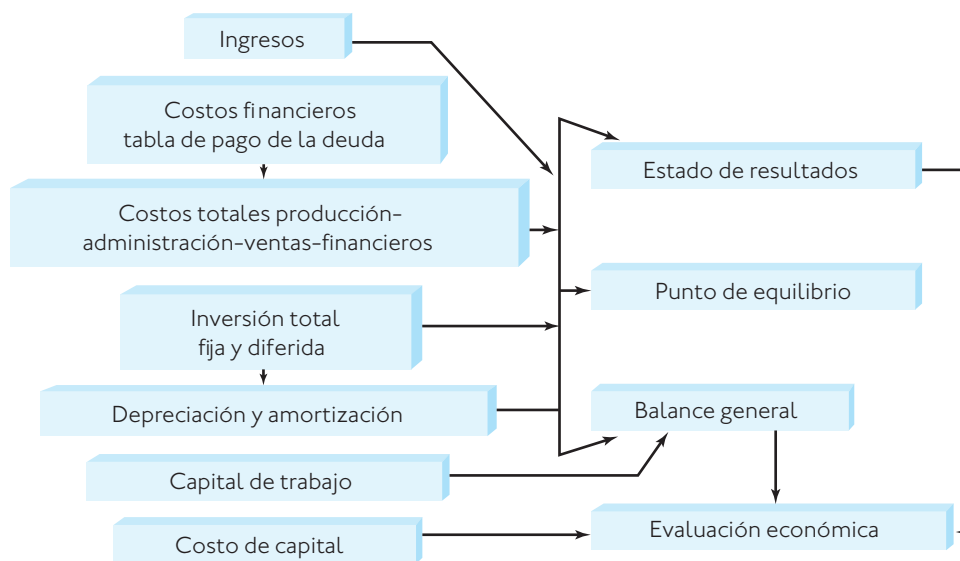


Figura 4.1 Estructuración del análisis económico.

## Determinación de los costos

**Costo** es una palabra muy utilizada, pero nadie ha logrado definirla con exactitud debido a su amplia utilización, pero se puede decir que el costo es un desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado, en el presente, en el futuro o en forma virtual. Vea algunos ejemplos: los costos pasados, que no tienen efecto para propósitos de evaluación, se llaman *costos hundidos*, a los costos o desembolsos hechos en el presente (tiempo cero) en una evaluación económica se les llama inversión, en un estado de resultados pro-forma o proyectado en una evaluación, se utilizarían los

### costo

es un desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado (costos hundidos), en el presente (inversión), en el futuro (costos futuros) o en forma virtual (costo de oportunidad)

*costos futuros* y el llamado *costo de oportunidad* sería un buen ejemplo de costo virtual, así como también lo es el asentar cargos por depreciación en un estado de resultados, sin que en realidad se haga un desembolso.

También es importante señalar que la evaluación de proyectos es una técnica de planeación y la forma de tratar el aspecto contable no es tan rigurosa, lo cual se demuestra cuando, por simplicidad, las cifras se redondean al millar más cercano. Esto es así pues no olvide que se trata de predecir lo que sucederá en el futuro y sería absurdo decir, por ejemplo, que los costos de producción para el tercer año de funcionamiento del proyecto serán de \$90 677 804.00. No hay forma de predecir con tanta exactitud el futuro. Por lo anterior, debe quedar claro y aceptado que el redondeo de las cifras a miles no afecta en absoluto la evaluación económica y no se viola ningún principio contable, puesto que aquí no se trata de controlar las cifras del proyecto, sería tanto como querer controlar con esa rigurosidad el futuro, lo cual es imposible.

## Costos de producción

Los costos de producción no son más que un reflejo de las determinaciones realizadas en el estudio técnico. Un error en el costeo de producción generalmente es atribuible a errores de cálculo en el estudio técnico. El proceso de costeo en producción es una actividad de ingeniería, más que de contabilidad, si se determina que el proceso productivo requiere de 25 obreros y sucede que cuando arranca la planta se observa que son insuficientes y que aún faltan tres trabajadores más, la responsabilidad no será de contabilidad, que se concretó a anotar el salario de los trabajadores que se le solicitaron. El método de costeo que se utiliza en la evaluación de proyectos se llama *costeo absorbente*. Esto significa que, por ejemplo, en el caso del cálculo del costo de la mano de obra se agrega al menos 35% de prestaciones sociales al costo total anual, lo que significa que no es necesario desglosar el importe específico de cada una, sino que en una sola cifra de 35% se *absorben* todos los conceptos que esas prestaciones implican. Los costos de producción se anotan y determinan con las siguientes bases.

- 1. Costo de materia prima** No se debe tomar en cuenta sólo la cantidad de producto final que se desea, sino también la merma propia de cada proceso productivo. Por ejemplo, si se producirán 50 000 tornillos de 2 pulgadas de cabeza redonda, y cada tornillo pesa 6.5 gramos, no se deberá comprar material para esta cantidad, es decir:

$$50\,000 \times 6.5 \text{ g} = 325 \text{ kg de acero,}$$

ya que cierta cantidad de piezas saldrá defectuosa, ya sea de la cabeza o de la rosca; por tanto, un buen cálculo del costo de la materia prima debe tomar en cuenta la merma propia de cada proceso, y para realizar este cálculo correctamente es necesario revisar el balance de materia prima respectivo que se ha presentado en el estudio técnico. En el caso de los tornillos se acepta que una merma normal sea de 1%, entonces la materia prima que se utilizará y se debe comprar es de:

$$325 \times 1.01 = 328.25 \text{ kg de acero.}$$

- 2. Costos de mano de obra** Para este cálculo se consideran las determinaciones del estudio técnico. Hay que dividir la mano de obra del proceso en *directa e indirecta*. La mano de obra directa es aquella que interviene personalmente en el proceso de producción, se refiere en específico a los obreros. La mano de obra indirecta se refiere a quienes aun estando en producción no son obreros, tales como supervisores, jefes de turno, gerente de producción, etc. En cualquier cálculo de mano de obra, ya sea directa o indirecta, se debe agregar al menos 35% de prestaciones sociales. Esto significa que sobre el sueldo base anual hay que agregar fondo para la vivienda, seguridad social, vacaciones, días festivos, aguinaldo, y otros, lo cual suma, en promedio, un 35% adicional.

- 3. Envases** Existen dos tipos de envases: el *envase primario* que está en contacto directo con el producto, por ejemplo, en aceite comestible será el envase de plástico de 1 litro y el *envase secundario* sería la caja de cartón o plástico que contiene 12 o 20 botellas. Para este cálculo también es necesario considerar un determinado porcentaje de merma y observar si el envase primario ya contiene una etiqueta impresa o es necesario pegarla, lo cual conlleva un gasto adicional.
- 4. Costos de energía eléctrica** El principal gasto por este insumo en una empresa de manufactura se debe a los motores eléctricos que se utilizan en el proceso. Para su cálculo se toma en cuenta la capacidad de cada uno de los motores que intervienen en las operaciones del proceso y el tiempo que permanecen en operación por día, datos contenidos en las gráficas de Gantt que se incluyen en el estudio técnico, donde se muestra el tiempo frente al desempeño de cada una de las máquinas. En general, el costo por alumbrado de las áreas y de las oficinas no es muy significativo respecto del importe total; de hecho, en promedio, es de 2 a 3% del costo de la energía eléctrica que se consume en el proceso productivo.
- 5. Costos de agua** Es un insumo importante en algunos tipos de procesos productivos. Lo mínimo a considerar en el consumo son 150 litros por trabajador, de acuerdo con la reglamentación vigente de la Secretaría (o Ministerio) del Trabajo.
- 6. Combustibles** Se considera cualquier tipo de combustible que se utilice en el proceso, tal como gas, diesel, gasolina, etc. En general se calcula como un rubro por separado debido a que en algunos procesos productivos el consumo de combustible puede ser muy elevado.
- 7. Control de calidad** Durante años se consideró a la función de control de calidad como dependiente de la gerencia de producción. En la actualidad el departamento de control de calidad tiene autonomía y es una función muy importante en la empresa moderna. Realizar un control de calidad adecuado al interior de la planta resulta costoso y para negocios muy pequeños es imposible invertir en todos los equipos necesarios, lo cual no significa que no se lleve a cabo. Si se decide realizar el control de calidad en las propias instalaciones, debe tomarse en cuenta que se requiere de una inversión en equipo, de un área disponible, de personal capacitado que realice cotidianamente los análisis o las pruebas correspondientes y que muchas de ellas requieren de sustancias químicas. En caso contrario, es decir, cuando los promotores del proyecto deciden no tener un departamento de control de calidad dentro de la propia industria, entonces deberán contratar un servicio externo que realice tales pruebas y lleve a cabo esta función cotidianamente. Cualquiera que sea la decisión, dentro de los costos de producción siempre deberá aparecer un rubro llamado *costos de control de calidad*.
- 8. Mantenimiento** El cálculo de este rubro es similar al del control de calidad. Los promotores del proyecto deberán decidir si esta actividad se realiza dentro de la empresa o si se contrata un servicio externo. Si se decide realizarla internamente existe la misma consideración de necesidades de inversión en equipo, área disponible, personal capacitado, etc., además de que este costo dependerá del tipo de mantenimiento que se pretende dar. Sin importar cuál sea la decisión, los costos de producción siempre deberán contener un concepto llamado *costos de mantenimiento*.
- 9. Cargos de depreciación y amortización** Ya se ha mencionado que éstos son costos virtuales, es decir, se tratan y tienen el efecto de un costo, sin serlo. Para calcular el monto de los cargos se utilizan los porcentajes autorizados por la ley tributaria vigente en el país. Los cargos de depreciación y amortización, además de reducir el monto de los impuestos, permiten la recuperación de la inversión por el mecanismo fiscal que la propia ley tributaria ha fijado. Toda inversión que realice el promotor del proyecto (inversionista) puede ser recuperada por medio de estos cargos, de forma que es necesario estar al tanto de los tipos de inversiones realizadas y de la forma en que se recuperará esa inversión. Así, los costos de producción deberán contener este concepto, pero exclusivamente sobre las inversiones

realizadas en esa área. Para mayores detalles vea “Depreciaciones y amortizaciones” en la página 144.

- 10. Otros costos** Se han mencionado los principales conceptos relacionados con los costos de producción, pero éstos no son todos los costos que se originan en esa área. También existen gastos por detergentes, refrigerantes, uniformes de trabajo, dispositivos de protección para los trabajadores, etc. Su importe es tan pequeño en relación con los demás costos, que tal vez no vale la pena determinarlos detalladamente. Por esto se agrupan en el rubro *otros costos*, donde se incluye cualquier otro costo pequeño y no considerado en los nueve conceptos antes dichos.
- 11. Costos para combatir la contaminación** Éste es un aspecto que hasta hace pocos años no se tomaba en cuenta. Muchas fábricas contaminaban ríos, lagunas, la atmósfera o la tierra sin que hubiera leyes que protegieran al ambiente. En la actualidad, además de la existencia de tales leyes, se cuenta con las normas ISO14000, que aun cuando no son obligatorias para las empresas contaminantes, cada día se ejerce más presión para que las adopten, instalen equipos anticontaminantes y elaboren programas definidos para que a mediano plazo dejen de contaminar. Las presiones van desde grupos sociales ambientalistas hasta que un banco comercial decline una solicitud de crédito o un cliente se niegue a comprar sus productos.

Combatir la contaminación proveniente de un proceso productivo requiere de inversión en equipo y un costo periódico para mantener y controlar el o los equipos adquiridos para combatir la contaminación. Desde luego que la implantación de tales programas también requiere de mano de obra. Todos estos gastos a los que se les puede llamar genéricamente *costos por contaminación o costos para combatir la contaminación*, deben ser atribuidos a los costos de producción, ya que es ahí donde se genera el problema.

Desde luego no todos los negocios tendrán estos costos, pues no todos los procesos son contaminantes, pero sí es importante recalcar que los proyectos de empresas que contaminan deben considerarlos de forma obligatoria, pues tarde o temprano tendrán que incurrir en ellos. Un costo de este tipo puede ser tan pequeño como el equivalente a disponer apropiadamente de toneladas de basura que a diario se generan, o tan grande como comprar equipos o sistemas anticontaminantes y mantenerlos en uso cotidianamente.

## Costos de administración

Son, como su nombre lo indica, los costos que provienen de realizar la función de administración en la empresa. Sin embargo, tomados en un sentido amplio, no sólo significan los sueldos del gerente o director general y de los contadores, auxiliares, secretarías, así como los gastos generales de oficina. Una empresa de cierta envergadura puede contar con direcciones o gerencias de planeación, investigación y desarrollo, recursos humanos y selección de personal, relaciones públicas, finanzas o ingeniería (aunque este costo podría cargarse a producción). Esto implica que fuera de las otras dos grandes áreas de una empresa, que son producción y ventas, los gastos de todos los demás departamentos o áreas (como los mencionados) que pudieran existir en una empresa se cargarán a administración y costos generales. También deben incluirse los correspondientes cargos por depreciación y amortización.

### mercadotecnia

investigación y el desarrollo de nuevos mercados o de nuevos productos adaptados a los gustos y necesidades de los consumidores; estratificación del mercado; cuotas y el porcentaje de participación de la competencia en el mercado; publicidad y tendencia de las ventas

## Costos de venta

En ocasiones el departamento o gerencia de ventas también es llamado de mercadotecnia. En este sentido vender no significa sólo hacer llegar el producto al intermediario o consumidor, sino que implica una actividad mucho más amplia. **Mercadotecnia** abarca, entre otras muchas actividades, la investigación y el desa-

rollo de nuevos mercados o de nuevos productos adaptados a los gustos y necesidades de los consumidores; el estudio de la estratificación del mercado; las cuotas y el porcentaje de participación de la competencia en el mercado; la adecuación de la publicidad que realiza la empresa; la tendencia de las ventas, etc. Como se observa, un departamento de mercadotecnia puede constar no sólo de un gerente, una secretaria, vendedores y choferes, sino también de personal altamente capacitado y especializado, cuya función no es precisamente vender. La magnitud del costo de venta dependerá tanto del tamaño de la empresa, como del tipo de actividades que los promotores del proyecto quieran que desarrolle ese departamento.

La agrupación de costos que se ha mencionado, como producción, administración y ventas, es arbitraria. Hay quienes agrupan los principales departamentos y funciones de la empresa como productos, recursos humanos, finanzas y mercadotecnia, subrayando así la delegación de responsabilidades. Cualquiera que sea la clasificación que se dé, influye muy poco o nada en la evaluación general del proyecto.

En la presentación del caso práctico se dan las bases y se realiza la determinación de cada uno de los costos.

## Costos financieros

Son los intereses que se deben pagar en relación con capitales obtenidos en préstamo. Algunas veces estos costos se incluyen en los generales y de administración, pero lo correcto es registrarlos por separado, ya que un capital prestado puede tener usos muy diversos y no hay por qué cargarlo a un área específica. La ley tributaria permite cargar estos intereses como gastos deducibles de impuestos. El detalle de cómo se calculan y se aplican aparece en “Financiamiento. Tabla de pago de la deuda”, página 153.

## Inversión total inicial: fija y diferida

La **inversión inicial** comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo.

Se entiende por activo tangible (que se puede tocar) o fijo, a los bienes propiedad de la empresa, como terrenos, edificios, maquinaria, equipo, mobiliario, vehículos de transporte, herramientas y otros. Se le llama *fijo* porque la empresa no puede desprenderse fácilmente de él sin que ello ocasione problemas a sus actividades productivas (a diferencia del activo circulante).

Se entiende por activo intangible al conjunto de bienes propiedad de la empresa, necesarios para su funcionamiento, y que incluyen: patentes de invención, marcas, diseños comerciales o industriales, nombres comerciales, asistencia técnica o transferencia de tecnología, gastos preoperativos, de instalación y puesta en marcha, contratos de servicios (como luz, teléfono, internet, agua, corriente trifásica y servicios notariales), estudios que tiendan a mejorar en el presente o en el futuro el funcionamiento de la empresa, como estudios administrativos o de ingeniería, estudios de evaluación, capacitación de personal dentro y fuera de la empresa, etcétera.

En el caso del costo del terreno, éste debe incluir el precio de compra del lote, las comisiones a agentes, honorarios y gastos notariales, y aun el costo de demolición de estructuras existentes que no se necesiten para los fines que se pretenda dar al terreno. En el caso del costo de equipo y de maquinaria debe verificarse si éste incluye fletes, instalación y puesta en marcha.

En la evaluación de proyectos se acostumbra presentar la lista de todos los activos tangibles e intangibles, anotando qué se incluye en cada uno de ellos.

### inversión inicial

comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa

**cronograma de inversiones**

cálculo del tiempo apropiado para capitalizar o registrar los activos en forma contable

## Cronograma de inversiones

Capitalizar el costo de un activo significa registrarlo en los libros contables como un activo. No existen normas que regulen el tiempo en que deba registrarse un activo para correlacionar los fines fiscales con los contables, lo cual provoca diferencias entre ambos criterios. Por tanto, el tiempo ocioso durante el cual el equipo no presta servicios mientras se instala, no se capitaliza (no se registra) de ordinario, tanto por razones conservadoras como para reducir el pago de impuestos.

Para controlar y planear mejor lo anterior, es necesario construir un cronograma de inversiones o un programa de instalación del equipo. Éste es simplemente un diagrama de Gantt, en el que, tomando en cuenta los plazos de entrega ofrecidos por los proveedores, y de acuerdo con los tiempos que se tarde tanto en instalar como en poner en marcha los equipos, se calcula el tiempo apropiado para capitalizar o registrar los activos en forma contable. Por lo anterior se recomienda, en una evaluación, elaborar dicho diagrama, el cual se ilustra y desarrolla en la presentación práctica del estudio.

**depreciación**

se aplica al activo fijo, ya que con el uso estos bienes valen menos

**amortización**

cargo anual que se hace para recuperar la inversión

## Depreciaciones y amortizaciones

El término **depreciación** tiene exactamente la misma connotación que amortización, pero el primero sólo se aplica al activo fijo, ya que con el uso estos bienes valen menos; es decir, se deprecian; en cambio, la amortización sólo se aplica a los activos diferidos o intangibles, ya que, por ejemplo, si se ha comprado una marca comercial, ésta, con el uso del tiempo, no baja de precio o se deprecia, por lo que el término **amortización** significa el cargo anual que se hace para recuperar la inversión.

Cualquier empresa que esté en funcionamiento, para hacer los cargos de depreciación y amortización correspondientes, deberá basarse en la ley tributaria. El monto de los cargos hechos en forma contable puede ser esencialmente distinto de los hechos en forma fiscal. Aquí sólo se tratará el caso fiscal.

Ahora es conveniente preguntar y explicar, ¿cuál es el propósito real de hacer unos cargos llamados *costos por depreciación y amortización*? ¿Qué pretende el gobierno con esto y cuál es el beneficio del usuario o causante?

Suponga que se adquiere un bien por \$200 como parte de la inversión de una empresa. En el momento de la compra se paga el valor total de ese equipo. El objetivo del gobierno y el beneficio del contribuyente es que toda inversión sea recuperada por la vía fiscal (excepto el capital de trabajo y el terreno). Esto lo logra el inversionista haciendo un cargo llamado *costos por depreciación y amortización*. La inversión y el desembolso de dinero ya se realizó en el momento de la compra, y hacer un cargo por el concepto mencionado implica que en realidad ya no se está desembolsando ese dinero; entonces, se está recuperando. Al ser cargado un costo sin hacer el desembolso, se aumentan los costos totales y esto causa, por un lado, un pago menor de impuestos y, por otro, es dinero en efectivo disponible.

Ahora la pregunta es, ¿qué cantidad porcentual del valor del bien se puede recuperar (cargar como costo) cada año y cuántos años se tardará en recuperar todo el valor del bien? El gobierno, con base en el promedio de vida útil de los bienes les asigna un porcentaje, según su tipo, y sólo permite, en México, el uso del método de depreciación llamado línea recta.

Prosiga con el ejemplo de que se ha adquirido un bien en \$200. Por ejemplo, si éste fuera un mueble de oficina, el porcentaje autorizado sería 10% anual; si fuera un troquel, el porcentaje autorizado sería 35% anual (vea todos los porcentajes autorizados en la ley tributaria). El método de línea recta consiste en depreciar (recuperar) una cantidad igual cada año por

determinado número de años, los cuales están dados por el propio porcentaje aplicado. Si el bien fuera el mueble de oficina con un costo de \$200 y una tasa de depreciación anual de 10%, entonces cada año y durante 10 se recuperará 10% de 200, es decir, 20 hasta completar los 200 en 10 años. Si el bien adquirido fuera un troquel, cada año y durante tres años, se recuperaría 35% del valor, y quedaría así:

Primer año	$200 \times 35\% = 70$
Segundo año	$200 \times 35\% = 70$
Tercer año	$\frac{200 \times 30\% = 60}{100\% = 200}$

Si se tratara del troquel, el efecto fiscal sería que después de que en tres años se hubiera recuperado todo el valor del bien, hacia el cuarto año ya no se podría hacer fiscalmente ningún cargo, aunque la empresa mantuviera el bien en uso.

Con este mecanismo el gobierno pretende que cualquier inversión privada sea recuperable por vía fiscal, sin importar las ganancias que dicha empresa obtenga por concepto de ventas. Además, si las empresas reemplazaran los equipos al término de su vida fiscal, la planta productiva del país se activaría en alto grado.

Si la depreciación normal implica una recuperación de la inversión, la *depreciación acelerada* implica que esa recuperación sea más rápida. El método general (hay varios de ellos) consiste en aplicar tasas más altas en los primeros años, con lo cual se pagan menos impuestos porque se aumentan los costos y se recupera más rápido el capital, sobre todo en los primeros años, cuando las empresas normalmente tienen problemas económicos.

En el caso práctico que se presenta al final de este capítulo se utilizó el método de línea recta y aparecen las tasas autorizadas por la ley y los cargos correspondientes. En el mismo ejemplo aparece una columna llamada *valor de rescate fiscal a los cinco años*. Esto significa que como el estudio sólo se hizo para un horizonte de cinco años, en ese momento se corta artificialmente el tiempo para hacer la evaluación, para hacerla correctamente es necesario considerar el valor fiscal de los bienes de la empresa en ese momento. Para su aplicación en la evaluación vea la sección “Métodos de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo”, en la página 181. El valor de rescate o de salvamento se calcula restando al valor de adquisición la depreciación acumulada hasta ese periodo. En el ejemplo de comprar un mueble de oficina con valor de adquisición de \$200 y tasa aplicada de 10%, su valor de salvamento sería:

valor de adquisición \$200

menos la depreciación acumulada hasta el año 5 =  $20 \times 5 = 100$

## Capital de trabajo

Desde el punto de vista contable el **capital de trabajo** se define como la diferencia aritmética entre el *activo circulante* y el *pasivo circulante*. Desde el punto de vista práctico, está representado por el capital adicional (distinto de la inversión en activo fijo y diferido) con que hay que contar para que empiece a funcionar una empresa; esto es, hay que financiar la primera producción antes de recibir ingresos; entonces, debe comprarse materia prima, pagar mano de obra directa que la transforme, otorgar crédito en las primeras ventas y contar con cierta cantidad en efectivo para sufragar los gastos diarios de la empresa. Todo esto constituiría el activo circulante. Pero así como hay que invertir en estos rubros, también se puede obtener crédito a corto plazo en conceptos como impuestos y algunos servicios y proveedores, y esto es el pasivo circulante. De aquí se origina el concepto de capital de trabajo, es decir, el capital con que hay que contar para empezar a trabajar.

### capital de trabajo

diferencia aritmética entre el activo circulante y el pasivo circulante

Aunque el capital de trabajo también es una inversión inicial, tiene una diferencia fundamental respecto de la inversión en activo fijo y diferido, y tal diferencia radica en su naturaleza circulante. Esto implica que mientras la inversión fija y la diferida pueden recuperarse por la vía fiscal, mediante la depreciación y la amortización, la inversión en capital de trabajo no puede recuperarse por este medio, puesto que, dada su naturaleza, la empresa se resarcirá de él a corto plazo.

#### activo circulante

se compone básicamente de tres rubros: valores e inversiones, inventarios y cuentas por cobrar

El **activo circulante** se compone básicamente de tres rubros: valores e inversiones, inventarios y cuentas por cobrar. A continuación se describe cada uno de ellos y se da la pauta para su cálculo:

**a) Valores e inversiones** Este concepto sustituye al antiguo de *caja y bancos*. La razón es simple: es el efectivo que siempre debe tener la empresa para afrontar no sólo gastos cotidianos, sino también los imprevistos y en la actualidad la banca comercial del país se ha diversificado de tal forma que es posible invertir dinero a plazos muy cortos. Se cometería un error si se tuviera efectivo en la empresa para cubrir tales gastos. Los teóricos de las finanzas como Marshall<sup>1</sup> sostienen que aquella empresa que invierte adecuadamente sus excedentes de efectivo a corto plazo, puede elevar el rendimiento de la inversión de la empresa hasta en 30%, lo cual reafirma el hecho de que es erróneo mantener efectivo en la compañía. Lo que se debe hacer es invertir todo el producto de las ventas diarias o cualquier dinero que se reciba por otro concepto, a plazos tales que el dinero esté disponible en la fecha y en las cantidades necesarias, pero ganando siempre un interés, es decir, se puede hacer todo, menos dejar al dinero ocioso. Algunos instrumentos de inversión, como la Cuenta Maestra en México, tienen una disponibilidad de dinero inmediata y a pesar de eso es una inversión que produce buenos rendimientos. La empresa necesita tener siempre dinero disponible por varias razones, la primera, para solventar los gastos cotidianos; la segunda, para enfrentar contingencias, y la tercera para aprovechar ofertas de materia prima que se presentarán en el mercado.

#### modelo Baumol

programación exacta de las fechas y de las necesidades de dinero en efectivo, más una cantidad extra como seguridad

Existen varios modelos para calcular el dinero que se debe tener disponible, como el **modelo Baumol**, que es determinístico; supone que se pueden programar con exactitud las fechas y necesidades de dinero en efectivo, más una cantidad extra como seguridad. Con esto se hace una programación de inversiones en cualquiera de las decenas de instrumentos de inversión que ahora existen, los cuales ofrecen diferentes rendimientos, plazos y liquidez.

Cuando arranca la operación de una empresa, la cantidad de efectivo a tener debe ser suficiente para cubrir todos los gastos de producción y administrativos, desde el primer día de operación, hasta el día en que se empiece a recibir dinero por la venta a crédito que se hizo en los primeros días de producción, de forma que esa cantidad dependerá exclusivamente del crédito que se otorgue en los primeros días de venta del producto.

**b) Inventario** En la sección “Cálculo de las áreas de la planta” de la página 99, ya se han mencionado los tipos de inventario que existen y que es muy difícil, si no imposible, establecer una fórmula general para calcular el inventario del producto en proceso y del producto terminado, por lo que aquí sólo se hablará del inventario de materia prima. Muchos son los textos que se han dedicado al estudio y desarrollo de modelos de inventarios, y aquí, por supuesto, no se tratará detalladamente este aspecto. Se pretende sólo presentar un modelo que ayude al evaluador a determinar de manera aproximada cuál sería la inversión en inventarios que tendrían que hacer los promotores del proyecto al iniciar las operaciones de la empresa.

#### lote económico

modelo que considera la existencia de ciertos costos que aumentan mientras más inventario se tiene, y que existen otros que disminuyen cuanto mayor es la cantidad existente en inventarios

El modelo que se presenta es el llamado **lote económico**, el cual se basa en la consideración de que existen ciertos costos que aumentan mientras más inventario

<sup>1</sup> Marshall John, *Financial Engineering*, Ed. NYIF, Nueva York, 1991.



se tiene, como el costo de almacenamiento, seguros y obsolescencia, y existen otros que disminuyen cuanto mayor es la cantidad existente en inventarios, como ocurre con las interrupciones en producción por falta de materia prima, los posibles descuentos en las compras y otros.

El lote económico encuentra el equilibrio entre los costos que aumentan y los que disminuyen al incrementarse la cantidad del inventario, de manera que al aplicar el modelo se optimiza económicamente el manejo de inventarios. El costo mínimo se encuentra comprando cierta cantidad de inventario, y se calcula como:

$$\text{Lote económico} = LE = \sqrt{\frac{2FU}{CP}} \quad (4.1)$$

donde:  $LE$  = la cantidad óptima que será adquirida cada vez que se compre materia prima para inventario.

$F$  = costos fijos de colocar y recibir una orden de compra.

$U$  = consumo anual en unidades de materia prima (litros, kilogramos, toneladas).

$C$  = costo para mantener el inventario, expresado como la tasa de rendimiento que produciría el dinero en una inversión distinta a la inversión en la compra de inventarios. Como referencia se puede usar la tasa bancaria vigente en este momento.

$P$  = precio de compra unitario.

Ejemplo: suponga que los datos que se tienen son:

$$U = 200$$

$$C = 70\% = 0.7$$

$$P = 50$$

$$F = 20$$

Al sustituirlos en la fórmula 4.1 se obtiene

$$LE = \frac{2 \times 20 \times 200}{0.7 \times 50} = 15.1 \text{ unidades}$$

Cada vez que se compre inventario, se deberán adquirir 15.1 piezas, y además  $365/15.1 = 24.17$  indicará la frecuencia de compra, que sería de 24 días, aproximadamente. En conclusión, la inversión en inventario inicial, si se sigue el ejemplo, sería de:

$$15.1 \times 50 = 755$$

Falta considerar el *stock* de seguridad y las situaciones inesperadas que pudieran surgir, ya que el modelo presupone que haya reposición instantánea, consumo constante de materia prima y un *stock* de seguridad aceptable. Habrá que calcular el lote económico para cada materia prima tipo A que se utilice en el proceso, y para fines prácticos se ha encontrado en evaluación de proyectos que se puede calcular el valor de la inversión en inventarios como el que tendría la producción en uno de dos meses de trabajo.

- c) **Cuentas por cobrar** Este rubro se refiere a que cuando una empresa inicia sus operaciones, normalmente dará a crédito en la venta de sus primeros productos. Las cuentas por cobrar calculan cuál es la inversión necesaria como consecuencia de vender a crédito, lo

cual depende, por supuesto, de las condiciones del crédito, es decir, del periodo promedio en que la empresa recupera el capital. La fórmula contable es la siguiente:

$$C \times C = \text{cuentas por cobrar} = \frac{\$ \text{ventas anuales}}{365} \times PPR$$

donde  $PPR$  = periodo promedio de recuperación. Por ejemplo, si el crédito a que vende la empresa es 30-60, el  $PPR$  sería 45.

**pasivo circulante**  
financiamiento parcial y a corto  
plazo de la operación

**Pasivo circulante** Así como es necesario invertir en activo circulante, también es posible que cierta parte de esta cantidad se pida prestada; es decir, independientemente de que se deban ciertos servicios a proveedores u otros pagos, también puede financiarse parcialmente la operación. La pregunta es ahora ¿qué cantidad será recomendable pedir prestada a corto plazo (tres a seis meses) para cubrir una parte de la inversión necesaria en capital de trabajo?

En la práctica se ha visto que un criterio apropiado para este cálculo es basarse en el valor de la tasa circulante, definida como:

$$TC = \text{tasa circulante} = \frac{\text{activo circulante}}{\text{pasivo circulante}} \quad (4.2)$$

El valor promedio en la industria es de  $TC = 2.5$ , lo que indica que por cada 2.5 unidades monetarias invertidas en activo circulante, es conveniente deber o financiar una, sin que esto afecte significativamente la posición económica de la empresa. La práctica conservadora aconseja que si disminuye el valor de  $TC$  por debajo de uno, la empresa correrá el grave riesgo de no poder pagar sus deudas de corto plazo, y si la  $TC$  es muy superior a 2.5, entonces la empresa está dejando de utilizar un recurso valioso, como lo es el financiamiento, aunque la liquidez de la empresa a corto plazo sea muy alta. La cantidad que la empresa quiera pedir prestado también dependerá de las condiciones del crédito y, en especial, de la tasa de interés cargada.

El promedio industrial de  $TC = 2.5$  se aplica a empresas que ya están en funcionamiento, y para la evaluación de proyectos es aconsejable asignar una  $TC$  mayor que 3, aunque al poner en práctica el proyecto esto dependerá de otras deudas a corto y largo plazos que ya haya adquirido la empresa, pues es claro que mientras más deudas tenga, estará en menores probabilidades de obtener crédito de alguna institución financiera.

**punto de equilibrio**  
nivel de producción en el que los  
ingresos por ventas son exacta-  
mente iguales a la suma de los  
costos fijos y los variables

## Punto de equilibrio

El análisis del punto de equilibrio es una técnica útil para estudiar las relaciones entre los costos fijos, los costos variables y los ingresos. Si los costos de una empresa sólo fueran variables, no existiría problema para calcular el punto de equilibrio.

El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que los ingresos por ventas son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y los variables.

En primer lugar hay que mencionar que ésta no es una técnica para evaluar la rentabilidad de una inversión, sino que sólo es una importante referencia a tomar en cuenta; además, tiene las siguientes desventajas:

- a) Para su cálculo no se considera la inversión inicial que da origen a los beneficios proyectados, por lo que no es una herramienta de evaluación económica.
- b) Es difícil delimitar con exactitud si ciertos costos se clasifican como fijos o como variables, y esto es muy importante, pues mientras los costos fijos sean menores se alcanzará más rápido el punto de equilibrio. Por lo general se entiende que los costos fijos son aquellos independientes del volumen de producción, y que los costos directos o variables son los que varían directamente con el volumen de producción; aunque algunos costos, como salarios

y gastos de oficina, pueden asignarse a ambas categorías. En el caso práctico presentado al final del capítulo se clasifican los costos y se calcula el punto de equilibrio.

- c) Es inflexible en el tiempo, esto es, el equilibrio se calcula con unos costos dados, pero si éstos cambian, también lo hace el punto de equilibrio. Con la situación tan inestable que existe en muchos países, y sobre todo en México, esta herramienta se vuelve poco práctica para fines de evaluación.

Sin embargo, la utilidad general que se le da es que es posible calcular con mucha facilidad el punto mínimo de producción al que debe operarse para no incurrir en pérdidas, sin que esto signifique que aunque haya ganancias éstas sean suficientes para hacer rentable el proyecto. También sirve en el caso de una empresa que elabora una gran cantidad de productos y que puede fabricar otros sin inversión adicional, como es el caso de las compañías editoriales, las panaderías y las fábricas de piezas eléctricas, las cuales, con este método evalúan fácilmente cuál es la producción mínima que debe lograrse en la elaboración de un nuevo artículo para lograr el punto de equilibrio. Si se vende una cantidad superior al punto de equilibrio, el nuevo producto habrá hecho una contribución marginal al beneficio total de la empresa.

El punto de equilibrio se puede calcular en forma gráfica, tal como aparece en la figura 4.2, o bien, en forma matemática, como se describe a continuación.

Los ingresos están calculados como el producto del volumen vendido por su precio, ingresos =  $P \times Q$ . Se designa por costos fijos a  $CF$ , y los costos variables se designan por  $CV$ . En el punto de equilibrio, los ingresos se igualan a los costos totales:

$$P \times Q = CF + CV \quad (4.3)$$

pero como los costos variables siempre son un porcentaje constante de las ventas, entonces el punto de equilibrio se define matemáticamente como:

$$\text{Punto de equilibrio (volumen de ventas)} = \frac{\text{costos fijos totales}}{\left( \frac{\text{costos variables totales}}{\text{volumen total de ventas}} \right)} \quad (4.4)$$

$$\text{punto de equilibrio} = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{P \times Q}} \quad (4.5)$$

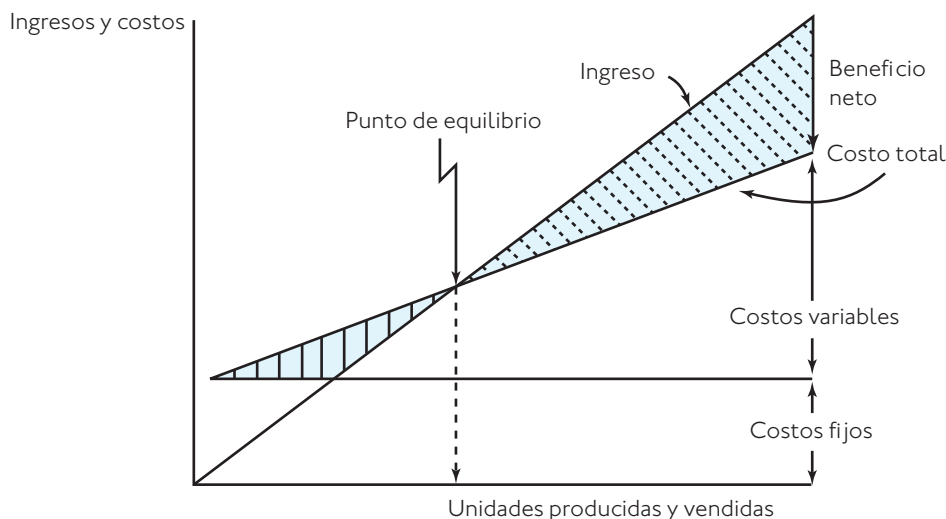


Figura 4.2 Gráfica del punto de equilibrio.

**estado de resultados**

calcula la utilidad neta y los flujos netos de efectivo del proyecto

## Estado de resultados pro-forma

La finalidad del análisis del estado de resultados o de pérdidas y ganancias es calcular la utilidad neta y los flujos netos de efectivo del proyecto, que son, en forma general, el beneficio real de la operación de la planta, y que se obtienen restando a los ingresos todos los costos en que incurra la planta y los impuestos que deba pagar. Esta definición no es muy completa, pues habrá que aclarar que los ingresos pueden provenir de fuentes externas e internas y no sólo de la venta de los productos.

Una situación similar ocurre con los costos, ya que los hay de varios tipos y pueden provenir tanto del exterior como del interior de la empresa. Para realizar un estado de resultados adecuado, el evaluador deberá basarse en la ley tributaria, en las secciones referentes a la determinación de ingresos y costos deducibles de impuestos, aunque no hay que olvidar que en la evaluación de proyectos se planean y pronostican los resultados probables que tendrá una entidad productiva, y esto, de hecho, simplifica la presentación del estado de resultados. Se le llama *pro-forma* porque esto significa proyectado, lo que en realidad hace el evaluador: proyectar (normalmente a cinco años) los resultados económicos que supone tendrá la empresa.

La tabla 4.1 muestra que el estado de resultados es un cuadro que sintetiza la información que se ha obtenido en secciones anteriores. Aunque los ingresos no se han calculado explícitamente con anterioridad, sí se han dado las bases para ello; éstos se calculan como el producto del precio unitario de venta multiplicado por la cantidad vendida. El precio de venta se calculó en “Proyección del precio al producto”, página 47 y en “Determinación del tamaño óptimo de la planta”, página 76 es posible llegar a presentar un breve programa de producción (como se podrá ver en el caso práctico presentado al final de este capítulo), en el que, por supuesto, ya se ha calculado la cantidad por producir y vender en cada uno de los años. De este modo, el cálculo de los ingresos se simplifica al máximo. Sólo si la planta estudiada tuviera una producción de varios artículos esencialmente distintos en uso y precio, sería necesario el cálculo separado y detallado de los ingresos provenientes de la venta de esos productos. Otro caso que ameritaría la presentación por separado de los ingresos se da cuando existe un subproducto o desecho en la producción, que se puede vender y que además representa un porcentaje considerable de los ingresos.

Los otros rubros, como los costos, ya fueron fijados en “Determinación de los costos”, página 139. La depreciación y la amortización, también fueron determinadas en la sección “Depreciaciones y amortizaciones” de la página 144. Los únicos rubros que hasta ahora no han

**Tabla 4.1 Estado de resultados**

Flujo	Concepto	Observaciones
+	Ingresos	Precio de venta multiplicado por el número de unidades vendidas
-	Costo de producción	Véase “Costos de producción”
=	Utilidad marginal	
-	Costos de administración	Véase “Costos de administración”
-	Costos de venta	Véase “Costos de venta”
-	Costos financieros	Véanse las secciones “Costos financieros y Financiamiento. Tabla de pago de deuda”
=	Utilidad bruta	
-	ISR (42%)	Impuesto sobre la renta
-	RUT (10%)	Reparto de utilidades a los trabajadores
=	Utilidad neta	
+	Depreciación y amortización	Véase “Depreciaciones y amortizaciones”
-	Pago a principal	Véase “Financiamiento. Tabla de pago de deuda”
=	Flujo neto de efectivo (FNE)	Véase su aplicación en la evaluación en el capítulo 5

**Nota:** La política impositiva es variable en cualquier país. En la tabla 4.1 aparece una tasa del ISR (impuesto sobre la renta) de 42 %. El lector debe estar consciente de que esa tasa va a variar con el tiempo y con las circunstancias económicas del país.

sido analizados son los costos financieros y el pago de capital; esto se hará en la siguiente sección, y la razón es la siguiente: estos dos rubros sólo aparecen en el estado de resultados cuando se pide un préstamo a corto o a largo plazos, y esta situación no necesariamente se presenta en una empresa. Por lo anterior, el análisis es optativo tanto para el evaluador como para los promotores del proyecto.

Un punto muy discutido por algunos autores es el hecho de sumar a la utilidad neta, después de los impuestos, la depreciación y la amortización total. El enfoque que se puede dar a esta situación es el siguiente: los cargos por depreciación y amortización son un mecanismo fiscal ideado por el gobierno para que el proyecto recupere la inversión hecha en cualquiera de sus fases. Por otro lado, la importancia de calcular el estado de resultados radica en la posibilidad de determinar los flujos netos de efectivo, que son las cantidades que se usan en la evaluación económica. Mientras mayores sean los flujos netos de efectivo (*FNE*), mejor será la rentabilidad económica de la empresa o del proyecto de que se trate. Los *FNE* reales de un proyecto en marcha sí contienen los montos de depreciación y amortización, pues en realidad sí representan dinero sobrante, pero se discute el hecho de que en la evaluación económica se inflen los *FNE* con dinero que no provenga de las operaciones propias de la empresa, sino que provenga de la vía fiscal; esto es, si no se sumaran los cargos de depreciación y amortización a los *FNE*, éstos serían menores, y lo mismo ocurriría con la rentabilidad del proyecto, pero sería una rentabilidad más realista, pues sólo estarían considerados los *FNE* provenientes de las operaciones de la empresa. A pesar de lo anterior, lo más usual es sumar los cargos de depreciación y amortización. En el ejemplo que se presenta al final del capítulo así se hace.

Otros rubros que aparecen en el estado de resultados son los impuestos que deberán pagarse. El porcentaje de impuestos que se considera en el caso práctico es sólo un ejemplo. Los porcentajes pagados, así como los conceptos por los cuales se pagan impuestos pueden variar de un año a otro. Esto depende de la política fiscal que apliquen los gobiernos para controlar la economía de un país. La política impositiva es variable en cualquier país. En la tabla 4.1 aparecen tres columnas: la izquierda, que dice flujo, indica el sentido del flujo de efectivo; es decir, si existe un ingreso para la empresa, el flujo es positivo, y si es egreso, es negativo, como todos los costos y el pago de impuestos. La columna central indica el concepto o rubro, y la columna derecha está destinada a las observaciones.

## Costo de capital o tasa mínima aceptable de rendimiento

Para formarse cualquier empresa debe realizar una inversión inicial. El capital que forma esta inversión puede provenir de varias fuentes: sólo de personas físicas (inversionistas), de éstas con personas morales (otras empresas), de inversionistas e instituciones de crédito (bancos) o de una mezcla de inversionistas, personas morales y bancos. Como sea que haya sido la aportación de capitales, cada uno de ellos tendrá un costo asociado al capital que aporte, y la nueva empresa así formada tendrá un costo de capital propio. A continuación se analizará detalladamente cómo se calcularía este costo cuando se presentan mezclas de capitales como las mencionadas.

Suponga el caso más simple, cuando el capital necesario para llevar a cabo un proyecto es aportado totalmente por una persona física. Antes de invertir, una persona siempre tiene en mente una tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta, llamada tasa mínima aceptable de rendimiento (*TMAR*). La pregunta sería ¿en qué debe basarse un individuo para fijar su propia *TMAR*?

Es una creencia común que la *TMAR* de referencia debe ser la tasa máxima que ofrecen los bancos por una inversión a plazo fijo. Al realizar un balance neto entre el rendimiento bancario

y la inflación, siempre habrá una pérdida neta del poder adquisitivo o valor real de la moneda si se mantiene el dinero invertido en un banco; esto es lógico, pues un banco no puede, por el solo hecho de invertir en él, enriquecer a nadie.

Ahora ya se sabe que el banco no debe ser la referencia. ¿Cuál es, entonces? En el párrafo anterior se habló de que la tasa de rendimiento bancario siempre es menor al índice inflacionario vigente, lo cual produce una pérdida del poder adquisitivo del dinero depositado en un banco. Esto conduce a la reflexión de que si se ganara un rendimiento igual al índice inflacionario, el capital invertido mantendría su poder adquisitivo, entonces, la referencia debe ser el índice inflacionario.

La referencia firme es, pues, el índice inflacionario. Sin embargo, cuando un inversionista arriesga su dinero, para él no es atractivo mantener el poder adquisitivo de su inversión, sino que ésta tenga un crecimiento real; es decir, le interesa un rendimiento que haga crecer su dinero más allá de haber compensado los efectos de la inflación.

Si se define a la *TMAR* como:

$$TMAR = i + f + if; i = \text{premio al riesgo}; f = \text{inflación} \quad (4.6)$$

esto significa que la *TMAR* que un inversionista le pediría a una inversión debe calcularla sumando dos factores: primero, debe ser tal su ganancia que compense los efectos inflacionarios y, en segundo término, debe ser un premio o sobretasa por arriesgar su dinero en determinada inversión. Cuando se evalúa un proyecto en un horizonte de tiempo de cinco años, la *TMAR* calculada debe ser válida no sólo en el momento de la evaluación, sino durante los cinco años. El índice inflacionario para calcular la *TMAR* de la fórmula 4.6, debe ser el promedio del índice inflacionario pronosticado para los próximos cinco años. Los pronósticos pueden ser de varias fuentes, nacionales (como los pronósticos del Banco de México) o extranjeros (como los pronósticos de Ciemex-Wefa y otros).

Ahora ya se sabe cómo calcular el primer término de los dos que componen la *TMAR* y sólo falta preguntar, ¿cuál debe ser el valor del premio al riesgo que deba ganarse? La respuesta no es fácil, pero en términos generales se considera que un premio al riesgo, considerado ahora como la tasa de crecimiento real del dinero invertido, habiendo compensado los efectos inflacionarios, debe ser entre 10 y 15%. Esto no es totalmente satisfactorio, ya que su valor debe depender del riesgo en que se incurra al hacer esa inversión y, de hecho, cada inversión es distinta.

Una primera referencia para darse una idea de la relación riesgo-rendimiento es el mercado de valores (bolsa de valores). Ahí existen diferentes tipos de riesgo en las inversiones, según el tipo de acción que se haya adquirido y, por supuesto, diferentes rendimientos. Se puede realizar un análisis de actividades por tipo de acciones. Por ejemplo, si se fuera a invertir en una empresa elaboradora de productos químicos terminados, se analizaría lo referente a acciones comunes, y a la actividad de preparar productos químicos terminados. Se observa su evolución y el rendimiento por acción de esa actividad en el presente. Ésta podría ser una referencia para fijar el premio al riesgo, ya que se supone que la nueva empresa formará parte de esa actividad y estará sujeta a condiciones (y rendimientos sobre inversión) similares a los de las industrias que desarrollan esa actividad.

Otra buena referencia para tener idea del riesgo, es el propio estudio de mercado, en el que con una buena información de fuentes secundarias es posible darse cuenta de las condiciones reales del mercado y, desde luego, del riesgo que se tiene al tratar de introducirse en él. En el caso práctico que se presenta al final de este capítulo, se considera satisfactorio un premio de 15%. No hay que olvidar que a mayor riesgo, mayor es la tasa de rendimiento. Un consumo histórico inestable del producto indica un alto riesgo. Las tasas de ganancia recomendadas son: bajo riesgo 1 a 10%; riesgo medio 11 a 20 %; riesgo alto, *TMAR* mayor a 20% sin límite superior.

Ahora analice el caso cuando un capital proviene de varias fuentes. Suponga la siguiente situación: para llevar a cabo un proyecto se requiere un capital de \$200 000 000. Los inversio-

nistas aportan 50%, otras empresas aportan 25%, y una institución financiera aporta el resto. Las *TMAR* de cada uno son:

Inversionistas:  $TMAR = 12\% \text{ inflación} + 10\% \text{ premio al riesgo} + 0.12 \times 0.1 = 0.232$

Otras empresas:  $TMAR = 12\% \text{ inflación} + 12\% \text{ premio al riesgo} + 0.12 \times 0.12 = 0.2544$

Banco  $TMAR = 25\%$

La *TMAR* de los inversionistas y otras empresas que aportarán capital son muy similares, ya que consideran la inversión desde el punto de vista privado, esto es, las *TMAR* que exigen para su horizonte de planeación, que es de cinco años, prevén compensar la inflación; para ello, han calculado que el índice inflacionario promedio de ese periodo es de 12%. El premio al riesgo de las otras empresas es ligeramente mayor (dos puntos porcentuales) que el premio exigido por los inversionistas mayoritarios, lo cual es normal, ya que el financiamiento privado siempre es más costoso que el bancario. La *TMAR* del banco es muy baja. La *TMAR* bancaria es simplemente el interés que la institución cobra por hacer un préstamo, y aquí se está suponiendo una tasa de interés preferencial. Con estos datos se puede calcular la *TMAR* del capital total, la cual se obtiene con una ponderación del porcentaje de aportación y la *TMAR* exigida por cada uno.

<i>Accionista</i>	<i>% aportación</i>		<i>TMAR</i>	<i>Ponderación</i>
Inversionista privado	0.50	×	0.232	= 0.116
Otras empresas	0.25	×	0.2544	= 0.0636
Institución financiera	0.25	×	0.25	= 0.0625
			<i>TMAR</i> global mixta	0.2421

La *TMAR* del capital total (\$200 000 000) resultó ser de 24.21%; esto significa que es el rendimiento mínimo que deberá ganar la empresa para pagar 23.2% de interés sobre \$100 000 000 aportado por los inversionistas mayoritarios; 25.44% de interés sobre \$50 000 000 aportados por otras empresas y 25% de interés a la aportación bancaria de \$50 000 000. Aquí parece más claro por qué se le llama *TMAR*. Si el rendimiento de esta empresa no fuera de 24.21% (el mínimo que puede ganar para operar) no alcanzaría a cubrir el pago de intereses a los otros accionistas ni su propia *TMAR*, y por eso se le llama tasa mínima aceptable.

En conclusión, se puede decir que siempre que haya una mezcla de capitales (o capital mixto) para formar una empresa, debe calcularse la *TMAR* de esa empresa como el promedio ponderado de las aportaciones porcentuales y *TMAR* exigidas en forma individual.

## Financiamiento. Tabla de pago de la deuda

Una empresa está financiada cuando ha pedido capital en préstamo para cubrir cualquiera de sus necesidades económicas. Si la empresa logra conseguir dinero barato en sus operaciones, es posible demostrar que esto le ayudará a elevar considerablemente el rendimiento sobre su inversión. Debe entenderse por dinero barato los capitales pedidos en préstamo a tasas mucho más bajas que las vigentes en las instituciones bancarias.

En cualquier país, las leyes tributarias permiten deducir de impuestos los intereses pagados por deudas adquiridas por la propia empresa. Esto implica que cuando se pide un préstamo, hay que saber hacer el tratamiento fiscal adecuado a los intereses y pago a principal, lo cual es un aspecto vital al momento de realizar la evaluación económica. Esto exige el conocimiento de métodos para calcular este tipo de pagos.

Existen cuatro formas de pagar un préstamo. Aquí se presentarán tanto los métodos de pago como las fórmulas que se utilizan en el cálculo de intereses y capital. Aunque estas fórmu-

las no se analizan a fondo, pues no es el objeto del texto. Para obtener mayores detalles consulte cualquiera de los libros de ingeniería económica que aparecen mencionados en la bibliografía.

Suponga el siguiente ejemplo: al iniciar sus operaciones una empresa pide prestados \$20 000 000 a una institución bancaria, a una tasa preferencial de interés de 36.5%, y le conceden un plazo de cinco años para cubrir el adeudo. El interés que se paga se capitaliza anualmente sobre saldos insolutos. A continuación se presentan los cuatro métodos o formas generales sobre cómo cubrir el adeudo, así como la forma de calcular cada uno, tanto en lo referente al capital como a los intereses.

1. Pago de capital e intereses al final de los cinco años. En este caso es muy sencillo el cálculo, pues sólo aparecerá al final de ese periodo el pago de una suma total, que es:

$$\text{Pago de fin de año} = \text{Pago a principal} + \text{Intereses}$$

Si se designa por  $F$  a esa suma futura por pagar, a  $P$  como la cantidad prestada u otorgada en el presente (tiempo cero), a  $i$  como interés cargado al préstamo y a  $n$  como el número de periodos o años necesarios para cubrir el préstamo, la fórmula empleada es:

$$F = P(1 + i)^n \quad (4.7)$$

sustituyendo valores:

$$F = 20\,000\,000 (1 + 0.365)^5 = \$94\,774\,800$$

de esta suma, sólo \$20 000 000 corresponden al pago de capital o principal, y \$74 774 800 al pago de intereses.

2. Pago de interés al final de cada año, y de interés y todo el capital al final del quinto año. En este caso debe hacerse una sencilla tabla de pago de la deuda, donde se muestre el pago año con año, tanto de capital como de intereses (vea tabla 4.2).
3. Pago de cantidades iguales al final de cada uno de los cinco años. Para hacer este cálculo primero es necesario determinar el monto de la cantidad igual que se pagará cada año. Para ello se emplea la fórmula:

$$A = p \left[ \frac{i(1 + i)^n}{(1 + i)^n + 1} \right] \quad (4.8)$$

donde  $A$  (anualidad) es el pago igual que se hace cada fin de año. Sustituyendo valores:

$$A = 20\,000\,000 \left[ \frac{0.365(1 + 0.365)^5}{(1 + 0.365)^5 + 1} \right] = \$9\,252\,530$$

con esto se construye la tabla de pago de la deuda para determinar qué parte de  $A = \$9\,252\,530$  pagada cada año corresponde a capital e interés (vea tabla 4.3).

En la tabla 4.3 los intereses se obtienen al multiplicar por 0.365, que es la tasa de interés cobrado, la columna de deuda después de pago del año anterior, es decir, por el saldo

**Tabla 4.2**

Año	Interés	Pago de fin de año	Deuda después del pago
0			20 000 000
1	7 300 000	7 300 000	20 000 000
2	7 300 000	7 300 000	20 000 000
3	7 300 000	7 300 000	20 000 000
4	7 300 000	7 300 000	20 000 000
5	7 300 000	27 300 000	0



Tabla 4.3

Año	Interés	Pago de fin de año	Pago a principal	Deuda después del pago
0				20 000 000
1	7 300 000	9 252 530	1 952 530	18 047 471
2	6 587 327	9 252 530	2 665 203	15 382 268
3	5 614 528	9 252 530	3 638 002	11 744 266
4	4 286 657	9 252 530	4 965 873	6 778 393
5	2 474 113	9 252 530	6 778 416	23
			20 000 024	

insoluto o deuda no pagada. El pago de principal o de capital se obtiene restando a cada anualidad \$9 252 530 el pago de interés de ese mismo año. Se observa que la suma del pago a principal de cada uno de los años es de \$20 000 000, lo que significa que el resto pagado en todos los años es atribuible sólo a intereses.

- Pago de intereses y una parte proporcional del capital (20% cada año) al final de cada uno de los cinco años. En este caso, en la columna del pago hecho a principal aparecerá cada año la cantidad de 4 000 000, que es 20% de la deuda total. Los intereses pagados serán sobre saldos insolutos (vea tabla 4.4).

El método de pago que elija una empresa dependerá de la tasa interna de rendimiento que esté ganando. De hecho, para la institución financiera los cuatro planes son equivalentes, pues si alguno le representara una desventaja lo eliminaría de inmediato. No hay que olvidar que el pago de una deuda es sólo una parte de la operación total.

## Balance general

Activo, para una empresa, significa cualquier pertenencia material o inmaterial; pasivo significa cualquier tipo de obligación o deuda que se tenga con terceros.

Capital significa los activos, representados en dinero o en títulos, que son propiedad de los accionistas o propietarios directos de la empresa.

La igualdad fundamental del balance:

$$\text{Activo} = \text{Pasivo} + \text{Capital} \quad (4.9)$$

significa, por tanto, que todo lo que tiene de valor la empresa (activo fijo, diferido y capital de trabajo) le pertenece a alguien. Este alguien pueden ser terceros (tales como instituciones bancarias o de crédito), y lo que no debe, entonces, es propiedad de los dueños o accionistas. Por esto es que la igualdad siempre debe cumplirse. Todo lo que hay en la empresa siempre le pertenecerá a alguien (vea figura 4.3).

Cuando una empresa tiene en operación determinado tiempo de funcionar, la diversificación de sus operaciones monetarias es demasiado amplia. Puede tener inversiones en varias

Tabla 4.4

Año	Interés	Pago a capital	Pago anual	Deuda después del pago
0				20 000 000
1	7 300 000	4 000 000	11 300 000	16 000 000
2	5 840 000	4 000 000	9 840 000	12 000 000
3	4 380 000	4 000 000	8 380 000	8 000 000
4	2 920 000	4 000 000	6 920 000	4 000 000
5	1 460 000	4 000 000	5 460 000	0

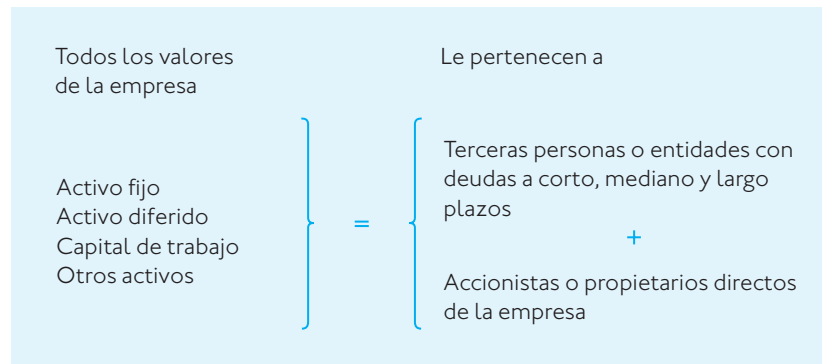


Figura 4.3 Balance general esquematizado.

empresas por medio de la compra de acciones; poseer bienes raíces, como terrenos o edificios; comprar ciertas marcas, patentes o crédito comercial, etc. Respecto al pasivo, es posible tener cierto número de deudas a corto plazo, principalmente con proveedores, o a mediano y largo plazos, sobre todo con instituciones de crédito. En el rubro de capital pueden variar año con año tanto las utilidades distribuidas y las retenidas, o cargarse en diferentes porcentajes con pérdidas de años anteriores, entre otras situaciones posibles.

Cuando se realiza el análisis económico de un proyecto y se debe presentar el balance general, se recomienda, por lo anterior, sólo referirse al balance general inicial; es decir, sería conveniente presentar un balance a lo largo de cada uno de los años considerados en el estudio (cinco años), pero debido a que cuando una empresa empieza a generar ganancias no se sabe con toda certeza el destino de las mismas, se puede decidir en la práctica distribuir la mayoría de las utilidades, reinvertir en el propio negocio, invertir en otras empresas por medio de acciones, o invertir en cualquier otra alternativa. Como al hacer la hoja de balance no es posible precisar lo anterior, pues sería tanto como suponer la mayoría de los datos sin una base realmente firme, entonces la recomendación es presentar sólo el balance general inicial.

Por otra parte, los balances tienen como objetivo principal determinar anualmente cuál se considera que es el valor real de la empresa en ese momento. Aquí surge el problema de la revaluación de activos. En muchos países se ha generalizado la práctica de revaluar los activos de acuerdo con la inflación del año anterior, lo cual ayuda a tener un valor más real de la empresa año con año.

Como se observa, un balance general en la práctica es un aspecto contable muy dinámico y, por ende, muy difícil de realizar adecuadamente, sobre todo si se tienen en cuenta los altos índices inflacionarios que cada año padecen los países, lo cual provoca acalorados debates en los círculos contables sobre cuál es la mejor manera de presentar los balances de fin de año para que indiquen, en la forma más realista, el valor de la empresa. Un balance inicial (en tiempo cero) presentado en la evaluación de un proyecto, dado que los datos asentados son muy recientes, es probable que sí revele el valor real de la empresa en el momento del inicio de sus operaciones.

Por las razones expuestas, en el caso práctico de este capítulo sólo aparece el balance general inicial que se muestra más adelante en la sección “Costo total de operación de la empresa”, en la página 164.

**CASO PRÁCTICO**

## Estudio económico

**Contenido**

*Costos de producción*  
*Presupuesto de costos de producción*  
*Consumo de agua*  
*Combustibles*  
*Mantenimiento*  
*Costo de control de calidad*  
*Cargos de depreciación*  
*Presupuesto de costos de producción*  
*Presupuesto de gastos de administración*  
*Presupuesto de gastos de venta*  
*Costos totales de producción*  
*Costo total de operación de la empresa*  
*Inversión inicial en activo fijo y diferido*  
*Terreno y obra civil*  
*Activo diferido*  
*Depreciación y amortización*  
*Determinación de la TMAR de la empresa y de la inflación considerada*  
*Determinación del capital de trabajo*  
*Pasivo circulante*  
*Financiamiento de la inversión*  
*Determinación del punto de equilibrio o producción mínima económica*  
*Determinación de los ingresos por ventas sin inflación*  
*Balance general inicial*  
*Determinación del estado de resultados pro-forma*  
*Estado de resultados sin inflación, sin financiamiento y con producción constante*  
*(miles de pesos)*  
*Estado de resultados con inflación, sin financiamiento y con producción constante*  
*Estado de resultados con inflación, con financiamiento y con producción constante*  
*Posición financiera inicial de la empresa*  
*Cronograma de inversiones*

**Costos de producción**

La planta productora de mermelada de fresa está planeada, hasta ahora, para laborar un solo turno de trabajo, por lo que queda abierta la posibilidad de que funcione hasta por dos e incluso tres turnos diarios. A partir de los resultados del estudio de mercado y puesto que la marca y una parte del producto (la mermelada para diabéticos) son nuevos, se planea en primera instancia laborar un turno durante los tres primeros años, y elevar la jornada a dos turnos de trabajo los últimos dos años del horizonte de análisis, tal y como se muestra en la tabla 4.5.

Esto lleva al siguiente aspecto.

**Tabla 4.5 Aprovechamiento de la capacidad instalada a través de los años**

Periodo anual	Producción anual (toneladas)	Aprovechamiento de la capacidad
8	1 050	33%
9	1 050	33%
10	1 050	33%
11	2 100	67%
12	2 100	67%

### Presupuesto de costos de producción

El costo de producción está conformado por todas aquellas partidas que intervienen directamente en producción. En las tablas 4.6 a 4.9 se muestra cada una de ellas.

Materia prima	Cantidad por lote (kg)	Consumo diario en 7 lotes (kg)	Costo pesos/kg	Consumo anual (kg)	Costo total anual en pesos
Benzoato de sodio	0.5	3.5	35.0	1 050	36 750
Ácido cítrico	0.1	0.7	250.0	210	52 500
Pectina	10.0	70.0	220.0	21 000	4 620 000
Azúcar	100.0	700.0	4.8	210 000	1 008 000
Fresa	213.0	1 491.0	8.0	447 300	3 578 400
				<b>Total</b>	<b>9 295 650</b>

**Notas:** Se toma como base de cálculo la cantidad total de producto que se pretende vender y el balance de materia prima mostrado en el estudio técnico. Se ha dicho que 5% de la producción será de mermelada dietética y 95% de mermelada normal. Estrictamente, la tabla de materia prima debería contener, además del azúcar, un edulcorante distinto, tal como el *aspartame* o la fructosa pero, por razones de simplicidad, en lo sucesivo se considerará que 100% de la producción es de mermelada normal. Se considera un año laboral de 300 días.

De acuerdo con la ley del impuesto sobre la renta en vigor en México, para el cálculo del precio de las materias primas no se considera el impuesto al valor agregado (IVA), ya que este impuesto sólo es una transferencia de dinero.

	Cantidad por lote	Cantidad por día	+3% de merma	Costo por millar	Consumo/año (miles)	Costo anual en pesos
Frasco de 500 g	1 000	7 000	7 210	3 440	2 163	7 440 720
Etiquetas	1 000	7 000	7 210	465	2 163	1 005 795
Tapas	1 000	7 000	7 210	1 200	2 163	2 595 600
Cajas de cartón	83	581	599	2 400	179.7	431 280
					<b>Total</b>	<b>11 473 395</b>

Concepto	Consumo mensual	Consumo anual	Costo unitario en pesos	Costo anual en pesos
Cubrebocas desechables	60 pzas	720 pzas	0.5 pza	360
Guantes de látex	30 pares	360 pares	11.0 par	3 960
Cofias	14 pzas	168 pzas	0.8 pza	135
Batas	5 pzas	60 pzas	70.0 pza	4 200
Botas de látex	5 pares	60 pares	60.0 par	3 600
Bota industrial	2 pares	4 pares	250.0 par	1 000
Franela	20 m	240 m	3.10 m	744
Detergente industrial	25 kg	300 kg	75.0 kg	22 500
Escobas	5 pzas	60 pzas	10.0 pza	600
Bactericida	7.5 litros	90 litros	150.0 litros	13 500
Cepillos industriales	5 litros	60 pzas	15.0 pza	900
			<b>Total anual</b>	<b>51 500</b>

Tabla 4.9 Consumo de energía eléctrica

Equipo	Unidades	Núm. motores	HP del motor	Consumo kw/h/motor	Consumo kw/h total	h/día	Total Consumo kw-h/día
Báscula	2	2	0.5	0.5	1.0	2	2.0
Bandas transp.	2	1	0.5	0.5	0.5	8	4.0
Banda transp. larga	1	2	1.0	2.5	5.0	8	40.0
Lavadora	1	3	3.0	4.0	12.0	8	96.0
Tanque de Al	3	2	3.0	3.5	7.0	1	7.0
Tanque concentr. Al	2	1	3.0	3.5	3.5	1	3.5
Tanque mezcla materia prima	1	1	3.0	3.5	3.5	3	10.5
Tapadora	1	3	0.75	1.25	3.75	6	22.5
Ventilador	1	1	1.0	2.5	2.5	3	7.5
Caldera	1	2	1.0	2.5	5.0	6	30.0
Etiquetadora	1	1	1.0	2.5	2.5	6	15.0
Envasadora	1	3	0.75	1.25	3.75	6	22.5
Esterilizadora	1	1	1.0	2.5	2.5	8	20.0
Preesterilizadora de vapor	1	1	1.0	2.5	2.5	8	20.0
Computadora	2	2	0.15	0.5	0.3	8	2.4
Alumbrado	—	—	—	9.0	9.0	8	72
						<b>Total</b>	<b>410.9</b>

Consumo anual = consumo diario total  $\times$  300 = 410.9  $\times$  300 = 123 270 kw/h

Se considera un 5% adicional de imprevistos:

Consumo total = 123 270  $\times$  1.05 = 129 434 kw/año

Carga total por hora = 129 434 kw/año  $\times$  1 año/12 meses  $\times$  1 mes/25 días  $\times$  1 día/8 h = 53.93 kw/h

Demanda concentrada = 70% de la carga total = 53.93  $\times$  0.7 = 37.75 kw/h

Cargo por mantenimiento: 25% adicional sobre la carga total

Cargo por alumbrado público = 6% adicional sobre la carga total

Carga total neta = 129 434 kw/año  $\times$  1.25  $\times$  1.06 = 171 500 kw/año

Costo = 0.953 pesos/kw/h

Horas por año = 8 h/día  $\times$  300 días/año = 2 400 h

Costo anual = 37.75 kw/h  $\times$  2 400 h/año  $\times$  0.953 pesos/kw = 86 342 pesos/año

### Consumo de agua

De acuerdo al reglamento de seguridad e higiene vigente, un trabajador debe contar con una disponibilidad de 150 litros diarios de agua potable por día. La plantilla laboral de la empresa será de 26 personas, por lo que se deberá contar con 3 900 litros de agua potable, tan sólo para los trabajadores. La empresa tiene otras necesidades de agua como son:

- Limpieza diaria del equipo de producción = 600 litros
- Limpieza diaria general de la empresa = 500 litros
- Riego de áreas verdes = 300 litros
- Agua disponible para el personal = 3 900 litros
- Lavado de fruta y proceso en general = 3 000 litros
- Consumo diario total = 8 300 litros/día
- Consumo anual = 8 300 L/día  $\times$  300 días/año + 5% imprevistos = 2 615 m<sup>3</sup>/año

De acuerdo con la tarifa vigente para el consumo industrial de agua, que es de 12.35 pesos/m<sup>3</sup>, se tiene un costo anual de:

$$\text{Costo total anual} = 12.35 \text{ pesos/m}^3 \times 2\,615 \text{ m}^3/\text{año} = 32\,295 \text{ pesos/año}$$

Tabla 4.10 Costo de mano de obra directa

Plaza	Plazas/ turno	Turnos/día	Sueldo mensual/ plaza en pesos	Sueldo anual plaza en pesos	Sueldo total anual en pesos
Obrero	14	1	2 200	26 400	369 600
Almacenista	1	1	2 500	30 000	30 000
				<b>Total</b>	<b>399 600</b>

Tabla 4.11 Costo de mano de obra indirecta

Personal	Sueldo mensual en pesos	Sueldo anual en pesos
Gerente de producción	8 000	96 000
Secretaria	2 000	24 000
	Subtotal	141 600
	+35% de prestaciones	42 000
	<b>Total anual</b>	<b>183 600</b>

A este total anual hay que agregar 35% de prestaciones que incluye pago al fondo de vivienda (INFONAVIT en México), pago de servicios de salud (IMSS en México), pago para fondo de jubilación (SAR en México), vacaciones, aguinaldos y días de descanso obligatorio. Por tanto, el costo total de la mano de obra directa es igual a:

$$399\,600 \text{ pesos/año} \times 1.35 = 539\,460 \text{ pesos/año}$$

Se considera como mano de obra directa a los obreros de producción y al almacenista; este último controla directamente los insumos y el producto terminado.

### Combustibles

El único gasto de combustible atribuible a producción es el diesel que consumirá la caldera. Su costo es igual a:

Consumo de la caldera en litros de diesel por hora = 8 litros/h

Horas que permanece encendida por día = 7 h/día

Consumo diario = 56 litros

Consumo anual = 56 litros/día x 300 días/año = 16 800 litros/año

Precio del diesel = 4.2 pesos/litro

Costo anual = 16 800 litros/año x 4.2 pesos/litros = 70 560 pesos/año

### Mantenimiento

El costo de mantenimiento implica una revisión periódica de los sistemas neumáticos, de rodamiento, de bandas y, en general, de todas las máquinas que lo requieran. Se dijo en el estudio técnico que era más conveniente para la empresa contratar externamente este servicio (*outsourcing*). Los equipos que requieren mantenimiento son:

- lavadora.
- preesterilizadora.
- envasadora.
- tapadora.
- etiquetadora.
- esterilizadora.
- caldera.
- montacargas.

El resto del equipo de producción, tal como bombas centrífugas, la plomería y el sistema eléctrico general, requieren de un mantenimiento sencillo que será proporcionado por el técnico especialista contratado por la propia empresa.

El costo por aplicar mantenimiento preventivo a los equipos mencionados asciende a 4% al año de su valor de adquisición.

Esto es:

Costo de adquisición de equipos especiales  $\times 0.04 = 1\,459\,750 \times 0.04 = 58\,390$  pesos/año

Además de lo anterior está el sueldo del técnico y el costo del mantenimiento. Éstos son:

Sueldo del técnico: salario mensual	\$ 3 000
anual	36 000
+ 35% de prestaciones	12 600
total anual	\$48 600

El costo interno por proporcionar mantenimiento a la planta se calcula como el 2% del costo total del inmueble, sin incluir a los activos que recibirán mantenimiento externo. Esto asciende a \$25 000 anuales. Por tanto, el costo total de mantenimiento anual es:

Costo de mantenimiento externo	\$ 58 390
Costo de mantenimiento interno	25 000
Sueldo del técnico	48 600
Total anual	\$131 990

### Costo de control de calidad

Ya se había acordado en el estudio técnico que dado el tipo de pruebas de control de calidad que es necesario realizar sobre el producto y la periodicidad que las leyes sanitarias exigen para la realización de tales pruebas, era más conveniente contratar a un laboratorio externo para llevarlas a cabo que invertir en equipo y en el laboratorio mismo. Estas pruebas son:

- Microbiológicas. Cuenta total. Se debe realizar una prueba por semana.
- Contenido proteico. Se debe realizar una prueba cada seis meses.

Se pidió cotización a un laboratorio especializado que proporcionó una cifra de costo anual de \$32 800.

Las otras dos pruebas que son peso neto del producto y prueba de vacío del producto terminado se harán en la propia planta, y aunque la prueba de vacío es una prueba destructiva, se considera sin costo para la planta, ya que se realizará una vez al día.

### Cargos de depreciación

Las leyes impositivas vigentes consideran a la depreciación como un cargo deducible de impuestos. Estrictamente hablando, debería hacerse un cargo de depreciación para producción, otro para administración y uno más para ventas; sin embargo, para efectos de simplicidad y para evitar un prorrateo de área construida y de instalaciones hidráulicas y eléctricas, se atribuye todo el cargo de depreciación a producción. El dato aparece en la tabla 4.24 de depreciación y amortización. Por tanto, este cargo ya no aparecerá en la determinación del costo de administración y de ventas. Éste asciende a \$443 490 para la inversión total.

### Presupuesto de costos de producción

Al resumir en una sola tabla todos los datos obtenidos, se tiene el siguiente costo de producción (vea tabla 4.12).

Concepto	Costo total anual
Materia prima	\$ 9 295 650
Envases y embalajes	11 473 395
Otros materiales	51 500
Energía eléctrica	86 342
Agua	20 618
Combustible	70 560
Mano de obra directa	539 460
Mano de obra indirecta	183 600
Mantenimiento	131 990
Control de calidad	32 800
Depreciación	443 490
<b>Total</b>	<b>\$22 329 405</b>

### Presupuesto de gastos de administración

De acuerdo con el organigrama general de la empresa, mostrado en el estudio técnico, ésta contaría con un gerente general, una secretaria, un servicio externo de contabilidad, dos asistentes de limpieza general y un vigilante. El sueldo del personal administrativo aparece en la tabla 4.13.

Además, la administración tiene otros egresos como los gastos de oficina, los cuales incluyen papelería, lápices, plumas, facturas, café, discos de PC, teléfono, mensajería y otros; esto asciende a un total de \$3 000 mensuales o \$36 000 anuales.

La empresa está en posibilidad de ofrecer un servicio de comedor, concesionándolo externamente. Esto es independiente de la comida que cada trabajador pueda llevar. Se otorgará una comida por trabajador a un costo de \$10 por cubierto; considerando que se tendrán 25 trabajadores en la empresa, pero al menos uno de los choferes estará fuera a la hora de la comida, el costo es el que sigue:

$$\$10 \times 24 \times 300 \text{ días laborables por año} = 72\,000 \text{ pesos/año}$$

El costo anual de administración puede apreciarse en la tabla 4.14.

### Presupuesto de gastos de venta

De acuerdo con el organigrama general de la empresa, presentado en el estudio técnico, se tendría un gerente de ventas, un repartidor y dos choferes, los cuales se consideran suficientes

Concepto	Sueldo mensual en pesos	Sueldo anual en pesos
Gerente general	12 000	144 000
Secretaria	2 500	30 000
Contabilidad externa <sup>a</sup>	3 000	36 000
Limpieza general <sup>b</sup>	4 000	48 000
Vigilancia	2 000	24 000
	Subtotal	282 000
	+35% de prestaciones	98 700
	<b>Total anual</b>	<b>380 700</b>

<sup>a</sup> Es el costo de una cotización de un despacho de contabilidad.

<sup>b</sup> El sueldo incluye dos plazas.



Concepto	Costo
Sueldos del personal	\$380 700
Gastos de oficina	36 000
Comida para empleados	72 000
<b>Total anual</b>	<b>\$453 060</b>

para el nivel de ventas que tendrá la empresa en la primera etapa de funcionamiento, en la que se venderán 1 050 toneladas/año. El sueldo de este personal se muestra en la tabla 4.15.

Se observa que el sueldo del gerente de ventas es muy bajo, pero esto obedece a que él ganará una comisión de 0.5% sobre las ventas netas, lo cual eleva enormemente su sueldo. Se pretende vender 1 050 toneladas/año, es decir, 1 050 000 kilogramos pero en frascos de 500 gramos, lo cual duplica el número de frascos. El precio de venta del producto al consumidor es de \$16.83 bajo un escenario optimista y de \$18.25 bajo un escenario pesimista. Sin embargo, el precio de venta para la empresa es 25% menor, debido a la ganancia que tiene el intermediario. Bajo un escenario optimista y para efectos del cálculo de la comisión por ventas, el precio de venta considerado para la empresa es de  $\$16.83 (0.75) = \$12.62$ .

$$\text{Comisión por ventas} = 2\,100\,000 \times 0.005 \times 12.62 = 132\,510 \text{ pesos/año}$$

esto elevaría su sueldo mensual a  $132\,510/12 + 2\,000 = 13\,042$  pesos/mes. Desde luego que para mantener este ingreso también debe mantener la venta al máximo e incluso incrementarla (tabla 4.16).

Además de estos costos, existen tres conceptos adicionales importantes. El primero son los gastos de oficina, básicamente papelería y teléfono, cuyo costo puede ascender a unos \$15 000 anuales. Luego está la publicidad. Es evidente que como el producto es novedoso en el mercado necesita de una gran promoción. Se asigna un gasto anual de \$200 000 y el tipo de publicidad

Personal	Sueldo mensual en pesos	Sueldo anual en pesos
Gerente de ventas	2 000	24 000
Choferes	7 000	84 000
Repartidor	3 500	42 000
	Subtotal	150 000
	+35% de prestaciones	52 500
	<b>Total anual</b>	<b>202 500</b>

Concepto	Costo
Sueldos	\$202 500
Comisión por ventas	132 510
Publicidad	200 000
Operación de vehículos	216 000
<b>Total anual</b>	<b>\$751 010</b>

que se utilice, ya sea por radio, en revistas, en el periódico o promoción en el sitio de venta, se deberá ajustar al presupuesto.

El último concepto que demanda gastos para la gerencia de ventas son los gastos de mantenimiento de los vehículos, el combustible que consumen y los viáticos de choferes y repartidor. Su costo anual es el siguiente:

Mantenimiento anual de los dos vehículos	\$ 90 000
Combustible de los dos vehículos	120 000
Viáticos	6 000
<b>Total anual</b>	<b>\$216 000</b>

Por tanto, el costo total anual de la gerencia de ventas aparece en la tabla 4.16.

### Costos totales de producción

Con todos los datos anteriores se calcula el costo de producción, que se muestra en la tabla 4.17.

### Costo total de operación de la empresa

En la tabla 4.18 se muestra el costo total que tendría la producción anual de 1 050 toneladas de mermelada. Hay que tener presente que todas estas cifras se determinaron en el periodo cero, es decir, antes de realizar la inversión.

**Tabla 4.17 Costos totales de producción**

Concepto	Costo
Materia prima	\$ 9 295 650
Envases y embalajes	\$ 11 473 395
Otros materiales	51 500
Energía eléctrica	86 342
Agua	20 618
Mano de obra directa	539 460
Mano de obra indirecta	183 600
Combustible	70 560
Mantenimiento	131 990
Control de calidad	32 800
Depreciación	443 490
<b>Total</b>	<b>\$22 329 405</b>

**Tabla 4.18 Costo total de operación**

Concepto	Costo	Porcentaje
Costo de producción	\$22 329 405	94.5
Costo de administración	453 060	1.9
Costo de ventas	844 215	3.6
<b>Total</b>	<b>\$23 626 680</b>	<b>100</b>
<b>Costo unitario/500 g</b>	<b>\$ 11.25</b>	

Tabla 4.19 Activo fijo de producción

Cantidad	Equipo	Precio unitario en pesos	5% fletes y seguros en pesos	Costo total puesto en planta en pesos
1	Báscula 1.5 toneladas	37 600	—	37 600
1	Báscula 0.5 tonelada	28 300	—	28 300
1	Lavadora de aspersión	115 000	5 750	120 750
1	Tanque Al 400 litros	61 000	3 050	64 050
3	Tanque de Al 800 litros	84 800	12 750	267 120
2	Tanque de concentración	248 100	24 810	521 010
11	Válvulas de paso de Al 2 pulgadas	6 500	—	71 500
1	Preesterilizadora de vapor	201 700	10 085	211 785
3	Bomba de Al 2 pulgadas	16 900	—	50 700
7	Tubería Al 2 pulgadas (metros)	2 800	—	19 600
18	Banda transportadora (metros)	25 000	22 500	472 500
1	Envasadora	163 350	8 178	171 728
1	Tapadora	108 100	5 405	113 505
1	Esterilizadora	482 900	24 145	507 045
1	Etiquetadora	122 400	6 120	128 520
1	Ventilador	5 500	—	5 500
2	Montacargas	84 800	8 480	178 080
1	Caldera	96 500	4 825	101 325
1	Sistema purificador de agua	8 100	—	8 100
2	Estibas para esterilizadora	3 900	—	3 900
1	Equipo para verificación vacío	3 100	—	3 100
1	Herramienta para mantenimiento	17 100	—	17 100
		<b>Total</b>		<b>3 248 055</b>

### ■■■ Inversión inicial en activo fijo y diferido

La inversión en activos se puede diferenciar claramente, según su tipo. En este apartado se define la inversión monetaria sólo en los activos fijo y diferido, que corresponden a todos los bienes necesarios para operar la empresa desde los puntos de vista de producción, administración y ventas (tablas 4.19 y 4.20). El activo circulante, que es otro tipo de inversión, se determina en otro apartado. De acuerdo a las leyes impositivas vigentes, el impuesto al valor agregado no se considera como parte de la inversión inicial.

Tabla 4.20 Activo fijo de oficinas y ventas

Cantidad	Concepto	Precio unitario en pesos	Costo total en pesos
2	Computadoras e impresora	22 500	45 000
6	Escritorio secretarial	2 800	16 800
12	Silla secretarial	700	8 400
14	Vestidor	400	5 600
1	Máquina de escribir	1 100	1 100
1	Fax	3 100	3 100
2	Camioneta 2 toneladas	160 000	320 000
6	Muebles de baño regaderas	2 100	12 600
1	Estufa de gas	1 800	1 800
1	Horno de microondas	2 500	2 500
1	Silla comedor	150	3 000
20	Mesa	200	200
1			
		<b>Total</b>	<b>420 100</b>

**Tabla 4.21 Costo total de terreno y obra civil**

Concepto	Costo en pesos
Terreno	600 000
Construcción concreto	900 000
Construcción lámina	354 000
Barda perimetral	22 000
<b>Total</b>	<b>1 876 000</b>

### Terreno y obra civil

El terreno que se pretende adquirir es de una superficie de  $25 \times 30 \text{ m} = 750 \text{ m}^2$  según fue determinado en el estudio técnico. En la zona industrial donde se localizará la empresa, el suelo tiene un costo de \$800 por  $\text{m}^2$ , por lo que el costo del terreno es de \$600 000.

La superficie construida es la siguiente:

Planta =  $750 \text{ m}^2$

Almacenes =  $125 \text{ m}^2$

Oficinas y sanitarios =  $175 \text{ m}^2$  en planta alta

Jardines  $189 \text{ m}^2$

Caldera  $20 \text{ m}^2$

Estacionamiento =  $200 \text{ m}^2$

Producción =  $216 \text{ m}^2$

Construcción de concreto: almacenes y oficinas =  $125 + 175 = 300 \text{ m}^2$

Costo/ $\text{m}^2 = \$3 000$ ; costo total = \$900 000

Construcción con techo de lámina, bardeada con ladrillo y concreto para producción, caldera y caseta de vigilancia. Superficie de  $236 \text{ m}^2$ . Costo/ $\text{m}^2 = \$1 500$ . Costo total = \$354 000.

### Activo diferido

El activo diferido comprende todos los activos intangibles de la empresa, que están perfectamente definidos en las leyes impositivas y hacendarias. Para la empresa y en la etapa inicial, los activos diferidos relevantes son: planeación e integración del proyecto, el cual se calcula como el 3% de la inversión total (sin incluir activo diferido); la ingeniería del proyecto, que comprende la instalación y puesta en funcionamiento de todos los equipos, el cual se calcula como el 3.5% de la inversión en activos de producción; la supervisión del proyecto, que comprende la verificación de precios de equipo, compra de equipo y materiales, verificación de traslado a planta, verificación de la instalación de servicios contratados, etc., y se calcula como el 1.5% de la inversión total, sin incluir activo diferido; y la administración del proyecto, la cual incluye desde la construcción y administración de la ruta crítica para el control de obra civil e instalaciones, hasta la puesta en funcionamiento de la empresa y se calcula como el 0.5% de la inversión total. El cálculo de estos conceptos se muestra en la tabla 4.22.

**Tabla 4.22 Inversión en activo diferido**

Concepto	Cálculo	Total en pesos
Planeación e integración	$5 543 555 \times 0.03$	166 307
Ingeniería del proyecto	$3 248 055 \times 0.035$	113 682
Supervisión	$5 543 555 \times 0.015$	83 153
Administración del proyecto	$5 543 555 \times 0.005$	27 718
<b>Total</b>		<b>390 860</b>



### ■■■ Determinación de la *TMAR* de la empresa y la inflación considerada

La *TMAR* (tasa mínima aceptable de rendimiento) sin inflación es la tasa de ganancia anual que solicita ganar el inversionista para llevar a cabo la instalación y operación de la empresa. Como no se considera inflación, la *TMAR* es la tasa de crecimiento real de la empresa por arriba de la inflación. Esta tasa también es conocida como *premio al riesgo*, de forma que en su valor debe reflejar el riesgo que corre el inversionista de no obtener las ganancias pronosticadas y que eventualmente vaya a la bancarrota.

El valor que se le asigne depende básicamente de tres parámetros: de la estabilidad de la venta de productos similares (mermeladas), de la estabilidad o inestabilidad de las condiciones macroeconómicas del país y de las condiciones de competencia en el mercado. A mayor riesgo, mayor ganancia.

En el caso a que se hace referencia, las ventas históricas de otras mermeladas muestran estabilidad aceptable con una tendencia siempre a la alza, con diferentes pendientes alcistas, lo cual, en primera instancia, habla de poco riesgo en las ventas.

Finalmente está la fiera competencia en el mercado de las mermeladas, dominado por cinco marcas que son: Elías Pando, Herdez, Grupo Sanha, Kraft y McCormick, abarcando cerca del 70% de las ventas totales. Por fortuna estas cinco empresas no se han unido ni han intentado formar un oligopolio, por lo que en el estrato restante del mercado, que es cercano a 30%, existen por lo menos 10 marcas adicionales de mermeladas, algunas de las cuales incluso son de importación, lo cual habla de un riesgo intermedio.

Por todo lo anterior, se considera que la inversión en una empresa elaboradora de mermeladas tiene un riesgo intermedio y se le asigna un premio al riesgo de 15% anual, que equivale a la *TMAR* sin inflación.

Respecto a la inflación considerada en el estudio, de acuerdo no sólo con el desarrollo histórico de este parámetro macroeconómico, sino con las perspectivas económicas del país, se considerará una inflación de 20% anual promedio para cada uno de los cinco años que es el horizonte de planeación del proyecto.

### ■■■ Determinación del capital de trabajo

El capital de trabajo es la inversión adicional líquida que debe aportarse para que la empresa empiece a elaborar el producto. Contablemente se define como *activo circulante menos pasivo circulante*. A su vez, el activo circulante se conforma de los rubros *valores e inversiones, inventario y cuentas por cobrar*. Por su lado, el pasivo circulante se conforma de los rubros *sueldos y salarios, proveedores, impuestos e intereses*.

#### VALORES E INVERSIONES

Es el dinero invertido a muy corto plazo en alguna institución bancaria o bursátil, con el fin de tener efectivo disponible para apoyar las actividades de venta del producto. Dado que la nueva empresa pretende otorgar un crédito en sus ventas de 30 días, es necesario tener en valores e inversiones el equivalente a 45 días de gastos de ventas y puesto que ascienden a \$751 010 anuales (vea tabla 4.15), el equivalente de 45 días es:

$$\$751\ 010/300 \times 45 = \$112\ 652$$

#### INVENTARIOS

La cantidad de dinero que se asigne para este rubro depende directamente del crédito otorgado en las ventas. Si la hipótesis es que todas las ventas son al contado, entonces habría una entrada de dinero desde el primer día de producción y sería necesario tener un mínimo en inventario; sin embargo, la realidad es distinta.

Tabla 4.25 Costo de inventario de materias primas

Concepto	Consumo anual	Costo anual en pesos	Costo de 45 días en pesos
Benzoato de Sodio	1 050 kg	36 750	5 513
Ácido cítrico	210 kg	52 500	7 875
Pectina	21 ton	4 620 000	693 000
Frascos 500 g	2 163 miles	7 440 720	1 116 108
Etiquetas	2 163 miles	1 005 795	150 869
Tapas	2 163 miles	2 595 600	389 340
Cajas de cartón	179.7 miles	431 280	64 692
		<b>Total</b>	<b>2 427 397</b>

La empresa pretende vender el producto a 30 días neto o 25 días de producción, antes de percibir su primer ingreso. En el estudio técnico se mencionó que la fresa, una de las principales materias primas, dado su carácter de producto perecedero, se adquiriría cada tercer día en una cantidad de 3 toneladas. Como su costo por kilogramo es de \$8 y se comprará el equivalente a 1.5 ton/día, entonces el dinero que se requiere para comprar la fresa antes de percibir el primer ingreso es:

$$30 \times 1\,500 \times \$8 = \$360\,000$$

La inversión en azúcar la determina el lote económico. En el estudio técnico se calculó que se consumirían 210 toneladas por año y el lote económico es de 15 toneladas. Esto implica que se debe comprar azúcar  $210/15 = 14$  veces en el año, lo que equivale a una compra de 15 toneladas cada 25 días. Como no se recibe dinero hasta los 30 días de haber iniciado la producción, es necesario tener dinero suficiente para comprar dos lotes económicos de azúcar, lo cual equivale a:

$$2 \times 15\,000 \times \$4.8/\text{kg} = \$144\,000$$

Para las demás materias primas se requiere dinero suficiente para comprar 45 días de producción. Su cálculo se muestra en la tabla 4.25.

Por tanto, el dinero que se debe tener en inventario es  $= 2\,427\,397 + 360\,000 + 144\,000 = \$2\,931\,397$ .

### CUENTAS POR COBRAR

Es el crédito que se extiende a los compradores. Como política inicial de la empresa se pretende vender con un crédito de 30 días neto, por lo que además de los conceptos de inventarios y valores e inversiones, habría que invertir una cantidad de dinero tal que sea suficiente para una venta de 30 días de producto terminado. El cálculo se realiza tomando en cuenta el costo total de la empresa durante un año, dato calculado en la tabla 4.18. La suma asciende a \$23 626 680. Por tanto, el costo mensual es de:

$$\$23\,626\,680/12 = \$1\,968\,890$$

De las determinaciones anteriores se tiene que el activo circulante es:

Tabla 4.26 Valor del activo circulante	
Concepto	Costo en pesos
Valores e inversiones	112 652
Inventarios	2 931 397
Cuentas por cobrar	1 968 890
<b>Total</b>	<b>5 012 939</b>

### ■■■ Pasivo circulante

Como ya se ha mencionado, el pasivo circulante comprende los sueldos y salarios, proveedores de materias primas y servicios, y los impuestos. En realidad es complicado determinar con precisión estos rubros. Lo que se puede hacer es considerar que estos pasivos son en realidad créditos a corto plazo. Se ha encontrado que, estadísticamente, las empresas mejor administradas guardan una relación promedio entre activos circulantes (AC) y pasivos circulantes (PC) de:

$$AC/PC = 2 \text{ a } 2.5$$

es decir, los proveedores dan crédito en la medida en que se tenga esta proporción en la tasa circulante. Si ya se conoce el valor del activo circulante, que es de \$5 012 939 y los proveedores otorgan crédito con una relación de  $AC/PC = 2$ , entonces el pasivo circulante tendría un valor aproximado a:

$$PC = AC/2 = 5\,012\,939/2 = \$2\,506\,469$$

Si se ha definido al capital de trabajo como la diferencia entre el activo circulante y el pasivo circulante, entonces este último tiene un valor de \$2 506 469 que corresponde al capital adicional necesario para que la empresa inicie la elaboración del producto.

### ■■■ Financiamiento de la inversión

De los \$5 935 015 que se requieren de inversión fija y diferida, se pretende solicitar un préstamo por \$1.5 millones, el cual se liquidará en cinco anualidades iguales, pagando la primera anualidad al final del primer año, por el cual se cobrará un interés de 34% anual. Esta tasa de interés ya contiene a la inflación pronosticada. La anualidad que se pagará se calcula como:

$$A = 1\,500\,000 \left[ \frac{0.34(1.34)^5}{(1.34)^5 - 1} \right] = \$663\,595.90$$

Con este dato se construye la tabla de pago de la deuda para determinar los abonos anuales de interés y capital que se realizarán (tabla 4.27).

La deuda equivale a una aportación porcentual de capital de  $1\,500\,000/5\,935\,015 = 25.27\%$ , por lo que la empresa deberá aportar el 74.73% del capital total sin incluir capital de trabajo.

### ■■■ Determinación del punto de equilibrio o producción mínima económica

Con base en el presupuesto de ingresos y de los costos de producción, administración y ventas, se clasifican los costos como fijos y variables, con la finalidad de determinar cuál es el nivel de producción donde los costos totales se igualan a los ingresos. El primer problema que presenta esta determinación es la clasificación de los costos; algunos de ellos pueden ser clasificados

**Tabla 4.27** Tabla de pago de la deuda (en pesos)

Año	Interés	Anualidad	Pago a capital	Deuda después de pago
0				1 500 000
1	510 000.0	663 595.9	153 595.9	1 346 404.1
2	457 777.4	663 595.9	205 818.5	1 140 585.6
3	387 799.1	663 595.9	275 796.8	864 788.8
4	294 028.2	663 595.9	369 567.7	495 221.1
5	168 375.2	663 595.9	495 220.7	0.37



Tabla 4.28 Clasificación de costos	
Concepto	Costos (en miles de pesos)
Ingresos	26 502 000
Costos totales	23 626 680
Costos variables	21 486 025
Costos fijos	2 140 655

como semifijos (o semivariables). En la tabla 4.28 se presenta la clasificación de los costos para un volumen de producción de 1 050 toneladas anuales programados y con una capacidad instalada de 3 150 toneladas, o sea sólo con 33% de utilización de la planta.

Con estos datos se construye la gráfica del punto de equilibrio. Se traza una línea paralela al eje horizontal a un nivel de costos de \$2 140 655, que representa los costos fijos. Luego, desde el origen se traza otra línea que debe intersectarse en 1 050 toneladas de producción y un ingreso de \$26 502 000; finalmente se traza una línea donde se interseca el eje vertical y la línea de costos fijos, para terminar en el punto de 1 050 toneladas y unos costos totales de \$23 626 680. El punto donde se cruzan las dos líneas es el punto de equilibrio.

En la figura 4.4 se observa que el punto de equilibrio es de alrededor de 447.8 toneladas de producción o de un ingreso por ventas cercano a los \$12.6 millones. Aritméticamente, se generan los datos de ingresos y costos para diferentes niveles de producción.

Se nota en la tabla 4.29 y en la figura 4.4 que los costos prácticamente son iguales a los ingresos con un nivel de producción de 447.8 toneladas.

Para determinar el punto de equilibrio por la fórmula

$$Q = \frac{F}{P - V}$$

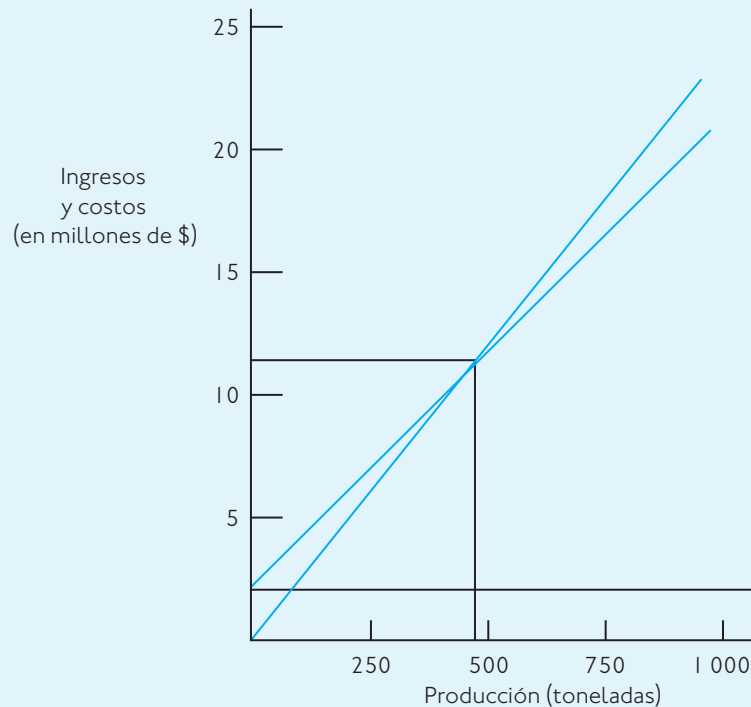


Figura 4.4 Gráfica del punto de equilibrio.

Tabla 4.29 Ingresos y costos totales a diferentes niveles de producción

Producción (toneladas)	Ingresos en miles de pesos	Costo total en miles de pesos
250	6 310	7 255
500	12 620	12 370
750	18 930	17 485
1 050	26 502	23 626

donde  $Q$  = punto de equilibrio en unidades;  
 $F$  = costos fijos = 2 140 655;  
 $P$  = precio unitario del producto = 12.62 \$/frasco;  
 $V$  = costo variable unitario = 10.23 \$/frasco.

De la tabla 4.28 se toman los datos para el cálculo:

$$\text{Costo variable unitario} = \frac{21\,486\,025}{2\,100\,000} = 10.23 \frac{\$}{\text{frasco}}$$

$$Q = \frac{2\,140\,655}{12.62 - 10.23} = 895\,672 \text{ frascos de } 500 \text{ g cada uno, equivalentes a } Q = 447.8 \text{ toneladas.}$$

### ■■■ Determinación de los ingresos por ventas sin inflación

De acuerdo con el estudio técnico producir 1 050 toneladas anuales de producto en presentación de frascos de 500 gramos cada uno, equivale a vender \$2 100 000 anuales con precio unitario de \$12.62 por frasco. Con estos datos se calculan los ingresos que se tendrían en caso de vender la cantidad programada en su totalidad. El cálculo de los ingresos se realiza sin inflación (tabla 4.30).

En realidad hasta ahora no se había contemplado la posibilidad de incrementar otro turno de trabajo y, por tanto, aumentar la producción al doble. Ahora se hace esta suposición con el único objeto de llegar a un análisis de sensibilidad de la rentabilidad de la inversión respecto a las ventas, aspecto que se tratará posteriormente.

### ■■■ Balance general inicial

El balance general inicial mostrará la aportación neta que deberán realizar los accionistas o promotores del proyecto. Notará que la aportación inicial de los accionistas es mucho mayor que los \$5 935 015 calculados para la inversión en activo fijo y diferido, ya que ahora se incluye el capital de trabajo. Generalmente para esta aportación adicional se solicita un crédito a corto plazo, recuerde que la naturaleza del capital de trabajo es a corto plazo, no más de tres o cuatro meses; por tanto, los intereses de este préstamo no aparecen en el estado de resultados (tabla 4.31).

Tabla 4.30 Determinación de ingresos sin inflación

Año	Núm. frascos de 500 g	Precio unitario en pesos	Ingreso total en pesos
1	2 100 000	12.62	26 502 000
2	2 100 000	12.62	26 502 000
3	2 100 000	12.62	26 502 000
4	4 200 000	12.62	53 004 000
5	4 200 000	12.62	53 004 000

Tabla 4.31 Balance general inicial

Activo		Pasivo	
<b>Activo circulante</b>		<b>Pasivo circulante</b>	
Valores e inversiones	\$ 1 12 652	Sueldos, deudores, impuestos	\$ 2 506 469
Inventarios	2 931 397		
Cuentas por cobrar	1 968 890	<b>Pasivo fijo</b>	
Subtotal	\$ 5 012 939	Préstamo a 5 años	\$ 1 500 000
<b>Activo fijo</b>		<b>CAPITAL</b>	
Equipo de producción	3 248 005	Capital social	\$6 941 485
Equipo de oficinas y ventas	420 100		
Terreno y obra civil	1 876 000		
Subtotal	\$5 544 155		
<b>Activo diferido</b>	390 860		
<b>Total de Activos</b>	<b>\$10 947 954</b>	<b>Pasivo + Capital</b>	<b>\$10 947 954</b>

### ■■■ Determinación del estado de resultados pro-forma

El estado de resultados pro-forma o proyectado es la base para calcular los flujos netos de efectivo (FNE) con los cuales se realiza la evaluación económica. Se presentarán tres estados de resultados, las cifras se redondean a miles de pesos; esto es una práctica aceptada cuando se trabaja con cifras monetarias que se pretende se generen en el futuro.

### ■■■ Estado de resultados sin inflación, sin financiamiento y con producción constante (miles de pesos)

Este primer estado de resultados se forma de las cifras básicas obtenidas en el periodo cero, es decir, antes de realizar la inversión. Como la producción es constante y no se toma en cuenta la inflación, entonces la hipótesis es considerar que las cifras de los flujos netos de efectivo se repiten cada fin de año durante todo el horizonte de análisis del proyecto.

### ■■■ Estado de resultados con inflación, sin financiamiento y con producción constante

Para la construcción de este segundo estado de resultados hay que considerar que las cifras investigadas sobre costos e ingresos realmente están determinadas en el periodo cero, es decir, antes de realizar la inversión. Si en realidad se instalara la planta, las ganancias, los costos y los flujos netos de efectivo ya no serían lo mismos que se mostraron en la tabla 4.32, sino que se verían afectados por la inflación. Por esta causa, en la tabla 4.33, aparece una columna llamada año cero, que corresponde a las mismas cifras de la tabla 4.32.

### ■■■ Estado de resultados con inflación, con financiamiento y con producción constante

En este tercer estado de resultados se considera el financiamiento de \$1 500 000 pagado en la forma en que ya se describió en el punto "Financiamiento de la inversión" de este capítulo 4. Para construir este estado de resultados, los datos de ingresos y costos deben considerar la inflación, ya que las cifras del préstamo también contienen inflación, es decir, deben ser congruentes en

Tabla 4.32

Concepto	Años 1 al 5
Producción	1 050 ton
+ Ingreso <sup>a</sup>	\$26 502
– Costo de producción <sup>b</sup>	22 329
– Costo de administración <sup>c</sup>	453
– Costo de ventas <sup>d</sup>	844
= Utilidad antes de impuestos (UAI)	2 876
– Impuestos 47% <sup>e</sup>	1 352
= Utilidad después de impuestos (UDI)	1 524
+ Depreciación <sup>f</sup>	443
= Flujo neto de efectivo (FNE)	\$1 967

**Notas:**<sup>a</sup> Vea tabla 4.30.<sup>b</sup> Vea tabla 4.12.<sup>c</sup> Vea tabla 4.14.<sup>d</sup> Vea tabla 4.16.

<sup>e</sup> En México se paga 35% de impuesto sobre la renta, 10 al 12% de reparto de utilidades a los trabajadores y 2% de impuesto al activo, que no corresponde exactamente al 2% sobre la utilidad antes de impuesto. Como una cifra promedio esperada y por las razones anteriores, se consideró el 47% de impuesto anual sobre las utilidades.

<sup>f</sup> Vea tabla 4.24.

**Nota:** Se aclara que el porcentaje impositivo en México ha variado mucho en los últimos años. La variación no consiste sólo en el porcentaje sino en el tipo de impuesto. Para 2009, en México, existían para las empresas el impuesto sobre la renta, el impuesto al activo y el impuesto empresarial a tasa única, por lo que el impuesto considerado en la tabla 4.32 debe ser actualizado cada vez que se elabore un nuevo proyecto.

Tabla 4.33 Estado de resultados con inflación, sin financiamiento y producción constante

Año	0	1	2	3	4	5
Producción	1 050 ton	1 050 ton	1 050 ton	1 050 ton	1 050 ton	1 050 ton
+ Ingreso	\$26 502	\$31 802	\$38 163	\$45 795	\$54 955	\$65 945
– C. producción	22 329	26 795	32 154	38 585	46 301	55 562
– C. administración	453	544	652	783	939	1 127
– C. ventas	844	1 013	1 215	1 458	1 750	2 100
= UAI	2 876	3 450	4 142	4 969	5 965	7 156
– Impuestos 47%	1 352	1 622	1 947	2 336	2 804	3 363
= UDI	1 524	1 829	2 195	2 633	3 161	3 793
+ Depreciación	443	532	638	766	919	1 102
= FNE	\$1 967	\$2 361	\$2 832	\$3 399	\$4 080	\$4 895

este sentido. Hay que recordar que en la tasa de interés del préstamo ya se toma en cuenta la inflación (tabla 4.34).

### Posición financiera inicial de la empresa

Otra forma de evaluar la posición económica de la empresa es mediante métodos que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como las razones financieras o contables. Este tipo de indicadores muestran la *salud financiera* de cualquier empresa. Existen cuatro tasas contables muy importantes que deben analizarse: las tasas de liquidez y de solvencia o apalancamiento, las cuales se calculan a continuación.

Tabla 4.34 Estado de resultados con inflación, financiamiento y producción constante

Año	1	2	3	4	5
Producción	1 050 ton	1 050 ton	1 050 ton	1 050 ton	1 050 ton
+ Ingreso	\$31 802	\$38 165	\$45 795	\$54 955	\$65 945
– C. producción	26 795	32 154	38 585	46 301	55 562
– C. administración	544	652	783	939	1 187
– C. ventas	1 013	1 215	1 458	1 750	2 100
– C. financieros	510	458	388	294	168
= UAI	2 940	3 684	4 581	5 671	6 988
– Impuestos 47%	1 382	1 731	2 153	2 665	3 284
= UDI	1 558	1 953	2 428	3 006	3 704
+ Depreciación	532	638	766	919	1 102
– Pago de capital	154	206	276	370	495
= FNE	\$1 936	\$2 385	\$2 918	\$3 555	\$4 311

### TASAS DE LIQUIDEZ

Son básicamente la tasa circulante y la tasa rápida o prueba del ácido. Para la primera un valor aceptado está entre 2 y 2.5; para la segunda un valor aceptado es de 1. Si la tasa rápida adquiere un valor de 1, significará que puede enfrentar sus deudas a corto plazo con el 100% de probabilidad de cubrirlas casi de inmediato. El cálculo de ambas tasas para el proyecto se muestra en seguida:

Tasa circulante (TC)

$$TC = \frac{AC}{PC} = \frac{5\,012\,939}{2\,506\,469} = 2$$

Tasa rápida o prueba del ácido (TR)

$$TR = \frac{AC - \text{inventarios}}{PC} = \frac{5\,012\,939 - 2\,931\,397}{2\,506\,469} = 0.83$$

donde: AC = activo circulante

PC = pasivo circulante

Se observará que, de acuerdo con el valor aceptado de 1 para la tasa rápida, la empresa padecería de falta de liquidez.

### TASAS DE SOLVENCIA O APALANCAMIENTO

También son básicamente dos tasas las que se utilizan en la evaluación de proyectos: la tasa de deuda y el número de veces que se gana el interés. Sus cálculos son los siguientes:

Tasa de deuda (TD)

$$TD = \frac{\text{deuda}}{AFT} = \frac{1\,500\,000}{5\,935\,015} = 0.2527$$

donde AFT es el total de activos fijos y diferidos. El valor de TD = 25.27%. Este valor no es muy alto debido a que no hay referencias en cuanto a cuál es el nivel óptimo de endeudamiento. En realidad las instituciones financieras observan otra tasa contable para asignar un préstamo, el número de veces que se gana el interés. Ésta se obtiene dividiendo la ganancia antes de pagar intereses e impuestos entre los intereses que se deben pagar por concepto de deudas. Ambas cifras se toman del estado de resultados con financiamiento. Su cálculo es el que sigue:

$$\text{Número de veces que se gana el interés} = \frac{3\,410}{510} = 6.76$$

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Elaboración de estudio										
Constitución de la empresa										
Tramitación de financiamiento										
Compra de terreno										
Acondicionamiento de terreno										
Construcción obra civil										
Compra de maquinaria y mobiliario										
Recepción de maquinaria										
Instalación de máquinas										
Instalación de servicios industriales										
Colocación de mobiliario										
Recepción de vehículos										
Prueba de arranque										
Inicio de producción										

Figura 4.5 Cronograma de inversiones.

Un valor aceptado para esta tasa es un mínimo de 7 y se observa que prácticamente se alcanza este valor. Lo que esto significa es que será difícil para la empresa conseguir un crédito por \$1 500 000, de manera que se aconseja disminuir un poco el valor del crédito, probablemente unos \$100 000. Si esto fuera así, entonces la tasa de deuda también disminuiría ligeramente.

### III Cronograma de inversiones

Es conveniente construir un programa de instalación de la empresa, desde las primeras actividades de compra de terreno, hasta el mes en que probablemente sea puesta en marcha la actividad productiva de la empresa. En un estudio de factibilidad basta con un cronograma (figura 4.5); en el proyecto definitivo será necesaria la construcción de una ruta crítica.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> El contenido del ejemplo que aparece en este capítulo es producto del Proyecto de Investigación DEPI970185

## Preguntas y problemas

1. De los distintos tipos de inversión, explique las diferencias y en qué consiste cada uno.
2. Analice el método expuesto para determinar el monto de la inversión en su capital de trabajo.
3. Analice los factores de costos que influyen en el cálculo del monto óptimo para invertir en efectivo.
4. Describa y analice el método de cálculo de la inversión óptima en inventarios.
5. Describa las variables que influyen en la determinación de la inversión óptima en cuentas por cobrar.
6. ¿Qué efectos tiene la estacionalidad en las ventas sobre la inversión en capital de trabajo?
7. Explique la composición y determinación de un flujo de efectivo para un proyecto.
8. Justifique por qué debe considerarse el valor de salvamento en la evaluación de un proyecto.

9. Describa en forma sistemática los costos de producción de un proyecto.
10. Explique cuál es la diferencia básica que existe entre la depreciación en línea recta y la depreciación acelerada.
11. Explique la relación existente entre las fuentes de financiamiento y el riesgo asociado a ellas.
12. ¿Qué se entiende por fuente de financiamiento propia? ¿Qué ventajas tiene?
13. ¿Qué se entiende por fuentes de financiamiento ajenas?
14. ¿Qué elementos deben considerarse al evaluar las diversas opciones de financiamiento?
15. Demuestre que los cuatro planes de pago de un préstamo, presentados en el texto, son equivalentes para la institución bancaria.
16. ¿Qué factores deben considerarse al determinar la *TMAR* propia?
17. ¿Cómo se define una *TMAR* de capital mixto?
18. ¿Cuál es el objetivo de la presentación periódica de un balance general?
19. Señale los factores que se tomarían en cuenta si se tuviera que elegir alguno de los cuatro planes de pago presentados para pagar un préstamo.

## Bibliografía

- Anthony N.H., *La contabilidad en la administración de empresas, Textos y casos*, UTEHA, 1964.
- Archer, S., G.M., Choate y G. Racette, *Financial Management*, Wiley, Nueva York, 1979.
- Baumol, William, "The Transactions Demand for Cash; and Inventory Theoretical Approach", *Quarterly Journal of Economics*, nov. 1952.
- Beranek, William, *Analysis for Financial Decisions*, Irwin, Homewood, 1963.
- Bierman, H. y S. Schmidt, *El presupuesto de bienes de capital*, FCE, México, 1977.
- Bolten, Steven, *Administración financiera*, Limusa, México, 1981.
- Copeland, T. y F. Weston, *Financial Theory and Corporate Policy*, Addison-Wesley, 1980.
- Elton, E. y M. Gruber, *Finance as a Dynamic Process* (Foundation of Finance Series), Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1975.
- Neveu, Raymond, *Foundamentals of Managerial Finance*, South-Western, Cincinnati, Ohio, 1981.
- Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), *Manual of Industrial Project Analysis in Developing Countries*, París, 1972.
- Organización de las Naciones Unidas, *Manual de proyectos de desarrollo económico*, Publicación 5.58.11.G.5, México, 1958.
- Sapag, N. y Sapag, R., *Fundamentos de preparación y evaluación de proyectos*, McGraw-Hill, Colombia, 1985.
- Van Horne, James, *Administración financiera*, ECM, Buenos Aires, 1976.





# Evaluación económica

### OBJETIVO GENERAL

Al concluir el estudio de este capítulo el alumno aplicará las técnicas de evaluación económica y financiera usadas en los estudios de factibilidad de proyectos de inversión.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

**Definir** los conceptos de *VPN* y *TIR*.

**Explicar** en qué se sustentan y cuáles son los supuestos de los métodos *VPN* y *TIR*.

**Exponer** la deficiencia del método de la *TIR*.

**Mencionar** los cuatro tipos principales de tasas financieras.

**Señalar** la deficiencia del método que tiene la aplicación de las tasas financieras de rentabilidad.

**Exponer** en qué consiste el análisis de sensibilidad.

**Citar** otros dos métodos de evaluación económica que tienen en cuenta el valor del dinero a través del tiempo.

**Mencionar** los criterios de aceptación y rechazo de inversiones aplicables cuando se utilizan los métodos de *VPN* y *TIR* para evaluación.

## ENFOQUE EN COMPETENCIAS

### Análisis e interpretación de datos duros, visión estratégica y uso de las TIC

Esta parte de la metodología de evaluación de proyectos calcula la rentabilidad de la inversión en términos de los dos índices más utilizados, que son el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de rendimiento (TIR). La aplicación de estos conceptos requiere de varias competencias. Como se explica más adelante. Primero requiere de análisis e interpretación de datos duros, visión estratégica y uso de las TIC tecnologías de información y comunicación.

Todas las cifras monetarias que se obtuvieron en el análisis o estudio económico del proyecto, ahora se deben transformar a un índice de rentabilidad económica. Las cifras para calcular estos índices de rentabilidad son la inversión inicial (sólo en activo fijo y diferido), la depreciación, los flujos netos de efectivo y algunos datos del financiamiento.

Aquí hay un concepto muy importante, el cambio del valor del dinero a través del tiempo, que significa que \$1 000 el día de hoy, no tienen el mismo poder adquisitivo que \$1 000 dentro de un año, por tanto, los \$1 000 cambiaron de valor con el paso del tiempo. Como las ganancias de toda inversión se obtienen a través de los años, para tener una idea real de las ganancias se recurre a este concepto, que se utiliza en el cálculo del VPN y la TIR. Hay un fenómeno económico adicional que se debe considerar en esta parte del estudio, la inflación; el efecto del aumento de precios en una economía también debe incluirse en el cálculo de los índices de rentabilidad.

Por tanto, se tienen tres elementos fundamentales que se deben considerar: el cambio del valor del dinero a través del tiempo, la inflación y la tasa de interés de los financiamientos que la empresa haya solicitado, la cual también estará influida por la inflación. Por esta razón, la primera competencia que debe tenerse en este capítulo es la capacidad de análisis de datos duros. Por supuesto, cualquier error en la selección de los datos o una mala interpretación de los mismos conducirá a resultados no válidos.

El cálculo de la rentabilidad económica de la inversión en un proyecto es vital para realizar o rechazar la inversión. Suponga que después de haber realizado correctamente la determinación de la TIR para un periodo de 6 años, ésta resulta con un valor de 68% anual, lo cual significa una ganancia anual después de impuestos de 68% sobre la inversión realizada, siempre que la instalación y operación del proyecto sea acorde con las pautas marcadas por todo el estudio. Los promotores del proyecto consideran que la ganancia es bastante aceptable, pero piensan

seriamente en disminuir un poco el precio del producto, a fin de que la penetración en el mercado sea más fácil al adoptar una estrategia de ofrecer un precio menor al de toda la competencia. La baja en el precio de venta del producto haría disminuir los ingresos, los que a su vez repercuten negativamente en las ganancias netas después de impuestos lo que, finalmente, haría disminuir la rentabilidad anual. Los promotores buscan un margen de disminución en el precio del producto suficiente para no disminuir mucho el valor de la TIR, así como para contar con una mejor estrategia de precio para ganar mercado con mayor facilidad.

Para tomar la decisión correcta se requiere de otra competencia, la visión estratégica. Es común que los proyectos de inversión no se acepten en los términos exactos que dictan los resultados de todas las partes del estudio. Siempre hay un ajuste final, que puede responder a la visión estratégica, para la cual no hay técnicas cuantitativas ni recetas establecidas. Sólo la visión estratégica de los promotores del proyecto decidirá el rumbo definitivo que seguirá la instrumentación del proyecto y esta visión, como todas las competencias superiores, se adquiere con la experiencia y, desde luego, con muchos conocimientos teóricos.

Respecto de la competencia sobre el uso de las TIC, el estudiante debe ya saber que Excel tiene una sección financiera donde se puede calcular el VPN y la TIR tan fácilmente como hacer cualquier operación aritmética. Sin embargo, el uso de Excel tiene el mismo riesgo que cuando se utiliza mecánicamente una herramienta, sin conocer su fundamento. En ejemplos académicos del uso de Excel para cálculos de VPN y TIR todo parece muy sencillo y, de hecho, así es, pero no todas las cifras que arrojan los proyectos de inversión para estos cálculos son tan sencillos como un ejemplo académico, por lo que el dominio de los conceptos que subyacen a estos cálculos es fundamental para utilizar Excel con éxito. Si el estudiante no cuenta con una computadora (ordenador) para hacer estos cálculos, existen diversas calculadoras financieras de bolsillo que tienen un software muy sencillo para que, al igual que en una computadora, sólo se ingresen los datos necesarios para obtener el resultado de manera muy precisa con oprimir una tecla. En caso de que el estudiante posea una calculadora científica manual de bolsillo, el cálculo del VPN y la TIR se hace un poco más tedioso, pero ahí es donde verdaderamente se aprende a calcular y se aplican los conceptos básicos.

## Métodos de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo

El estudio de la evaluación económica es la parte final de toda la secuencia de análisis de la factibilidad de un proyecto. Si no han existido contratiempos, hasta este punto se sabrá que existe un mercado potencial atractivo; se habrá determinado un lugar óptimo y el tamaño más adecuado para el proyecto, de acuerdo con las restricciones del medio; se conocerá y dominará el proceso de producción, así como todos los costos en que se incurrirá en la etapa productiva; además, se habrá calculado la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto. Sin embargo, a pesar de conocer incluso las utilidades probables del proyecto durante los primeros cinco años de operación, aún no se habrá demostrado que la inversión propuesta será económicamente rentable.

En este momento surge el problema sobre el método de análisis que se empleará para comprobar la rentabilidad económica del proyecto. Se sabe que el dinero disminuye su valor real con el paso del tiempo, a una tasa aproximadamente igual al nivel de inflación vigente. Esto implica que el método de análisis empleado deberá tomar en cuenta este cambio de valor real del dinero a través del tiempo. En este capítulo se analizarán las ventajas y desventajas de los métodos de análisis que toman en cuenta este hecho.

Antes de presentar los métodos se describirá brevemente cuál es la base de su funcionamiento. Suponga que se deposita una cantidad  $P$  en un banco, en la misma forma que se invierte cierta cantidad de dinero en una empresa. La cantidad se denota con la letra  $P$ , primera letra de la palabra presente, con lo que se evidencia que es la cantidad que se deposita al iniciar el periodo de estudio o tiempo cero ( $t_0$ ). Esta cantidad, después de cierto tiempo de estar depositada en el banco o invertida en una empresa, deberá generar una ganancia a cierto porcentaje de la inversión inicial  $P$ . Si de momento se le llama  $i$  a esa tasa de ganancia y  $n$  al número de periodos en que ese dinero gana la tasa de interés  $i$ ,  $n$  sería entonces el número de periodos capitalizables. Con estos datos, la forma en que crecería el dinero depositado en un banco, *sin retirar los intereses o ganancias generados*, sería:

En el primer periodo de capitalización ( $n = 1$ ), generalmente un año, denominado  $F$  (futuro) a la cantidad acumulada en ese futuro:

$$F_1 = P + Pi = P(1 + i) = P(1 + i)^1 \quad (5.1)$$

en el periodo  $n = 2$ , la cantidad acumulada hacia el fin de año sin retirar la primera ganancia  $Pi$  sería la cantidad acumulada en el primer periodo ( $P + Pi$ ), más esa misma cantidad multiplicada por el interés que se gana por periodo:

$$\begin{aligned} F_2 &= P + Pi + (P + Pi)i = P + Pi + Pi + Pi^2 = P(1 + 2i + i^2) \\ &= F_1 + P(1 + i)^2 \end{aligned} \quad (5.2)$$

Siguiendo el mismo razonamiento para encontrar  $F_1$  y  $F_2$  (sin que se hayan retirado los intereses), la cantidad acumulada en un futuro después de  $n$  periodos de capitalización, se expresa:

$$F_n = P(1 + i)^n \quad (5.3)$$

Esto introduce el concepto de equivalencia. Si se pregunta a cuánto equivaldrán \$1 000 de hoy dentro de un año, es correcto suponer que con base en la fórmula 5.3 para calcular cantidades equivalentes del presente al futuro, y sabiendo que  $P = 1 000$  (cantidad en tiempo presente) y  $n = 1$ , la cantidad equivalente de \$1 000 dentro de un año dependerá exclusivamente de la  $i$  o la tasa de interés que se aplique. Tome una tasa de referencia, por ejemplo la tasa inflacionaria. En México, hacia 2008, esta tasa fue cercana a 5% ( $i = 0.05$ ), entonces:

$$F_1 = 1 000 (1 + 0.05)^1 = 1 050$$

Esto significa que si la tasa inflacionaria en un año es de 5%, es exactamente lo mismo tener \$1 000 al principio de un año que \$1 050 al final de él. Si se compra un artículo al principio del año (por ejemplo, un libro) por \$1 000, al final de ese año sólo se podrá adquirir el mismo libro si se tiene \$1 050. Así, pues, las comparaciones de dinero en el tiempo deben hacerse en términos del valor adquisitivo real o de su equivalencia en distintos periodos, no con base en su valor nominal.

Suponga otro ejemplo. Una persona pide prestado \$1 000 y ofrece pagar \$1 050 dentro de un año. Si se sabe que la tasa de inflación en el próximo año será de 5% y se despeja  $P$  de la fórmula 5.3:

$$P = \frac{F}{(1 + i)^n} = \frac{1\ 050}{(1.05)^1} = 1\ 050$$

El resultado indica que si se acepta hacer el préstamo en esas condiciones, no se estará ganando nada sobre el valor real del dinero, ya que sólo será reintegrada una cantidad exactamente equivalente al dinero prestado. Por lo anterior se concluye que siempre que se hagan comparaciones de dinero a través del tiempo deben hacerse en un solo instante, usualmente el tiempo cero o presente, y siempre deberá tomarse en cuenta una tasa de interés, pues ésta modifica el valor del dinero conforme transcurre el tiempo.

#### Valor presente neto (VPN)

Es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial

### Valor presente neto (VPN). Ventajas y desventajas

Ahora será explicada claramente la definición. En la sección “Estado de resultados pro-forma” de la página 150 se presentó el estado de resultados y se dijo que su mayor utilidad es que permite obtener los flujos netos de efectivo ( $FNE$ ), y que éstos sirven para realizar la evaluación económica.

Si se quieren representar los  $FNE$  por medio de un diagrama, siga este procedimiento: para el estudio tome un horizonte de tiempo de, por ejemplo, cinco años. Trace una línea horizontal y divídala en cinco partes iguales, que representan cada uno de los años. A la extrema izquierda coloque el momento en el que se origina el proyecto o tiempo cero. Represente los flujos positivos o ganancias anuales de la empresa con una flecha hacia arriba, y los desembolsos o flujos negativos con una flecha hacia abajo. En este caso, el único desembolso es la inversión inicial en el tiempo cero, aunque podría darse el caso de que en determinado año hubiera una pérdida (en vez de ganancia), y entonces aparecería en el diagrama de flujo una flecha hacia abajo (vea figura 5.1).

Cuando se hacen cálculos de pasar, en forma equivalente, dinero del presente al futuro, se utiliza una  $i$  de interés o de crecimiento del dinero; pero cuando se quieren pasar cantidades futuras al presente, como en este caso, se usa una *tasa de descuento*, llamada así porque descuenta el valor del dinero en el futuro a su equivalente en el presente, y a los flujos traídos al tiempo cero se les llama flujos descontados.

La definición del **valor presente neto** ya tiene sentido. Sumar los flujos descontados en el presente y restar la inversión inicial equivale a comparar todas las ganancias esperadas contra todos los desembolsos necesarios para producir esas ganancias, en términos de su valor equivalente en este momento o tiempo cero. Es claro que para aceptar un proyecto las ganancias deberán ser mayores que los desembolsos, lo cual dará por resultado que el  $VPN$  sea mayor que cero. Para calcular el  $VPN$  se utiliza el costo de capital o  $TMAR$  (vea sección “Costo de capital o tasa mínima aceptable de rendimiento” de la página 151).

Si la tasa de descuento o costo de capital,  $TMAR$ , aplicada en el cálculo del  $VPN$  fuera la tasa inflacionaria promedio pronosticada para los próximos cinco años, las ganancias de la empresa sólo servirían para mantener el valor adquisitivo real que tenía en el año cero, siempre y cuando se reinvirtieran todas las ganancias. Con un  $VPN = 0$  no se aumenta

#### valor presente neto

sumar los flujos descontados en el presente y restar la inversión inicial equivale a comparar todas las ganancias esperadas contra todos los desembolsos necesarios para producir esas ganancias, en términos de su valor equivalente en este momento o tiempo cero

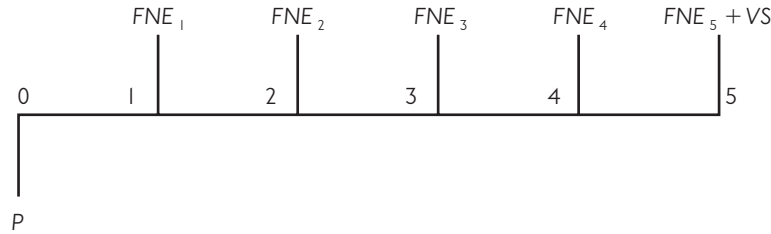


Figura 5.1 Diagrama de flujo de efectivo.

el patrimonio de la empresa durante el horizonte de planeación estudiado, si el costo de capital o *TMAR* es igual al promedio de la inflación en ese periodo. Pero aunque  $VPN = 0$ , habrá un aumento en el patrimonio de la empresa si la *TMAR* aplicada para calcularlo es superior a la tasa inflacionaria promedio de ese periodo.

Por otro lado, si el resultado es  $VPN > 0$ , sin importar cuánto supere a cero ese valor, esto sólo implica una ganancia extra después de ganar la *TMAR* aplicada a lo largo del periodo considerado. Esto explica la gran importancia que tiene seleccionar una *TMAR* adecuada.

La ecuación para calcular el *VPN* para el periodo de cinco años es:

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5} \quad (5.4)$$

Como se observa en la fórmula 5.4, el valor del *VPN* es inversamente proporcional al valor de la  $i$  aplicada, de modo que como la  $i$  aplicada es la *TMAR*; en caso de que se pida un gran rendimiento a la inversión (es decir, si la tasa mínima aceptable es muy alta), el *VPN* fácilmente se vuelve negativo, y en ese caso se rechazaría el proyecto. La relación entre el *VPN* y la  $i$  puede representarse gráficamente como se muestra en la figura 5.2.

En la ecuación 5.4 y en la figura 5.2 se observa que al ir aumentando la *TMAR* aplicada en el cálculo del *VPN*, éste disminuye hasta volverse cero y negativo.

Como conclusiones generales acerca del uso del *VPN* como método de análisis es posible enunciar lo siguiente:

- Se interpreta fácilmente su resultado en términos monetarios.
- Supone una reinversión total de todas las ganancias anuales, lo cual no sucede en la mayoría de las empresas.

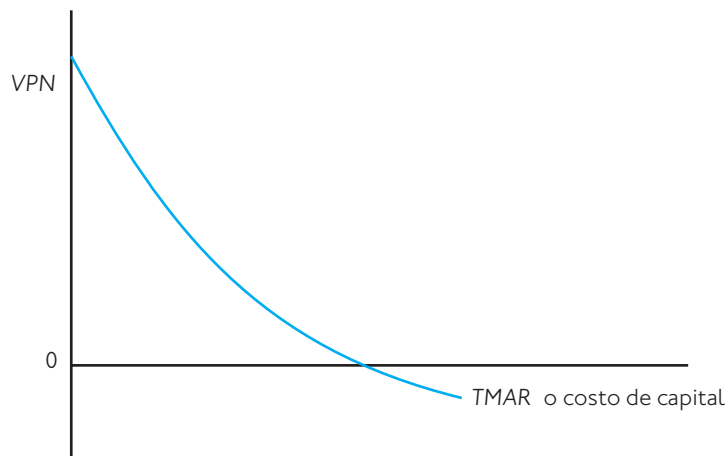


Figura 5.2 Gráfica de *VPN* vs.  $i$ .

- Su valor depende exclusivamente de la  $i$  aplicada. Como esta  $i$  es la  $TMAR$ , su valor lo determina el evaluador.
- Los criterios de evaluación son: si  $VPN \geq 0$ , acepte la inversión; si  $VPN < 0$ , recházela.

#### tasa interna de rendimiento

es la tasa de descuento por la cual el VPN es igual a cero. Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

### Tasa interna de rendimiento ( $TIR$ ). Ventajas y desventajas

Para explicar las definiciones observe la ecuación 5.4 y la figura 5.2. En la sección anterior se mencionó que si se hace crecer la  $TMAR$  aplicada en el cálculo del  $VPN$  (ecuación 5.4), este último llegaría a adoptar un valor de cero. También se mencionó que si el  $VPN$  es positivo, significa que se obtienen ganancias a lo largo de los cinco años de estudio por un monto igual a la  $TMAR$  aplicada más el valor del  $VPN$ . Es claro que si el  $VPN = 0$  sólo se estará ganando la tasa de descuento aplicada, o sea la  $TMAR$ , y un proyecto debería aceptarse con este criterio, ya que se está ganando lo mínimo fijado como rendimiento.

De acuerdo con la segunda definición se puede reescribir la ecuación 5.4 como sigue:

$$P = -\frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5} \quad (5.5)$$

Por supuesto, no se trata sólo de escribir en otra forma una ecuación. Suponga que con una  $TMAR$  previamente fijada, por ejemplo, de 90%, se calcula el  $VPN$  y éste arroja un valor positivo: 10 millones. Con este dato se acepta el proyecto, pero ahora interesa conocer cuál es el valor real del rendimiento del dinero en esa inversión. Para saber lo anterior se usa la ecuación 5.5 y se deja como incógnita la  $i$ . Se determina por medio de tanteos (prueba y error), hasta que la  $i$  iguale la suma de los flujos descontados a la inversión inicial  $P$ ; es decir, se hace variar la  $i$  de la ecuación 5.5 hasta que satisfaga la igualdad de ésta. Tal denominación permitirá conocer el rendimiento real de esa inversión.

Se le llama tasa interna de rendimiento porque supone que el dinero que se gana año con año se reinvierte en su totalidad. Es decir, se trata de la tasa de rendimiento generada en su totalidad en el interior de la empresa por medio de la reinversión.

Si existe una tasa interna de rendimiento se puede preguntar si también existe una externa. La respuesta es sí, y esto se debe al supuesto, que es falso, de que todas las ganancias se reinvierten. Esto no es posible, pues hay un factor limitante físico del tamaño de la empresa. La reinversión total implica un crecimiento tanto de la producción como de la planta, lo cual es imposible. Precisamente, cuando una empresa ha alcanzado la saturación física de su espacio disponible, o cuando sus equipos trabajan a toda su capacidad, la empresa ya no puede invertir internamente y empieza a hacerlo en alternativas externas como la adquisición de valores o acciones de otras empresas, la creación de otras empresas o sucursales, la adquisición de bienes raíces, o cualquier otro tipo de inversión externa. Al grado o nivel de crecimiento de esa inversión externa se le llama tasa externa de rendimiento, pero no es relevante para la evaluación de proyectos, sobre todo porque es imposible predecir dónde se invertirán las ganancias futuras de la empresa en alternativas externas a ella.

Con el criterio de aceptación que emplea el método de la  $TIR$ : si ésta es mayor que la  $TMAR$ , acepte la inversión; es decir, si el rendimiento de la empresa es mayor que el mínimo fijado como aceptable, la inversión es económicamente rentable.

El método de la  $TIR$  tiene una desventaja en su método. Cuando los  $FNE$  son diferentes cada año, el único método de cálculo es el uso de la ecuación 5.5, la cual es un polinomio de grado 5. La obtención de las raíces de este polinomio (solución de la ecuación para obtener  $i$ ) está regida por la ley de los signos de Descartes, la cual dice que “el número de raíces reales positivas (valores de  $i$  en el caso de la  $TIR$ ) no debe exceder el número de cambios de signo en la serie de coeficientes  $P(FNE_0), FNE_1, FNE_2, \dots, FNE_n$ ”. Esto implica necesariamente que el

número de cambios de signo es, por fuerza, un límite superior para el número de valores de  $i$ . Por un lado, si no hay cambios de signo, no es posible encontrar una  $i$ , y esto indicaría que existen ganancias sin haber inversión. Cuando hay un solo cambio de signo existe sólo una raíz de  $i$ , lo que equivale, según la figura 5.1, a que hay una inversión (signo negativo) y cinco coeficientes ( $FNE$ ) con signo positivo (ganancias); en esta forma se encuentra un solo valor de la  $TIR$ . Pero cuando existen dos cambios de signo en los coeficientes, se pueden encontrar dos raíces de  $i$ . Esto equivale a que existe una inversión inicial (primer cambio de signo) y en cualquiera de los años de operación de la empresa existe una pérdida, lo cual provocaría que su  $FNE$  apareciera como negativo y provocara un segundo cambio de signo en el polinomio y esto, a su vez, ocasionaría la obtención de dos  $TIR$ , lo cual no tiene significado económico.

En la operación práctica de una empresa se da el caso de que exista una pérdida en determinado periodo. En esta situación se recomienda no usar la  $TIR$  como método de evaluación, en cambio se puede usar el  $VPN$  que no presenta esta desventaja.

### ADICIÓN DEL VALOR DE SALVAMENTO (VS)

Se habrá observado que en los  $FNE$  del año cinco en las ecuaciones 5.4 y 5.5 aparece sumado un factor llamado  $VS$  o valor de salvamento o rescate, cuyo concepto aparece en la sección “Depreciaciones y amortizaciones”, página 144.

A lo largo de todo el estudio se ha considerado un periodo de planeación de cinco años. Al término de éste se hace un corte artificial del tiempo con fines de evaluación. Desde este punto de vista, ya no se consideran más ingresos; la planta deja de operar y vende todos sus activos. Esta consideración teórica es útil, pues al suponer que se venden todos los activos se produce un flujo de efectivo extra en el último año, lo que aumenta la  $TIR$  o el  $VPN$  y hace más atractivo el proyecto. Por otro lado, no hacer esta suposición implicaría cortar la vida del proyecto y dejar la planta abandonada con todos sus activos.

En la práctica, la mayoría de las plantas o fábricas en estudio durarán en funcionamiento no cinco ni 10 años, sino tal vez 20 o más, pero para efectos de evaluación el tiempo debe cortarse en algún momento.

En la sección “Depreciaciones y amortizaciones” (página 144) y en la tabla 4.24 correspondiente a las depreciaciones y amortizaciones, aparece calculado el  $VS$  de todos los activos. En esa tabla se supone que el  $VS$  considerado será el valor en libros o fiscal que tengan los activos al término del quinto año de operación.

### USO DE FLUJOS CONSTANTES Y FLUJOS INFLADOS PARA EL CÁLCULO DE LA $TIR$ . REINTERPRETACIÓN DE LA $TIR$

Un punto que se debate en la evaluación de proyectos es la forma de trabajar con el estado de resultados para obtener los  $FNE$  y calcular con ellos la  $TIR$ . Existen dos formas básicas de hacerla: considerar los  $FNE$  del primer año como constantes a lo largo del horizonte de planeación y considerar los efectos inflacionarios sobre los  $FNE$  de cada año.

Es evidente que un cálculo de  $TIR$  con  $FNE$  constantes, y con  $FNE$  inflados, hará variar en gran medida el valor de la  $TIR$ . Entonces, ¿cuál es el procedimiento correcto?

Hay que considerar que es poco probable, al menos en México, que padece crisis económicas recurrentes y devaluación monetaria, que un costo de operación permanezca constante durante un año y que a partir del segundo año aumenten. Suponer lo contrario, sería inadecuado.

Considere los datos reales del caso práctico presentado en la sección “Caso práctico: Estudio económico”, página 157. Básicamente se hará referencia a la  $TMAR = 15\%$  de premio al riesgo y a la inflación ( $f$ ) considerada que es de 20% anual constante durante los cinco años de periodo de análisis, datos tomados de la sección de la página 168.

La primera consideración importante para la evaluación es que la inversión que se toma en cuenta para calcular la  $TIR$  es sólo la inversión en activos fijos. La inversión en capital de trabajo no se toma en cuenta, debido a la propia naturaleza líquida de estos activos.

Los datos para el cálculo de la *TIR* son los siguientes:

- Inversión inicial (vea tabla 4.23) es  $P = \$5\,935$ .
- Los *FNE* del primer año (vea tabla 4.32) son  $A = \$1\,967$ . Se considera una anualidad ya que permanecen constantes durante los cinco años del periodo de análisis.
- *TMAR* sin inflación del 15%.
- Valor de salvamento (vea tabla 4.24) es  $VS = \$3\,129$ .
- Periodo de análisis considerado,  $n = 5$  años.

### CÁLCULO DE LA *TIR* CON FLUJOS CONSTANTES SIN INFLACIÓN

Se analiza en primera instancia el cálculo de la *TIR* sin inflación, con producción constante. Bajo esta consideración no varían a lo largo de los cinco años los *FNE*, ya que se supone que cada año se venderían 1 050 toneladas y como no se considera inflación, entonces los ingresos y costos permanecerían constantes a lo largo de los años.

La *TIR* se define como la  $i$  que hace que la suma de los flujos descontados sea igual a la inversión inicial. La  $i$  en este caso actúa como una tasa de descuento y, por tanto, los flujos de efectivo a los cuales se aplica vienen a ser flujos descontados:

$$P = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] + \frac{VS}{(1+i)^s} \quad (5.6)$$

esta ecuación también puede expresarse como:

$$P = \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5} \quad (5.7)$$

donde:  $FNE_1 = FNE_2 = FNE_3 = FNE_4 = FNE_5 = A$

Al aplicar los datos de la ecuación 5.7 se tiene:

$$5\,935 = 1\,967 \left[ \frac{(1+i)^5 - 1}{i(1+i)^3} \right] + \frac{3\,129}{(1+i)^5}$$

La  $i$  que satisface la ecuación es  $i = 27.6734469\%$ , que equivale a la *TIR* del proyecto sin considerar inflación y con producción constante.

### CÁLCULO DE LA *TIR* CON PRODUCCIÓN CONSTANTE Y CONSIDERANDO INFLACIÓN

Ahora se procederá a calcular la *TIR* considerando a la inflación de 20% anual constante. Se mantiene la consideración de que no varía la producción anual de 1 050 toneladas en cada uno de los cinco años. Los datos de los *FNE* se tomaron de la tabla 4.33, pero a diferencia de esa tabla y para fines de demostración, ahora no se redondean las cifras, aunque estén expresadas en miles.

En términos reales, las cifras de un estudio de factibilidad se determinan en el periodo cero, es decir, antes de realizar la inversión. En caso de que ésta se realice, las cifras de ingresos y costos ya se verían afectados por la inflación al final del primer año. Si se define a la inflación como:

*el aumento ponderado y agregado de precios en la canasta básica de una economía*, entonces todas las cifras del estado de resultados se verían afectadas por la inflación, incluso los cargos de depreciación que, al menos en México, la ley hacendaria permite actualizar cada año tomando en cuenta la inflación que hubo en el periodo fiscal que se declara. Por tanto, para calcular las cifras de los *FNE* con inflación, basta tomar la cantidad determinada en el periodo cero que es de \$1 967 y afectarla cada año por la inflación que se fijó en 20% anual constante cada año (vea tabla 5.1).



Tabla 5.1

Año	0	1	2	3	4	5
FNE	1 967	2 360.4	2 832.48	3 398.976	4 078.7712	4 894.52544

La tabla 5.1 se construyó multiplicando por 1.2 la cantidad del año anterior, es decir, se multiplica por  $(1 + 0.2)$ . Otro cálculo que se debe modificar es el valor de salvamento ( $VS$ ), ya que éste también sufrirá los efectos de la inflación y su determinación es:

$$VS = 3\,129(1.2)^5 = \$7\,785.9533$$

Finalmente, en la sección “Costo de capital o tasa mínima aceptable de rendimiento” de la página 151, la  $TMAR$  fue definida como:  $TMAR_f = i + f + if$  donde  $i$  es el premio al riesgo sin inflación, y  $f$  la inflación anual. De acuerdo con los datos de la sección de la página 168 se tiene:

$$TMAR = 0.15 + 0.2 + 0.15 \times 0.2 = 0.38$$

Con estos datos se calcula la  $TIR$  del proyecto, considerando inflación y producción constante, como sigue:

$$5\,935 = \frac{2\,360.4}{(1+i)^1} + \frac{2\,832.48}{(1+i)^2} + \frac{3\,398.976}{(1+i)^3} + \frac{4\,078.7712}{(1+i)^4} + \frac{4\,894.52\,544 + 7\,785.9533}{(1+i)^5}$$

la  $i$  que satisface la ecuación anterior es 53.20813628%.

¿Qué conclusiones se pueden obtener de estos cálculos?

Observe las diferencias obtenidas, primero sin inflación; mientras la  $TMAR$  es de 15%, el proyecto arrojó un valor de 27.6734469%, es decir, se obtuvo una ganancia por arriba de la  $TMAR$  de 12.6734469 puntos porcentuales. Considerando inflación se podría esperar que la  $TMAR$  con inflación, que es de 38%, se vea superada por los mismos 12.6734469 puntos, pero la diferencia es:  $53.20813628 - 38 = 15.20813628$ . En apariencia la diferencia es un poco mayor; sin embargo, al observar que  $15.20813628 = 12.6734469 \times 1.2$  se verá que existe una clara explicación para la aparente diferencia observada. De hecho, la  $TIR$  con inflación puede calcularse como:

$$TMAR_f = (TIR_{f=0} - TMAR_{f=0}) + TMAR_f + (f)(TIR_{f=0} - TMAR_{f=0})$$

$$TMAR_f = 12.6734469 + 38 + 0.2(12.6734469) = 53.20813628\%$$

Todos estos cálculos se presentarán en la evaluación económica del caso práctico, pero como en el ejemplo se manejan cifras redondeadas, éstas no coincidirán con la exactitud de esta demostración.

Las condiciones para evaluar, con y sin inflación, son:

1. Para evaluar no se toma en cuenta el capital de trabajo.
2. Debe considerarse una revaluación de activos al hacer los cargos de depreciación y amortización.
3. En ambos métodos debe mantenerse constante el nivel de producción del primer año.
4. Si se está considerando el método de  $FNE$  constantes, no se debe incluir el financiamiento. Recuerde que si hay financiamiento, los  $FNE$  se alteran con el paso del tiempo.
5. El  $VS$  también debe sufrir el efecto de la inflación.

### CÁLCULO DE LA TIR CON FINANCIAMIENTO

Como se ha señalado, los *FNE* cambian de una situación sin financiamiento a otra con financiamiento. Al hacer la determinación de la *TIR* tras haber pedido un préstamo, habrá que hacer ciertas consideraciones.

La primera de ellas, cuando se calcula la *TIR* y hay financiamiento, es que sólo es posible utilizar el estado de resultados con flujos y costos inflados, ya que éstos se encuentran definitivamente inflados por los intereses pagados (costos financieros), pues la tasa del préstamo depende casi directamente de la tasa inflacionaria vigente en el momento del préstamo, por lo que sería un error usar *FNE* constantes (inflación cero) y aplicarles pago a principal y costos financieros, alterados con la inflación.

La segunda consideración importante es que para calcular la *TIR*, la inversión considerada no es la misma. Ahora es necesario restar a la inversión total la cantidad que ha sido obtenida en préstamo. En el caso práctico que se sigue la inversión original es de \$5 935 000 y se solicita un préstamo por \$1 500 000; la diferencia de ambas cantidades, \$4 435 000, es la inversión neta de los accionistas en activo fijo y diferido, y es la cantidad que se considera para el cálculo del *VPN* y la *TIR* con financiamiento. Las cifras se toman del estado de resultados de la tabla 4.34 y ahí se muestra la forma en que se paga, a lo largo de cinco años, la cantidad de \$1 500 000 del préstamo. En la misma tabla 4.34 se observa que los *FNE* son menores que los *FNE* sin préstamo, pero a cambio de esta disminución en las ganancias anuales, la inversión también disminuye.

Otra consideración importante es que ahora la nueva *TIR* deberá compararse contra una *TMAR* mixta. Ahora los \$5 935 000 de la inversión total se forman de dos capitales, uno de los promotores y otro de la institución financiera, cada parte con una ganancia distinta, por lo que debe calcularse un promedio ponderado de ambos capitales para obtener la *TMAR* mixta, de la siguiente forma:  $TMAR \text{ mixta} = (\% \text{ de aportación de promotores})(\text{tasa de ganancia solicitada}) + (\% \text{ de aportación del banco})(\text{tasa de ganancia solicitada})$ .

$$TMAR = \frac{4\,435}{5\,935}(0.38) + \frac{1\,500}{5\,935}(0.34) = 0.36989$$

La *TMAR* mixta no sólo servirá como punto de comparación contra la *TIR* sino que también es útil para calcular el *VPN* con financiamiento. Con todos estos datos se calcula la *TIR* con financiamiento, tomando los *FNE* de la tabla 4.34:

$$4\,435 = \frac{1\,936}{(1+i)^1} + \frac{2\,385}{(1+i)^2} + \frac{2\,918}{(1+i)^3} + \frac{3\,555}{(1+i)^4} + \frac{4\,311 + 7\,786}{(1+i)^5}$$

La *i* que satisface la ecuación es  $TIR = 61.43\%$ .

De este resultado se pueden destacar varias cosas. Primero, la *TIR* con financiamiento (61.43%) es superior a la *TIR* sin financiamiento (53.2%), lo cual indica una mayor rentabilidad en caso de solicitar financiamiento; no debe olvidar que en ambas determinaciones se considera la inflación. Obtener el préstamo significa contar con dinero más barato que el generado por la propia empresa, ya que mientras ésta puede generar una ganancia de 38%, que corresponde a la *TMAR* con inflación, el préstamo tiene un costo de 4 puntos porcentuales menos (34%). Además, el efecto de los impuestos, permitiendo la deducción de los intereses pagados, hace que se eleve aún más la rentabilidad.

A la *TIR* obtenida con financiamiento se llama *TIR financiera*, que en este caso es de 61.43%, a diferencia de la *TIR* sin financiamiento llamada *TIR privada* o *TIR empresarial*. Siempre es necesario calcular los dos tipos de *TIR*. En general, la *TIR* financiera siempre será mayor que la *TIR* privada, debido al efecto de la deducción de impuestos.

## Métodos de evaluación que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo

### Razones financieras. Usos, ventajas y desventajas

Existen técnicas que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo y que no se relacionan en forma directa con el análisis de la rentabilidad económica, sino con la evaluación financiera de la empresa.

La planeación financiera es una de las claves para el éxito de una empresa, y un buen análisis financiero detecta la fuerza y los puntos débiles de un negocio. Es claro que hay que esforzarse por mantener los puntos fuertes y corregir los puntos débiles antes de que causen problemas.

El análisis de las tasas o razones financieras es el método que no toma en cuenta el valor del dinero a través del tiempo. Esto es válido, ya que los datos que toma para su análisis provienen de la hoja de balance general. Esta hoja contiene información de la empresa en un punto en el tiempo, usualmente el fin de año o fin de un periodo contable, a diferencia de los métodos *VPN* y *TIR*, cuyos datos base están tomados del estado de resultados proyectado, es decir, los métodos que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo son métodos contables que consideran cifras que ya sucedieron en la empresa, en tanto que *VPN* y *TIR* son métodos que consideran cifras que se espera que sucedan en la empresa, por eso se utilizan para evaluar proyectos.

Existen cuatro tipos básicos de razones financieras. La información que surja de éstas puede ser de interés para personas o entidades externas o internas a la empresa. Por ejemplo, a la institución bancaria que prestará el dinero para el proyecto le interesará si en éste existe suficiente liquidez como para que su restitución monetaria no peligre. La empresa nota que una porción sustancial de sus ventas a crédito se otorga a clientes con baja capacidad de pago, si la reserva para cuentas incobrables es mayor que 5% de las cuentas por cobrar. Si la depreciación acumulada del equipo representa una alta proporción del valor original, ése es un signo de que la empresa está usando equipo obsoleto. Una disminución año con año del capital de trabajo indica que la empresa está en problemas financieros, y un aumento constante acompañado del crecimiento de la empresa es un buen signo. En fin, la información a obtener e interpretar es muy útil aunque no se tome en cuenta el valor del dinero a través del tiempo.

Los cuatro tipos básicos de razones son:

**1. Razones de liquidez** Miden la capacidad de la empresa para cumplir con sus obligaciones (pagos) a corto plazo. Entre ellas figuran:

a) *Tasa circulante* Se obtiene dividiendo los activos circulantes sobre los pasivos circulantes. Los activos circulantes incluyen efectivo, acciones vendibles, cuentas por cobrar e inventarios; los pasivos circulantes incluyen cuentas por pagar, notas por pagar a corto plazo, vencimientos a corto plazo de deudas a largo plazo, así como impuestos y salarios retenidos. La tasa circulante es la más empleada para medir la solvencia a corto plazo, ya que indica a qué grado es posible cubrir las deudas de corto plazo sólo con los activos que se convierten en efectivo a corto plazo. Su fórmula es:

$$\text{Razón circulante} = \frac{\text{activo circulante}}{\text{pasivo circulante}} \quad (5.9)$$

b) *Prueba del ácido* Se calcula al restar los inventarios de los activos circulantes y dividir el resto entre los pasivos circulantes. Esto se hace así porque los inventarios son los

activos menos líquidos. Así, esta razón mide la capacidad de la empresa para pagar las obligaciones a corto plazo sin recurrir a la venta de inventarios. Se considera que 1 es un buen valor para la prueba del ácido. Su fórmula es:

$$\text{Tasa de la prueba del ácido} = \frac{\text{activo circulante} - \text{inventario}}{\text{pasivo circulante}} \quad (5.10)$$

**2. Tasas de apalancamiento** Miden el grado en que la empresa se ha financiado por medio de la deuda. Están incluidas:

- a) *Razón de deuda total a activo total* También llamada tasa de deuda. Mide el porcentaje total de fondos provenientes de instituciones de crédito. La deuda incluye los pasivos circulantes. Un valor aceptable de esta tasa es 33%, ya que los acreedores difícilmente prestan a una empresa muy endeudada por el riesgo que corren de no recuperar su dinero. En México la tasa de deuda es alta si el gobierno, a través de una institución de crédito, hace el préstamo y se asocia con acciones preferentes a la empresa. Su fórmula es:

$$\text{Tasa de deuda} = \frac{\text{deuda total}}{\text{activo total}} \quad (5.11)$$

- b) *Número de veces que se gana el interés* Se obtiene dividiendo las ganancias antes del pago de interés e impuestos. Mide el grado en que pueden disminuir las ganancias sin provocar un problema financiero a la empresa, al grado de no cubrir los gastos anuales de interés. Un valor aceptado de esta tasa es 8.0 veces y su fórmula es:

$$\text{Número de veces que se gana el interés} = \frac{\text{ingreso bruto}}{\text{cargos de interés}} \quad (5.12)$$

**3. Tasas de actividad** Este tipo de tasas no se deben aplicar en la evaluación de un proyecto, ya que como su nombre lo indica, mide la efectividad de la actividad empresarial y cuando se realiza el estudio no existe tal actividad. A pesar de esto, y aunque no se calculen, se enumeran las pautas a seguir. La primera tasa es rotación de inventarios y se obtiene al dividir las ventas entre los inventarios, ambas expresadas en pesos. El valor comúnmente aceptado de esta tasa es 9. Un problema en el cálculo de esta tasa es el método de evaluación de los inventarios. El segundo problema es que las ventas están calculadas sobre un año completo y los inventarios están tomados como un punto en el tiempo. Su fórmula es:

$$\text{Rotación de inventario} = \frac{\text{ventas}}{\text{inventarios}} \quad (5.13)$$

- a) *Periodo promedio de recolección* Es la longitud promedio de tiempo que la empresa debe esperar después de hacer una venta antes de recibir el pago en efectivo. Un valor aceptado para esta tasa es de 45 días. Su fórmula es:

$$PPR = \frac{\text{cuentas por cobrar}}{\text{ventas por día}} = \frac{\text{cuentas por cobrar}}{\text{ventas anuales}/365} \quad (5.14)$$

- b) *Rotación de activo total* Es la tasa que mide la actividad final de la rotación de todos los activos de la empresa. Un valor aceptado para esta tasa es de 2.0. Su fórmula es:

$$\text{Rotación de activos totales} = \frac{\text{ventas anuales}}{\text{activos totales}} \quad (5.15)$$

Se reitera que estas razones que miden la actividad no se calculan en el caso práctico presentado, ya que implicarían sólo suposiciones acerca de la verdadera actividad futura.

**4. Tasas de rentabilidad** La rentabilidad es el resultado neto de un gran número de políticas y decisiones. En realidad, las tasas de este tipo revelan cuán efectivamente se administra la empresa.

a) *Tasa de margen de beneficio sobre ventas* Se calcula dividiendo el ingreso neto después de impuestos entre las ventas. En realidad, tanto el ingreso neto como las ventas son una corriente de flujos de efectivo a lo largo de un periodo de un año y aquí está implícita la suposición de que ambas se dan en un mismo momento. Como la división se efectúa en ese instante y no hay traslación de flujos a otros periodos, no es necesario considerar tasas de interés. Un valor promedio aceptado en la industria es de entre 5 y 10%. Su fórmula es:

$$\text{Tasa de margen de beneficio} = \frac{\text{utilidad neta después de pagar impuestos}}{\text{ventas totales anuales}} \quad (5.16)$$

b) *Rendimiento sobre activos totales* Se obtiene dividiendo la utilidad neta libre de impuestos entre los activos totales. Este cálculo es uno de los más controvertidos. Se pregunta qué valor se dará a los activos para validar la división con una cantidad de dinero que se da en el futuro, como en la utilidad. Todos los textos existentes sobre el tema no mencionan ni señalan que deba considerarse una tasa de interés para obtener la cantidad equivalente de cualquiera de las cantidades y dividir las en forma válida. Ya se vio en la sección “Métodos de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo” en la página 181, que no vale lo mismo una unidad monetaria el día de hoy que el valor que tendría esa unidad monetaria dentro de un año, y que no se pueden dividir las cantidades sin que intervenga una tasa de interés que las haga equivalentes. La tasa de rendimiento sobre activos totales viola este principio y por eso da lugar a controversias. Se sugiere no obtener esta tasa ni tratar de interpretarla, ya que puede ocasionar decisiones inadecuadas.

c) *Tasa de rendimiento sobre el valor neto de la empresa* Es la tasa que mide el rendimiento sobre la inversión de los accionistas, llamada valor neto o capital. Tiene exactamente la misma desventaja que la tasa anterior, porque el único valor que se le puede dar al capital es el que tiene en términos corrientes o valor de uso de la moneda; sin embargo, este valor se suma algebraicamente al de los años anteriores y se pierde el valor real de la inversión de los accionistas. También se sugiere no calcular esta tasa para no dar lugar a malas interpretaciones en los resultados.

Como conclusión acerca del uso de las razones financieras, se deduce que mientras no deba tomarse en cuenta una tasa de interés es útil y válido usar las razones financieras. Para medir el rendimiento sobre la inversión se sugiere no utilizar este tipo de métodos y, en cambio, recurrir a los que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo.

## Análisis de sensibilidad

Se denomina análisis de sensibilidad (*AS*) al procedimiento por medio del cual se puede determinar cuánto se afecta (cuán sensible es) la *TIR* ante cambios en determinadas variables del proyecto.

El proyecto tiene una gran cantidad de variables, como son los costos totales, divididos como se muestra en un estado de resultados, ingresos, volumen de producción, tasa y cantidad de financiamiento, etc. El *AS* no está encaminado a modificar cada una de estas variables para observar su efecto sobre la *TIR*. De hecho, hay variables que al modificarse afectan automáticamente a las demás o su cambio puede ser compensado de inmediato. Por ejemplo,

no sería un buen *AS* modificar el precio de la materia prima y ver su efecto sobre la *TIR* ni alterar alguno de los costos de producción, administración o ventas en forma aislada para observar ese cambio. Con cierta frecuencia se informa que el precio de determinado artículo ha subido como consecuencia de que lo hizo el precio de sus insumos (mano de obra, materias primas, combustible, etc.). El productor compensa de inmediato ese aumento en sus costos incrementando, a su vez, el precio de venta de sus productos, para mantener el margen de utilidad acostumbrado.

Recuerde que si no hay financiamiento se puede trabajar y evaluar un proyecto con *FNE* constantes, es decir, con inflación cero, lo cual haría innecesario considerar variaciones sobre cualquier costo. En segundo lugar, las estimaciones hechas son anuales. A lo largo de un año, al menos en los momentos actuales y en países en vías de desarrollo, como México, se suceden aumentos en toda clase de insumos, y lo más conveniente es tomar promedios generales de inflación y no aumentos parciales en cada insumo y en periodos menores de un año, pues esto llevaría a nada en un análisis de sensibilidad.

Entonces, como primera recomendación, se menciona que es inútil hacer *AS* sobre insumos individuales, ya que sus aumentos de precios nunca se dan aislados. Al final de un año el aumento siempre es general y no único.

Si se desea hacer un *AS* de los efectos inflacionarios sobre la *TIR*, considere promedios de inflación anuales y aplicados sobre todos los insumos. Sin embargo, ya se ha demostrado que un proyecto será aceptado considerando inflación cero (*FNE* constantes) o efectos inflacionarios (con *FNE* inflados) si se sabe interpretar directamente el resultado. En lo que se refiere al porcentaje que se aplicará a los flujos inflados, éste se calculará con base en el cambio más probable que tenga la inflación, y no sobre una gama de porcentajes que de nada servirían en el *AS*.

A pesar de lo anterior, hay variables que están fuera del control del empresario, y sobre ellas sí es necesario practicar un *AS*. La primera de estas variables es el volumen de producción que afectaría directamente los ingresos. No se habla del precio del producto, que sí depende del empresario y puede compensar de inmediato cualquier aumento en los costos, con sólo aumentar el precio de venta, siempre y cuando se trate de productos con precio no controlado por el gobierno.

Los pronósticos de venta han sido calculados ajustando una serie de datos históricos, obteniendo una ecuación que permite pronosticar cuál será el futuro volumen de ventas. Como se puede observar en el estudio de mercado, el análisis se hizo con tres variables, considerando a la tercera de ellas como el PIB, que fue el que dio mayor correlación en el ajuste.

Sin embargo, el hecho de hacer este pronóstico no implica necesariamente que así vaya a suceder. Suponga que se deteriora aún más la situación del país y se cae en una atonía económica. Esto haría que bajara muchísimo la actividad industrial, que el PIB pronosticado no se diera y que el producto del proyecto presentado, que son mermeladas de fresa, no se vendiera en el volumen esperado, pues es un producto netamente de consumo final. El *AS* estaría encaminado a determinar cuál sería el volumen mínimo de ventas que debería tener la empresa para ser económicamente rentable.

Otro factor que queda fuera del control del empresario es el nivel de financiamiento y la tasa de interés de éste, que, como ya se vio, afecta los *FNE* y, por tanto, la *TIR*. De este modo, sería interesante observar las variaciones de la *TIR* ante variaciones dadas del nivel y la tasa de financiamiento.

Ambas situaciones, cambio en el nivel de ventas e influencia del financiamiento sobre la *TIR*, son objeto de un análisis de sensibilidad en el caso práctico que se presenta al final de este capítulo.

## CASO PRÁCTICO Evaluación económica

### Contenido

*Cálculo del VPN y la TIR con producción constante, sin inflación, sin financiamiento*  
*Cálculo del VPN y la TIR con producción constante, con inflación, sin financiamiento*  
*Cálculo del VPN y la TIR con producción constante, con inflación, con financiamiento*  
*Cálculo del VPN y la TIR con producción variable, sin inflación, con financiamiento*  
*Desarrollo de estrategias de introducción al mercado con base en la rentabilidad obtenida*  
*Conclusiones de la evaluación económica*

### ■ ■ ■ Cálculo del VPN y la TIR con producción constante, sin inflación, sin financiamiento

Para realizar este cálculo se toman los datos del estado de resultados con producción constante, sin inflación, sin financiamiento, que fue el primero que se calculó (vea tabla 4.32). Los datos son los siguientes (en miles de pesos):

Inversión inicial \$5 935. Esta inversión no toma en cuenta el capital de trabajo porque la naturaleza de este último es muy líquida y tanto el VPN como la TIR toman en cuenta el capital comprometido a largo plazo.

Flujo neto de efectivo, años 1 a 5 = \$1 967.

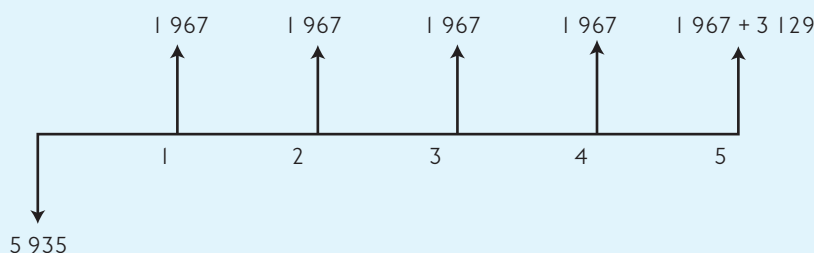
Valor de salvamento de la inversión al final de 5 años = \$3 129. Este dato es el valor fiscal residual de los activos al término de 5 años que es el periodo de análisis del proyecto tomado de la tabla 4.24 de depreciación de los activos.

Con estos datos se construye un diagrama de flujo (vea figura 5.3).

Con una TMAR de 15% el cálculo del VPN es:

$$VPN = -5\,935 + 1\,967 \left[ \frac{(1 + 0.15)^5 - 1}{0.15(1 + 0.15)^5} \right] + \frac{3\,129}{(1 + 0.15)^5} = \$2\,214.35$$

haciendo el VPN = 0 se calcula la TIR, la cual resulta tener un valor de 27.67%.



**Figura 5.3** Diagrama de flujo para la evaluación económica sin inflación, sin financiamiento y con producción constante.

### ■■■ Cálculo del VPN y la TIR con producción constante, con inflación, sin financiamiento

Ahora los datos se toman de la tabla 4.33, estado de resultados con producción constante, con inflación, sin financiamiento. Los datos son los siguientes (en miles de pesos):

Inversión inicial = \$5 935

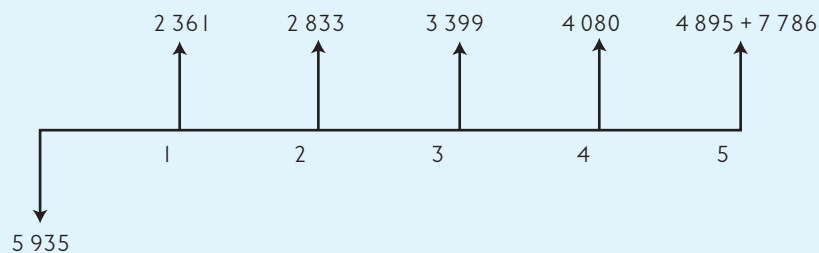
Flujos netos de efectivo (FNE):  $FNE_1 = \$2\,361$ ;  $FNE_2 = \$2\,833$ ;  $FNE_3 = \$3\,399$ ;  $FNE_4 = \$4\,080$ ;  $FNE_5 = \$4\,895$ .

$VS = \$3\,129 (1.2)^5 = \$7\,786$ .

Inflación considerada  $f = 20\%$  anual constante.

$TMAR_{f=20\%} = i + f + if = 0.15 + 0.2 + 0.15(0.2) = 0.38$

Con estos datos se construye el siguiente diagrama de flujo (vea figura 5.4).



**Figura 5.4** Diagrama de flujo de la evaluación económica con inflación, sin financiamiento y con producción constante.

El cálculo del VPN y TIR es:

$$VPN = -5\,935 + \frac{2\,361}{(1 + 0.38)^1} + \frac{2\,833}{(1 + 0.38)^2} + \frac{3\,399}{(1 + 0.38)^3} + \frac{4\,080}{(1 + 0.38)^4} + \frac{4\,895 + 7\,786}{(1 + 0.38)^5} = \$2\,215$$

en realidad, los valores del VPN considerando y sin considerar inflación deben ser idénticos. En este caso no resultaron idénticos debido al redondeo de cifras que se viene haciendo desde el estado de resultados.<sup>1</sup> El cálculo de la TIR se obtiene al hacer  $VPN = 0$ , con lo cual se obtiene que la TIR es de 53.21%.

Otra forma de calcular la TIR es:

$$TIR = 12.67 + 38 + 0.2(12.67) = 53.2\%$$

Para una explicación completa consulte la misma bibliografía de la nota 1.

Después de obtener estos dos resultados, se concluye que se debe realizar la inversión, ya que en ambos casos, con y sin considerar inflación, el VPN es positivo e igual a \$2 214.35. La TIR en ambos casos es mayor que la TMAR; sin considerar inflación  $TIR = 27.67\% > TMAR = 15\%$ . Con inflación la  $TIR = 53.2\% > TMAR_{f=20\%} = 38\%$ , por tanto se acepta realizar la inversión.

### ■■■ Cálculo del VPN y la TIR con producción constante, con inflación, con financiamiento

Para este cálculo se toman las cifras del estado de resultados con producción constante, con inflación y con financiamiento, tabla 4.34. Las cifras del estado de resultados deben considerar

<sup>1</sup> Para una explicación y demostración completa sobre el hecho de que el VPN con y sin inflación arrojan resultados numéricos idénticos vea: Baca, Gabriel, *Fundamentos de ingeniería económica*, McGraw-Hill, México, 2007.



**Tabla 5.3 Costos que permanecen fijos, independientemente de la cantidad producida**

Otros materiales	\$51 500
Mano de obra indirecta	183 600
Mantenimiento	131 990
Depreciación	443 490
Control de calidad	32 800
Costo de ventas	1 020 930
Costo de administración	453 060

la inflación, ya que la tasa del financiamiento solicitado ya tiene considerada la inflación. Sería un error elaborar un estado de resultados sin considerar la inflación, pero que sí considerara un financiamiento. Las cifras son las siguientes:

Inversión inicial = \$4 435 000. Esta cifra se obtuvo al restar a la inversión total el financiamiento:  $5\,935\,000 - 1\,500\,000 = \$4\,435\,000$ . Esto es así porque el VPN y la TIR consideran como inversión sólo al desembolso neto de los inversionistas. Si se tomara como inversión inicial a los \$5 935 000, entonces se estaría considerando dos veces a los \$1 500 (miles), hay que recordar que en el estado de resultados con financiamiento existe un rubro llamado pago de capital que suma exactamente \$1 500 (miles).

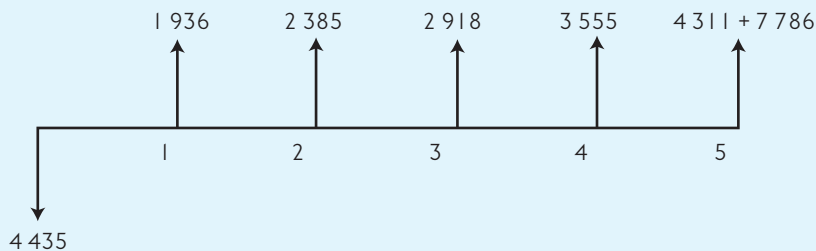
Flujos netos de efectivo en miles:  $FNE_1 = \$1\,936$ ;  $FNE_2 = \$2\,385$ ;  $FNE_3 = \$2\,918$ ;  $FNE_4 = \$3\,555$ ;  $FNE_5 = \$4\,311$ .

Valor de salvamento =  $3\,129 (1.2)^5 = \$7\,786$ .

La TMAR que se debe considerar con financiamiento se llama TMAR mixta, debido a que ahora se tiene una mezcla de dos capitales para realizar la inversión inicial: el capital de los accionistas, que tiene un valor de 38% con inflación, y el de la institución financiera que tiene una tasa de ganancia (interés que cobra por el préstamo) de 34% anual. La TMAR mixta se calcula como un promedio ponderado de los costos de capital:

$$TMR \text{ mixta} = \frac{1\,500}{5\,935}(0.34) + \frac{4\,435}{5\,935}(0.38) = 0.36989$$

Con estos datos se construye la figura 5.5.



**Figura 5.5** Diagrama de flujo para la evaluación económica con inflación, financiamiento y producción constante.

Ahora se calcula el VPN:

$$VPN = -4\,435 + \frac{1\,936}{(1.3698)^1} + \frac{2\,385}{(1.3698)^2} + \frac{2\,918}{(1.3698)^3} + \frac{3\,555}{(1.3698)^4} + \frac{4\,311 + 7\,786}{(1.3698)^5} = \$2\,901.27$$

La *TIR* obtenida cuando el  $VPN = 0$  es  $TIR = 61.43\%$ . Se observa la conveniencia de solicitar el financiamiento por \$1 500 000, ya que tanto el *VPN* como la *TIR* son superiores a los valores obtenidos sin financiamiento. Esto es lógico, ya que el uso de este dinero significa utilizar dinero más barato, puesto que mientras el préstamo tiene un costo de 34% anual, la empresa puede generar ganancias a una tasa de 38% anual.

### ■■■ Cálculo del *VPN* y la *TIR* con producción variable, sin inflación, con financiamiento

La empresa se programó para trabajar al inicio con un solo turno, y aun así presenta rentabilidad económica, es decir, con 33% de la capacidad instalada ya es conveniente, desde el punto de vista económico, instalar y operar la planta. Ahora se hará un cálculo utilizando el 66% de la capacidad instalada, lo cual significará trabajar dos turnos completos.

El análisis se efectúa sin considerar inflación, ya que se ha demostrado que se obtienen resultados numéricos idénticos con y sin considerar inflación y, en definitiva, hacer cálculos sin inflación es mucho más sencillo.

En esta determinación no todos los costos varían proporcionalmente con el nivel de producción, es decir, existen costos que no cambiarán, sin importar la cantidad producida. Esto requiere realizar una clasificación de costos (tabla 5.3).

Se observará que el costo de ventas es mayor que el de un solo turno de trabajo. Esto obedece a que en el costo de ventas se encuentran comisiones por ventas, que es 0.5% del total de las ventas; como ahora se producirá y venderá el doble, esta comisión también se duplica y a esto obedece el que se incremente el costo de ventas, para dar un total de costos fijos de \$2 317 370. Esta determinación no es totalmente exacta, puesto que también se elevaría el gasto del combustible para reparto, tal vez se tendría que contratar a un jefe de turno para el segundo turno de trabajo, etc.; es decir, será necesario hacer una serie de pequeños ajustes a los presupuestos de costos, pero con poco efecto para el costo total, que para un solo turno fue de \$23.6 millones de pesos.

Los demás rubros de costos de producción prácticamente se duplicarán pues, como se observa, son directamente proporcionales a la cantidad producida. La cantidad monetaria se calcula multiplicando por dos los costos de un solo turno de materia prima, envases y embalajes, energía eléctrica, agua, combustible y mano de obra directa, lo cual resulta ser de \$42 972 050.

Por tanto, el costo total para elaborar el doble de producción sería:

$$42\,972\,050 + 2\,317\,370 = \$45\,289\,420$$

Los ingresos también se duplicarían alcanzando la cifra de:

$$26\,502\,000 \times 2 = \$53\,004\,000$$

Con estos datos se construye un nuevo estado de resultados. Suponga que se trabajan dos turnos sólo en los años 4 y 5, de manera que en los años 1, 2 y 3 se mantenga operando un solo turno de trabajo. El estado de resultados sería el siguiente, expresado y redondeado a miles de pesos, para una producción anual de 1 050 y 2 100 toneladas anuales respectivamente (tabla 5.4).

Con estos datos se puede construir el siguiente diagrama de flujo (figura 5.6).

Con una  $TMAR = 15\%$  se calcula el *VPN* y la *TIR*.

$$VPN = -5\,935 + \frac{1\,967}{(1.15)^1} + \frac{1\,967}{(1.15)^2} + \frac{1\,967}{(1.15)^3} + \frac{4\,531}{(1.15)^4} + \frac{4\,531 + 7\,786}{(1.15)^5} = \$7\,240.44$$

y para la *TIR* se obtiene un valor de 44.61%.

Este resultado era de esperarse, ya que sin inversión adicional, se utiliza al doble la capacidad utilizada con un solo turno y la rentabilidad económica se eleva enormemente.

Años	1 a 3	4 y 5
+ Ingreso	26 502	53 004
– Costos totales	23 626	45 289
= Utilidad antes de impuestos	2 876	7 715
– Impuestos 47%	1 352	3 626
= Utilidad después de impuestos	1 524	4 089
+ Depreciación	443	443
= Flujo de efectivo	1 967	4 531

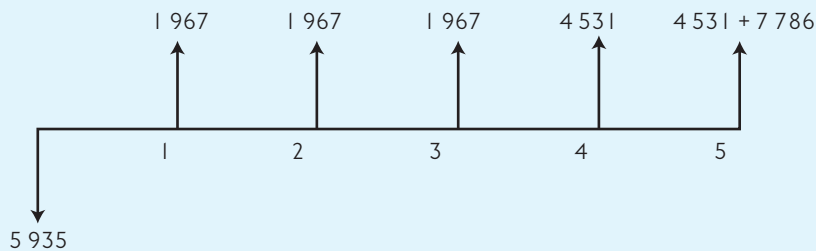


Figura 5.6 Diagrama de flujo para la evaluación económica sin inflación, financiamiento y producción constante.

### Desarrollo de estrategias de introducción al mercado con base en la rentabilidad obtenida

Suponga que la empresa elaboradora de mermeladas, ya con todos los análisis presentados, hubiera llegado a la conclusión de que, si bien es cierto que hay una demanda potencial insatisfecha para el producto, éste no se va a vender solo. A pesar de que se ha asignado un presupuesto de \$200 000 para publicidad (vea tabla 4.16), ahora se está planeando una estrategia de penetración al mercado con base en un precio más competitivo. La pregunta obvia es ¿cuál puede ser el precio por debajo de \$12.62 por unidad, para mantener el mínimo de rentabilidad?

La idea básica es, por supuesto, bajar el precio sin reducir la rentabilidad. Para empezar el análisis es necesario profundizar en conceptos básicos. Primero la *TMAR* (tasa mínima aceptable de rendimiento), de la que en la página 168 se mostraron de forma somera las bases para su determinación.

La *TMAR* tiene ese nombre porque implica que si se gana al menos esa tasa, el inversionista deberá invertir. En el caso de la empresa elaboradora de mermeladas, la *TIR* resultó ser de 27.67% (vea página 186), que es superior a la *TMAR* de 15% y, por tanto, se acepta invertir; sin embargo, aunque la *TIR* hubiera sido de sólo 15%, lo cual la haría exactamente igual a la *TMAR*, la decisión también sería invertir, porque se estaría ganando lo mínimo aceptable. Si la inversión ofrece un rendimiento muy superior respecto de la *TMAR*, tanto mejor, pero en teoría, si al menos  $TIR = TMAR$ , se deberá invertir, por esta razón la tasa de ganancia es la mínima aceptable.

Por otro lado, también se demostró que determinar la rentabilidad económica de una inversión por medio del *VPN* (valor presente neto), sin tomar en consideración la inflación, o tomándola en cuenta, sin importar el valor de la inflación, genera exactamente el mismo resultado numérico, por tanto, el método del *VPN* permite tomar decisiones, independientemente de la inflación que ocurra en la economía de un país en el futuro, pero con una condición: el nivel de ventas no va a variar en el futuro.

Si se aceptan las declaraciones anteriores, entonces el siguiente paso es determinar cuál es el precio mínimo, al que se pueden vender 2.1 millones de unidades de producto al año, para que la inversión aún siga siendo rentable. Con el mismo procedimiento utilizado para calcular

**Tabla 5.5 Basada en Tabla 4.32  
(cantidades monetarias en miles)**

Concepto	Años 1 a 5
Unidades vendidas por año	2 100 000
+ Ingresos X	
– Costo de producción	22 329
– Costo de administración	453
– Costo de ventas	844
= Utilidad gravable	1 629.09
– Impuestos 47%	765.67
= Utilidad después de impuestos	863.42
+ Depreciación	443
= Flujo neto de efectivo	1 306.42

la rentabilidad en la página 186 y, desde luego, con los mismos datos, se iguala el  $VPN = 0$ , ya que cuando el  $VPN$  es igual a cero, se está ganando exactamente la  $TMAR$ , que es el mínimo de rentabilidad que solicita el inversionista. Los datos son:

Inversión inicial = \$5 935 miles  
 Flujo neto de efectivo anual = \$1 967 miles  
 Valor de salvamento  $VS = \$3 129$  miles  
 $TMAR = 15\%$

$$VPN = 0 = -5\,395 + X \left[ \frac{(1.15)^5 - 1}{0.15(1.15)^5} \right] + \frac{3\,129}{(1.15)^5}$$

Como se observa, se pretende calcular el  $FNE$  mínimo para tener el mínimo de rentabilidad. Al resolver la ecuación anterior se obtiene que  $X = \$1\,306.42$  miles. Con este dato se utiliza la tabla 4.32 modificada. En ella se deja como incógnita a los ingresos, se anota el flujo de efectivo mínimo que se debe ganar. Los datos de costos de producción, administración y ventas son los mismos, ya que se van a seguir produciendo 2.1 millones de unidades de producto al año.

Al calcular  $X = 25\,255.09$ , que en unidades monetarias, ya sin expresarlas en miles, corresponde a \$25 255 090 de ingresos mínimos para ganar el mínimo de rentabilidad. Si se producen 2.1 millones de unidades por año, entonces el precio unitario mínimo sería de \$12 026, lo cual hace una diferencia de \$0.59 respecto al precio anterior que era de \$12.62.

Planteamiento de estrategias.

1. La primera y obvia estrategia es vender el producto \$0.59 más barato y acordar con los distribuidores y detallistas esta disminución de precio. Los \$200 000 asignados a publicidad podrían enfocarse a esta disminución de precio, lo cual, sin duda, haría más competitivo al producto, esperando ganar un poco de mercado extra.
2. Si es posible vender el producto a \$12.62 por unidad, pero se ha calculado que con un precio de venta de \$12.026 es suficiente para ganar la rentabilidad mínima de 15% anual sobre la inversión, entonces otra estrategia es seguir vendiendo a \$12.62 y tomar la diferencia de precio  $\$0.59 \times 2\,100\,000 = \$1\,239\,000$  para promociones. Por ejemplo, se puede hacer una campaña de degustación en tiendas de autoservicio o en hospitales (recuerde que se está elaborando mermelada para diabéticos), a fin de dar a conocer el producto y elevar sus ventas. Este dinero se gastaría en forma adicional a los \$200 000 que ya están asignados para publicidad.
3. Seguir vendiendo el producto a \$12.62 por unidad y tomar el excedente de \$1 239 000 para promover el producto por otros medios, sobre todo en la televisión que es un medio muy caro pero efectivo para la publicidad.

Observe que estas estrategias están basadas en que se producen y venden 2.1 millones de unidades por año. En el apartado “Nivel mínimo de ventas en que el proyecto aún es rentable. Riesgo tecnológico”, se determina que vendiendo cada unidad a \$12.62 se podrían producir y vender 780 ton de producto, 1 560 000 unidades anuales para obtener el mínimo de rentabilidad de 15%. Con estos datos se puede fijar más claramente una estrategia.

Hay un rango de precio unitario de venta sobre el que puede oscilar el producto, que es entre \$12.62 y \$12.026. Si se vendieran 2.1 millones de unidades al año, el precio podría ser \$12.026, pero si la venta disminuyera, sobre todo al principio, cuando la nueva planta inicia operaciones, el precio podría ser un poco mayor, dado que la introducción al mercado siempre es lenta para nuevos productos. Ahora la pregunta sería ¿cuál es el precio que se debe asignar y el momento preciso para hacerlo?

Con un enfoque simplista del problema y en el supuesto de que las ventas son constantes, es decir, no tienen fluctuaciones estacionales, se puede decir que si la meta es vender 2.1 millones de unidades al año, entonces se deben vender, en promedio, 175 000 unidades al mes y unas 40 400 unidades a la semana. Una vez que transcurran varias semanas o meses de venta, se haría la comparación entre la venta planeada teóricamente y la venta real. De acuerdo con la diferencia obtenida, que puede ser positiva o negativa, será el precio asignado, aunque podría parecer que hay una contradicción. Mientras más se vende es posible disminuir más el precio, y si no se vende mucho, entonces no es posible disminuir el precio, pues disminuye la rentabilidad.

Precisamente, la visión estratégica se relaciona con este tipo de decisiones. Suponga que han transcurrido 6 meses de venta del primer año de operación y que sólo se han vendido 700 000 unidades. Si se ha vendido cada unidad en \$12.62, entonces se deberían haber vendido a los 6 meses un total de 780 000 unidades, de forma que se tienen otros seis meses como máximo para vender la cuota normal de 6 meses más 80 000 unidades extras, de forma que habrá que revisar los medios de publicidad empleados, cuota de venta por vendedor, pensar en contratar a otro gerente de ventas, etc. Pero si el producto se ha vendido a \$12.026 la unidad, entonces la cuota de ventas que se tendría que haber alcanzado es 1.05 millones de unidades, en cuyo caso, no sólo se tendrían que revisar los puntos mencionados, sino cuestionar seriamente los medios utilizados para la promoción del producto, y la efectividad de cada uno de ellos, ya que el diferencial de precio se supone que se ha empleado exclusivamente para promoción, incluso se puede pensar en nuevas formas de vender el producto, por ejemplo, mediante tecnologías como e-commerce, o expandir el área de mercado a ciudades mucho más alejadas.

### ■■■ Conclusiones de la evaluación económica

Es muy conveniente invertir en una empresa elaboradora de mermelada de fresa bajo la directriz que está marcando el presente estudio. Al trabajar un solo turno de ocho horas diarias, la inversión presenta una rentabilidad económica aceptable, ya que el  $VPN > 0$  y la  $TIR > TMAR$ . Al solicitar un financiamiento de 25.27% del capital total, equivalente a \$1 500 000, la rentabilidad económica se eleva, por lo que es recomendable solicitar el financiamiento, aunque existe el indicador contable *número de veces que se gana el interés* con un valor de 6.76 que no llega al mínimo que solicitan las instituciones financieras que es de 7, por lo que parece difícil que se obtenga este financiamiento. Probablemente disminuyendo el financiamiento unos \$100 000 se cumpla con la exigencia en el valor del *número de veces que se gane el interés*.

Por otro lado, elevar la producción laborando dos turnos de trabajo elevaría enormemente la rentabilidad económica, por lo que se recomienda este incremento en la producción en la medida en que lo permitan las condiciones del mercado.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> El contenido del ejemplo que aparece en este capítulo es producto del Proyecto de Investigación DEPI1970185.

## Preguntas y problemas

1. Si un proyecto se evalúa por medio de la *TIR*, con *FNE* constantes y con *FNE* inflados, señale cómo se debe reinterpretar el valor obtenido de la *TIR* en cada caso.
2. ¿Cuáles son las restricciones para evaluar un proyecto con *FNE* constantes?
3. Mencione por qué debe sumarse el valor de salvamento a los *FNE* cuando se evalúa un proyecto.
4. ¿En qué casos debe emplearse el *VPN* y en qué casos la *TIR*, como métodos para evaluar un proyecto?
5. Diga cómo se afecta el valor de la *TIR* si existe un financiamiento externo.
6. Si se pronostica que en las operaciones futuras de la empresa habrá una pérdida en el año 2, con lo cual su *FNE* se volvería negativo en ese año, ¿este hecho afecta el cálculo de la *TIR*?
7. ¿Por qué es válido que algunas razones financieras se obtengan sin tomar en cuenta el valor del dinero a través del tiempo?
8. ¿Por qué es erróneo calcular el rendimiento sobre la inversión por medio de las razones financieras?
9. ¿Cómo se lleva a cabo un análisis de sensibilidad sobre la *TIR* de un proyecto?
10. ¿Sobre qué variables del proyecto se recomendaría realizar un análisis de sensibilidad y por qué?
11. Mencione cuál es la principal aplicación de los métodos de evaluación relación *B/C* y costo anual.
12. Con las cifras y resultados obtenidos en el problema 20 del capítulo 4 calcule:
  - a) El *VPN* y la *TIR* con producción constante, sin inflación y sin financiamiento.
  - b) El *VPN* y la *TIR* con producción constante, con inflación y sin financiamiento.
  - c) El *VPN* y la *TIR* con producción constante, con inflación y con financiamiento.

## Bibliografía

- Anthony, Robert N., *La contabilidad en la administración de empresas*. Textos y casos, UTEHA, México, 1974.
- Au, Tung y Au, Thomas, *Engineering Economics for Capital Investment Analysis*, Allyn and Bacon, Boston, Estados Unidos, 1983.
- Fabrycky, W. J. y Thuesen, G. J., *Decisiones económicas, análisis y proyectos*, Prentice Hall Int., Colombia, 1981.
- López Léautaud, José, *Evaluación económica*, McGraw-Hill, México, 1975.
- Newman, G. Donald, *Engineering Economic Analysis*, 2a. ed., McGraw-Hill, San José California, 1983.
- Riggs, L. James, *Ingeniería económica*, RSI, México, 1977.
- Sapag, N. y Sapag, R., *Fundamentos de preparación y evaluación de proyectos*, McGraw-Hill, Santiago de Chile, 1985.
- Schroeder, G. Roger, *Operations Management, Decision Making in the Operations Function*, McGraw-Hill, Minnesota, 1985.
- Sepúlveda, J. Souder, W. y Gottfried, B., *Ingeniería económica*, Serie Schaum, McGraw-Hill, México, 1985.

Taylor, A. George, *Ingeniería económica*, Limusa, México, 1970.

Thuesen G. J. y Fabrycky, W. J., *Engineering Economy*, 6a. ed., Prentice Hall Int., Estados Unidos, 1984.

Weston, J. Fred y Brigham, F. Eugene, *Managerial Finance*, 6a. ed., The Dryden Press, Hinsdale, Illinois, 1978.

William, J. Baumol, *Teoría económica y análisis de operaciones*, Prentice Hall Int., New Jersey, 1980.







## CAPÍTULO 6

# Análisis y administración del riesgo

### OBJETIVO GENERAL

Al concluir el estudio de este capítulo el alumno aplicará los conceptos de análisis de riesgo en proyectos de inversión.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar** el concepto de administración del riesgo en proyectos de inversión.
- Demostrar** que, con y sin el concepto de inflación monetaria, se tienen resultados similares en la evaluación económica.
- Señalar** cuál es la base del método de administración del riesgo.
- Explicar** las ventajas del método propuesto sobre los métodos de análisis del riesgo hasta ahora conocidos.

## ENFOQUE EN COMPETENCIAS

### Análisis de datos duros y blandos, creatividad e innovación

Esta parte del método de evaluación de proyectos mide el riesgo de la inversión. Tal vez el riesgo más evidente sea que las cosas no salgan tal y como fueron planeadas, pero sucede que dentro de las cuatro partes que conforman el estudio de la evaluación de un proyecto se identifican cuatro tipos de riesgo. El primero es el **riesgo de mercado**, que consiste en que la demanda potencial insatisfecha calculada no sea de esa magnitud o que sea mucho más difícil de penetrar en el mercado de lo que se pensó en un principio, a pesar de las estrategias adoptadas.

El segundo riesgo evidente es que la **tecnología en uso no haya sido realmente optimizada**, por lo que se pueden encontrar equipos subutilizados o cuellos de botella en algunos procesos. El tercer riesgo es que los **costos y la inversión calculada** no resulten en la realidad, igual o al menos similares, a la magnitud previamente determinada sino que resultan mayores, y de ser así, el precio de venta del producto o se modifica elevándolo o bien se mantiene igual pero las ganancias disminuyen. El cuarto riesgo es una consecuencia de lo anterior y resulta en obtener una **rentabilidad económica menor a la esperada**.

Observe que el factor humano juega un papel crucial en todas las determinaciones. Quizá se calculó mal la demanda potencial insatisfecha, o se calculó bien pero al momento en que la empresa quiere cubrir ese segmento del mercado, no lo hace correctamente, lo cual podría atribuirse a un mal desempeño del director o del gerente de ventas. En el *estudio técnico* parece que hay más propensión a cometer errores humanos, ya que la mayoría de las técnicas empleadas en este capítulo son técnicas de ingeniería para la optimización del uso de recursos, y el concepto de optimización es demasiado sutil. Una simple pregunta hace ver esta realidad ¿Cómo se puede comprobar que los principios de distribución de planta han sido óptimamente aplicados en el área productiva de una empresa?

En el *estudio económico* el problema es, aparte de una mala estimación en los costos, que mientras más tiempo tomen los promotores del proyecto en decidir sobre la realización de la inversión, los precios de los activos

fijo y diferido tenderán a cambiar en mayor magnitud, modificando así el monto de la inversión originalmente estimada y, por último, todos estos factores afectarán la rentabilidad económica que es el último riesgo.

Esta parte del estudio trata sobre el riesgo, al cual algunos autores han dicho que es más un estado de la mente que una medición en sí misma, por esta razón las competencias necesarias aquí son *análisis de datos duros y blandos, creatividad e innovación*.

El análisis de datos duros es evidente, pero aquí es muy importante el *análisis de datos blandos*, esto es, tratar de percibir algún riesgo desde el mismo estudio del mercado, tratar de percibir si la optimización de todas las actividades de la planta tiene lógica y los resultados son razonables, analizar si los resultados obtenidos de la rentabilidad económica son concordantes con el tipo de actividad productiva que desarrollará la empresa, más allá de los resultados numéricos. Como toda competencia superior, el *análisis de datos blandos* sólo se obtiene con mucha experiencia.

El método de medición del riesgo que aquí se propone incorpora al *mercado*, al hacer variar el índice de rentabilidad respecto de una variación en la cantidad de producto vendida. También incorpora el factor *tecnológico*, pues de llegarse a detectar una pendiente muy elevada en una gráfica como la 6.1, indicaría un mal uso de la tecnología. Las competencias de *creatividad e innovación* no se necesitan para hacer este análisis sino para que, en caso de que los resultados de cualquier parte del estudio no sean del todo satisfactorios, se aplique esta competencia superior para resolver el problema, sobre todo cuando se desea elaborar un producto que ya elaboran otras empresas y del cual obtienen ganancias aceptables, y los resultados del proyecto muestran una baja o nula rentabilidad económica, en cuyo caso será necesario detectar exactamente dónde está el problema y tener la capacidad de innovación suficiente para realizar las modificaciones pertinentes a fin de elaborar con éxito el producto y, desde luego, tener la creatividad suficiente para disminuir e incluso eliminar todos los riesgos detectados.

## Objetivos y generalidades del análisis y administración del riesgo

Los objetivos del análisis y administración del riesgo en un proyecto de inversión son los siguientes:

- Determinar, con alguna medida cuantitativa, cuál es el riesgo al realizar determinada inversión monetaria.
- Administrar el riesgo de tal forma que pueda prevenirse la bancarrota de una empresa.

### Generalidades

En el año 2008 el mundo tuvo una nueva crisis económica provocada por muchos factores. Todos los países, incluso los desarrollados, sufrieron los efectos de esta crisis originada en Estados Unidos, y de acuerdo a los expertos, esta crisis fue similar en magnitud a aquella que sufrió Estados Unidos en 1929. La nueva crisis dejó, entre otras cosas, millones de desempleados en todo el mundo.

Con excepción de los siete países desarrollados y tal vez de China, el resto de los países sufrieron las consecuencias de la globalización de los mercados. Fluctuaciones en el precio de materias primas importadas, en las tasas de interés, en la paridad monetaria de las monedas débiles respecto de las monedas fuertes, etcétera.

La evaluación de proyectos propone una metodología general de planeación de la nueva empresa y una serie de prácticas o técnicas para resolver cada una de las partes que constituyen esa metodología general.

Ante la situación antes descrita, tanto investigadores como inversionistas pueden poner en duda, con justificada razón, la validez tanto de una metodología como de los resultados de un estudio de factibilidad, pues si las condiciones económicas bajo las cuales una inversión se declara económicamente rentable cambian drásticamente con el tiempo, es probable que la rentabilidad pronosticada también cambie, y esto implica un determinado riesgo, no considerado ni cuantificado en un estudio de factibilidad.

Con la intención de ahondar sobre estos aspectos nace, en un principio, la inquietud de aplicar los conceptos y técnicas hasta ahora conocidos sobre el riesgo (de las que se hace una breve crítica más adelante), pero al aplicarlos a la realidad se observan resultados teóricamente bien sustentados pero poco prácticos y de aquí surge un nuevo enfoque para el análisis y administración del riesgo, el cual se presenta en esta sección.

Con esto se quiere indicar que en un estudio de factibilidad técnico-económica es imposible trabajar con los pronósticos del gobierno o de cualquier otra fuente. No tiene caso hacerlo, pues la realidad dista mucho de lo pronosticado y esta situación probablemente no varíe mucho en ningún país latinoamericano.

Es evidente que cualquier inversión para producir bienes lleva un riesgo implícito. Este riesgo es menor entre más se conozcan todas las condiciones económicas, de mercado, tecnológicas, etc., que rodean al proyecto. Sin embargo, no se trata únicamente de declarar que un proyecto de inversión es económicamente rentable y con cierto riesgo bajo determinadas condiciones y realizar la inversión; si a corto plazo esas condiciones iniciales cambian, la inversión ya hecha se vuelve económicamente no rentable y la empresa quebrará a los tres o cuatro años de instalada.

El enfoque que aquí se presenta se llama **analítico-administrativo**, porque no sólo cuantifica de cierta forma al riesgo, sino que, mediante su administración, pretende prevenir la quiebra de la inversión hecha, anticipando la situación con el tiempo suficiente para evitarla. Es un intento más que se hace para tratar de ayudar a resolver el problema de la incertidumbre que plantea el futuro, por medio de un

#### método analítico-administrativo

método que no sólo cuantifica al riesgo, sino que, mediante su administración, pretende prevenir la quiebra de la inversión hecha, anticipando la situación con el tiempo suficiente para evitarla

enfoque más práctico que teórico, tratando de resolver un problema, más que enfatizarlo y adoptarlo a un modelo matemático sin aplicaciones prácticas que realmente tengan valor.

La secuencia de presentación de esta parte es la siguiente:

- Crítica de la teoría actual del riesgo y filosofía del nuevo enfoque.
- Método de evaluación económica que elimina el factor inflacionario.
- Nivel mínimo de ventas para el cual el proyecto aún es rentable.
- Enfoque propuesto para abordar y resolver el problema.
- Discusión sobre el enfoque propuesto.

## Crítica de la teoría actual del riesgo

Todas las técnicas que utilizan conceptos probabilísticos suponen que los valores asignados a las probabilidades ya están dados o que se pueden asignar con cierta facilidad. La probabilidad de que ocurra un evento se expresa por medio de un número que representa la probabilidad de ocurrencia, la cual se determina analizando la evidencia disponible relacionada con la ocurrencia del evento. De esta manera, la **probabilidad** puede conceptualizarse como un estado de la mente, porque representa la creencia en la posibilidad de que ocurra determinado evento. Así, esta creencia se convierte en una probabilidad subjetiva y a pesar de esto, la probabilidad es parte integral de la toma de decisiones económicas.

### probabilidad

un estado de la mente, porque representa la creencia en la posibilidad de que ocurra determinado evento

Una de sus aplicaciones más sencillas es la de calcular un valor monetario esperado. Se utiliza mucho cuando se pretende introducir un nuevo producto al mercado.

Para ello se hace un estudio de factibilidad y se calculan los flujos netos de efectivo para tres posibles eventos futuros que son: un aumento en la demanda, que la demanda se mantenga igual y la disminución del valor de la demanda. El valor monetario esperado es  $(\mu) = E[X]$  donde:

$$\mu = P_1X_1 + P_2X_2 + \dots + P_nX_n \quad (6.1)$$

donde  $P_1 + P_2 + \dots + P_n = 1$ , son las probabilidades de ocurrencia de los eventos respectivos  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , esto es, la probabilidad de que se obtengan determinados flujos de efectivo. Estas estimaciones deben basarse en las experiencias pasadas pero, sobre todo, en las proyecciones del futuro de la actividad económica del sector, región o país donde se desarrollará el proyecto.

Una determinación adicional al cálculo de la media o valor esperado es el cálculo de la varianza del evento  $X$ , que se define como el valor esperado de la función  $(X_n - \mu)^2$ , cuyos posibles resultados son:

$$(X_1 - \mu)^2, (X_2 - \mu)^2, \dots, (X_n - \mu)^2$$

con una probabilidad de ocurrencia  $P_1, P_2, \dots, P_n$ , respectivamente. La varianza del evento  $X$  se denota por  $V[X] = \delta^2$  y numéricamente es:

$$\delta^2 = \sum P_i X_i^2 - \mu^2 \quad (6.2)$$

Note que la varianza de un evento incierto puede interpretarse como el promedio ponderado  $(X_1 - \mu)^2, \dots, (X_n - \mu)^2$ . Los valores de:

$$(X_1 - \mu), (X_2 - \mu) \text{ y } (X_n - \mu)$$

representan las desviaciones de los posibles resultados  $X_1, X_2, \dots, X_n$  de la media o valor esperado  $\mu$ . En consecuencia, la varianza  $\delta^2$ , es una medida de la dispersión de los resultados. Si se obtiene raíz de  $\delta^2$ , es decir,  $\delta$ , se le llama desviación estándar y se expresa en las mismas unidades que  $\mu$ . De esta manera es más conveniente medir la dispersión y su valor es:

$$\delta = \sqrt{\sum_{i=1}^n P_i X_i^2 - \mu^2}$$

Éstos, que son los conceptos más utilizados para analizar y medir el riesgo, tienen las siguientes desventajas en su aplicación:

- a) Sólo es útil al comparar  $\Sigma$  para dos o más proyectos, en los que se pueda observar, de entre varias alternativas de inversión, cuál tiene menos dispersión y menor riesgo. Si se obtiene  $\delta$  sólo para un proyecto, el valor en sí dice poco respecto al riesgo que tendrá esa inversión. No hay un límite arriba o abajo del cual sea posible declarar que un proyecto es o no riesgoso.
- b) Aun en el caso de comparar las  $\delta$  para dos o más proyectos de inversión, para que la comparación fuera directa, todos los proyectos bajo análisis deberían tener el mismo monto en la inversión inicial, de lo contrario tendría que realizarse un análisis incremental de evaluación económica, puesto que no se pueden pedir rendimientos monetarios iguales ni riesgos iguales ante inversiones de montos diferentes; lo cual complica aún más el problema.
- c) El cálculo de  $\mu$  y  $\delta$  depende de los valores asignados a las probabilidades y como hasta la fecha no se han podido establecer las bases para su determinación, su asignación sigue siendo subjetiva, de modo que al resultado también se le llama *subjetivo*.
- d) La teoría normalmente considera tres estados de la naturaleza que son: economía en expansión o de ventas altas, economía estable o de ventas normales y economía en descenso o de ventas bajas; pero no declara en forma precisa o directa cuándo y con base en qué concepto o valor, debe considerarse que una economía está entrando en tales estados.

Otro enfoque para el análisis del riesgo es el **método Monte Carlo** que, de hecho, es una clase de simulación para tomar decisiones en la cual las distribuciones de probabilidad describen ciertos elementos económicos. Este método utiliza las distribuciones, que pueden ser empíricas o teóricas, para generar resultados aleatorios, los cuales, a su vez, se combinan con los resultados técnico-económicos de un estudio de factibilidad para tomar decisiones respecto al proyecto. Mientras más simulaciones se efectúen, se espera que el resultado sea más confiable, aunque esto no es totalmente cierto.

#### método Monte Carlo

simulación para tomar decisiones, en la cual las distribuciones de probabilidad describen ciertos elementos económicos

El método de **árboles de decisión** es otro enfoque por medio del cual es posible realizar un análisis de cómo las decisiones tomadas en el presente afectan o pueden afectar las decisiones en un futuro, ya que muchas decisiones tomadas en el presente no consideran las consecuencias a largo plazo, por lo que se utiliza cuando es importante considerar las secuencias de decisión y se conocen las probabilidades de que sucedan en el futuro los eventos bajo análisis. Estos árboles de decisión se construyen, por ejemplo, a partir de tres situaciones u opciones mutuamente excluyentes a seleccionar. De cada una de estas opciones se generan, a su vez, otras dos o tres opciones. Suponga que se tienen las opciones de construir una planta productora de cierto alimento envasado en tamaños catalogados como planta pequeña, mediana o grande; para cada opción existe la posibilidad de que la demanda del producto sea alta, regular o baja. Con estos datos se calculan tanto inversiones como ganancias probables, según los nueve resultados probables que son: planta pequeña con demanda alta, regular o baja; planta mediana con demanda alta, regular o baja, y planta grande con demanda alta, regular o baja. Se hace una evaluación económica de cada resultado y se asigna una probabilidad de que ocurra cada resultado. Se obtendrán tres valores esperados, uno por cada tamaño de planta y se construirá la planta con aquel tamaño que haya dado el mayor valor esperado. El método puede complicarse si de cada punto de decisión o nodo se generan nuevas ramificaciones y hasta se han desarrollado técnicas, como el *rolling back* que, obediendo ciertas reglas, logran tomar la decisión óptima, a pesar de lo complicado que pueda ser un árbol.

#### árboles de decisión

análisis de cómo las decisiones tomadas en el presente afectan o pueden afectar las decisiones en un futuro, ya que muchas decisiones tomadas en el presente no consideran las consecuencias a largo plazo

Éstos son los principales métodos desarrollados cuando es posible asignar valores a las probabilidades de ocurrencia de determinados eventos, aunque la realidad indique que si bien es cierto que los métodos implican el uso de valores de las probabilidades, en la mayoría de las situaciones no se tienen datos válidos para asignar con bases reales valores significativos a esas

probabilidades, por lo que los métodos descritos reducen su aplicación a casos prácticos en situaciones muy limitadas.

Como en este caso se trabaja con probabilidades conocidas, a esta situación se le llama toma de decisiones con certidumbre y bajo riesgo, a diferencia de métodos que no manejan probabilidades. Cuando se utilizan métodos que no manejan probabilidades a la situación se le llama toma de decisiones con incertidumbre y bajo riesgo. Algunos de tales métodos se mencionan a continuación.

#### matriz de pago

genera una serie de opciones que no se excluyen entre sí; para cada opción se dan varios estados o eventos futuros sobre los cuales quien toma la decisión no tiene control

#### regla de Laplace

deduce que cada uno de los posibles eventos tiene la misma probabilidad de ocurrir que los demás

**Matriz de pago**, se construye generando una serie de opciones que no necesariamente se excluyen entre sí; para cada opción se dan varios estados o eventos futuros sobre los cuales quien toma la decisión no tiene control. De esta manera, la matriz da por resultado los pagos o ganancias de cada alternativa contra cada evento futuro.

Otra forma de abordar el problema es seguir la **regla de Laplace**. Cuando por falta de datos no se desea asignar un valor a las probabilidades de ocurrencia de los eventos bajo estudio, se puede razonar o deducir que cada uno de los posibles eventos tiene la misma probabilidad de ocurrir que los demás o que no hay por qué suponer que un evento es más probable que otro. A esto se le llama el principio de Laplace o principio de razón insuficiente, basado en la filosofía de que la naturaleza se comporta de manera indiferente. Con este razonamiento, la probabilidad de ocurrencia de cada estado es  $1/n$ , donde  $n$  es el número de posibles eventos.

Además, existen otros métodos que no distan mucho de los mencionados, como las reglas Maximín y Maximáx, la regla de Hurwicz, la regla de arrepentimiento Minimáx, etc., que se han desarrollado más como curiosidades metodológicas que como procedimientos de aplicación general y cuya aplicación, de hecho, es muy limitada.

Ante esta situación poco halagadora de abordar la certidumbre con datos sin base y con riesgo y la incertidumbre con riesgo en proyectos de inversión, es que se pensó en desarrollar un nuevo enfoque con una filosofía totalmente distinta para abordar el problema.

#### riesgo e incertidumbre

en proyectos de inversión las variables que afectan la rentabilidad de una inversión son, en gran medida, incontrolables, por tanto, es impredecible su comportamiento

Se considera que la causa principal por la que todos los métodos mencionados tratan de resolver el problema del **riesgo e incertidumbre** en proyectos de inversión, es que las variables que afectan la rentabilidad de una inversión son, en gran medida, incontrolables, por tanto, es impredecible su comportamiento.

Suponga dos situaciones muy distintas respecto del tipo de inversionista y lugar donde se puede realizar la inversión. El primer caso es una corporación transnacional que normalmente tiene disponible un portafolio de inversiones, es decir, tiene una serie de opciones de inversión que varían no sólo en monto, sino en tipo de producto y país dónde invertir. Para este tipo de corporaciones puede ser útil, en cierta medida, la teoría expuesta sobre el riesgo, ya que para inversiones en países desarrollados y de economía estable es más fácil que los pronósticos que se hagan sean certeros en el futuro, con sólo pequeñas desviaciones. Pero si esa misma corporación desea invertir en algún país en vías de desarrollo, en específico en Latinoamérica, la situación cambia radicalmente. En este caso el futuro económico de cualquier país es impredecible, pues cuando no se enfrenta a situaciones de inflación galopante, aparecen planes de choque para control económico interno, gobiernos muy corruptos que dan al traste con cualquier plan de desarrollo, etc. Existen, además, en los países en vías de desarrollo presiones externas por parte de los países desarrollados, no sólo en el aspecto económico, como sería bajar el costo de las materias primas, dejar de comprar o vender determinado producto, el manejo especulativo de la deuda externa, etc., sino también la fuerte publicidad que hace cambiar los hábitos alimenticios, la forma de vestir y la forma de vivir dentro del hogar.

Ante este panorama se aprecia que no es fácil desarrollar y emplear una teoría del riesgo de aplicación general. Pero esto no es todo. La segunda situación que debe contemplarse es la que vive el mediano y pequeño inversionista en países en vías de desarrollo; está definitivamente

imposibilitado para crear una empresa en el extranjero y además, la mayoría de las veces no cuenta más que con una opción de inversión, ya sea porque es el único campo que domina, porque instalará sucursales de un pequeño negocio que ya tiene, ampliará una planta que ya tiene o desea lanzar un nuevo producto al mercado desarrollado y fabricado en sus propias instalaciones.

Para este tipo de inversionistas, con una sola opción de inversión, normalmente no funcionan los enfoques expuestos sobre el riesgo, pues de nada le serviría obtener un valor monetario esperado o una desviación estándar, si estos valores nada dicen por sí mismos. Esto, independientemente de que subsista el problema de asignar valores a las probabilidades. Tampoco hay que olvidar que este inversionista se enfrenta a variables incontrolables como inflación galopante, planes de choque económico, corrupción y otras.

## Filosofía del enfoque propuesto

El número de variables que intervienen y pueden afectar la demanda de un producto son, además de muy diversas, poco controlables y, en consecuencia, se pueden predecir con poca exactitud, y se clasifican en situación económica mundial, situación económica interna del país donde se desarrolla el estudio, disposiciones gubernamentales del propio país, comportamiento personal de los consumidores, etcétera.

Ante la imposibilidad de hacer buenos pronósticos es más conveniente no intentar predecir el futuro, sino tratar de evitar, con tiempo suficiente, cualquier situación inconveniente para la empresa.

En la actualidad los enfoques administrativos sobre planeación han cambiado drásticamente. Mientras que en la década de los sesenta era común realizar planeaciones en horizontes de tiempo de diez a quince años, ahora se considera que un año es un plazo de planeación largo y los ajustes y revisiones presupuestales se hacen en tiempos más cortos, debido al ambiente tan cambiante.

Las conocidas etapas del proceso administrativo como planeación, organización, dirección y control, con todas sus ramificaciones, se han dinamizado enormemente con el único objeto de adaptarse y sobrevivir ante un medio muy inestable e impredecible. La nueva filosofía del empresario moderno es precisamente reaccionar no sólo rápido sino de manera acertada ante los cambios frecuentes que se le presentan, lo que dista mucho de las antiguas planeaciones a largo plazo.

Un nuevo enfoque de análisis debe contemplar el hecho real de que, en la actualidad, es inútil hacer planeación o pronósticos a plazos mayores de un año, si al cabo de un tiempo incluso menor, las condiciones han cambiado de tal manera que invalidan las decisiones tomadas.

La declaración fundamental de la **nueva filosofía** es la siguiente: los únicos datos verídicos y confiables son los obtenidos en el presente.

Si se considera que esta aseveración es totalmente válida, significa que los únicos datos que se utilizarán en el nuevo enfoque son los datos recién recabados, lo que implica además que no se trabaja con proyecciones que, como ya se ha comentado, son inseguras y, por tanto, pueden invalidar una decisión tomada.

Esto también implica que, en automático, al no hacer proyecciones ni trabajar con ellas, se eliminan del análisis todas las condiciones futuras y se evita así tomar decisiones basadas en cálculos de condiciones cambiantes.

Por tanto, la filosofía del nuevo enfoque es llevar a cabo el proyecto siempre que las condiciones actuales y conocidas tanto de mercado como tecnológicas y económicas, lo hagan económicamente rentable.

### nueva filosofía

los únicos datos verídicos y confiables son los obtenidos en el presente, además que no se trabaja con proyecciones, por tanto, se eliminan del análisis todas las condiciones futuras y se evita así tomar decisiones basadas en cálculos de condiciones cambiantes

En seguida surge la inquietud de que las condiciones futuras inmediatas pueden cambiar la rentabilidad de la inversión, por lo que no es válido dicho enfoque. Hay que aclarar con detenimiento la situación.

El estudio de mercado debe hacerse lo más completo posible, con proyecciones multivariadas. Si éste es un estudio que, desde un principio, da como resultado que no hay mercado futuro inmediato, la inversión deberá rechazarse de inmediato. Si este estudio demuestra que existe un amplio mercado para el producto, lo que recomienda el nuevo enfoque es no tomar tales proyecciones de mercado para pronosticar ventas e ingresos. La recomendación simple sería llevar a cabo la inversión porque es económicamente rentable, con el mercado actual.

El problema de muchos productos no es exactamente la falta de mercado, ya que la necesidad real de consumo existe. Lo que afecta al consumo es la *disminución del poder adquisitivo del comprador*, quien, a su vez, es afectado por situaciones económicas ajenas a él.

Aquí radica una de las grandes diferencias del nuevo enfoque respecto al enfoque tradicional; mientras que en este último se hacían proyecciones del mercado que, por muy completas que fueran, resultaban incapaces de predecir los cambios económicos nacionales e internacionales a largo plazo pero que, a pesar de esto, se tomaban como base para el cálculo de las ventas o ingresos, el nuevo enfoque hace las mismas proyecciones, pero *sin tomarlas en cuenta para el cálculo de ingresos*, ya que está consciente de la inutilidad de tal acción. Esto es, aunque en teoría existía demanda, en la realidad no la hay por causas ajenas al consumidor, aunque sí existe la necesidad del producto y, por tanto, no se toman en cuenta las proyecciones teóricas.

Si no se considera el futuro, es cuestionable el cómo afecta este enfoque a los otros dos aspectos principales de todo proyecto que son el estudio técnico y la evaluación económica.

Del estudio técnico se puede decir lo siguiente: en la evaluación de un proyecto tradicional la capacidad del equipo y la tecnología se seleccionan de acuerdo con las condiciones del mercado en el momento de hacer el estudio, disponiendo la distribución física de la planta de manera que sea flexible a futuras ampliaciones en el nivel productivo, ya que sería un error hacer una inversión cuantiosa para una planta grande, pensando siempre en la certeza de un futuro promisorio para la empresa. Es obvio que a todo inversionista le gustaría que esto fuera así, pero en crisis económicas recurrentes, éste es el menos frecuente de los casos.

El nuevo enfoque hace exactamente lo mismo que el tradicional, es decir, recomienda instalar la capacidad de producción de acuerdo con las condiciones de mercado vigentes en ese momento, previendo futuras ampliaciones.

Donde sí existe una gran diferencia de enfoques, es en la evaluación económica. Mientras que en los estudios tradicionales se utiliza un estado de resultados pro-forma para obtener los futuros flujos de efectivo del proyecto para obtener la rentabilidad económica, expresada como *VPN* o *TIR* y finalmente se hace el llamado análisis de sensibilidad para observar el comportamiento de la rentabilidad económica bajo ciertos parámetros cambiantes, principalmente precios de insumos; el nuevo enfoque cambia totalmente esta metodología.

Primero, si no toma en cuenta el futuro, entonces la inflación debe ser considerada como cero. La inflación es el principal problema al pronosticar, como ya se ha mencionado, y puede ser eliminada del análisis, según puede verse en el “Caso práctico” de la página 216. Para ello deben seguirse todas las restricciones indicadas, tomando en cuenta principalmente que si se considera como cero a la inflación, deben excluirse los préstamos del análisis.

Si se asume que sólo la información del presente es conocida y válida y si se considera a la inflación como cero en el análisis, las siguientes declaraciones son válidas.

1. Si la inversión resulta económicamente rentable bajo las condiciones actuales y conocidas, sin importar el nivel de inflación en el futuro, el proyecto seguirá siendo rentable, *siempre que el nivel de ventas se mantenga constante*.
2. La rentabilidad económica se ve incrementada en automático si se aumenta el nivel de ventas, siempre que permanezcan constantes las otras condiciones que afectan la rentabilidad.



3. El préstamo a tasas preferenciales siempre es benéfico para la empresa, cualquiera que sea el nivel de inflación vigente y siempre que las ventas no disminuyan.

El empleo de la **técnica de inflación cero** implica evaluar el proyecto en condiciones más bien pesimistas. Esto es, sin haber llegado a saturar la capacidad de los equipos y sin considerar préstamos a tasas preferenciales. Si a pesar de esto, la inversión es económicamente rentable, cualquier préstamo de este tipo o aumentando las ventas elevará de inmediato la rentabilidad.

Por otro lado, la rentabilidad económica se mide como la diferencia entre la *TMAR* y la *TIR* del proyecto. Superando la *TIR* a la *TMAR*, a mayor diferencia mayor rentabilidad.

Aquí se tiene un primer parámetro para catalogar un proyecto como riesgoso: si el nivel de producción es tal que satura la capacidad instalada y, a pesar de esto, la *TIR* supera por muy poco margen a la *TMAR*, el proyecto es muy riesgoso.

Esto significa que, a pesar de que la planta opere a toda o casi toda su capacidad, la *TIR* con mucha dificultad alcanza el valor mínimo de rentabilidad y esto hace muy riesgosa la inversión, pues una baja ligera en las ventas la haría no rentable y esto da muy poca flexibilidad de operación.

Una inversión no es riesgosa justamente cuando no se ve tan afectada por el nivel de ventas, pues es aquí donde empieza la administración de riesgo. Por ejemplo, a un determinado nivel de ventas, se ha calculado que la *TIR* supera a la *TMAR* por cierta cantidad de puntos porcentuales. Si las ventas empiezan a disminuir por causas ajenas a la empresa, como una crisis económica nacional y suponiendo que la calidad del producto y la productividad de la empresa permanezcan constantes, entonces, mientras más diferencia exista entre la *TIR* y la *TMAR*, más tiempo u oportunidad se tendrá de administrar el riesgo que tiene la empresa de volverse no rentable, al disminuir las ventas por debajo de determinado nivel.

En esto consiste precisamente el nuevo enfoque llamado de análisis y administración del riesgo. De **análisis de riesgo**, porque se determina con precisión cuál es el nivel mínimo de ventas que siempre se debe tener; de **administración del riesgo**, porque al notar una disminución de las ventas, aunque lenta pero sostenida, se puede calcular de cuánto tiempo se dispone para administrar ese riesgo. Administrar significa varias cosas, entre ellas elevar la productividad, mejorar la calidad para conseguir más preferencia de los consumidores, incrementar la red de ventas o distribución, etc., es decir, se trata finalmente de determinar cuándo y a qué nivel de ventas *no* se debe llegar y administrar con tiempo suficiente la empresa para evitar dicha situación.

#### técnica de inflación cero

evalúa el proyecto en condiciones más bien pesimistas. Esto es, sin haber llegado a saturar la capacidad de los equipos y sin considerar préstamos a tasas preferenciales

#### análisis de riesgo

determina con precisión cuál es el nivel mínimo de ventas que siempre se debe tener

#### administración del riesgo

ante una disminución de ventas, aunque lenta pero sostenida, se puede calcular de cuánto tiempo se dispone para administrar ese riesgo

## Medición del riesgo de mercado

A diferencia del riesgo tecnológico, el cual puede ser controlado por la empresa al optimizar todos los recursos que utiliza en la producción, el *riesgo de mercado* está fuera del control de la compañía, por eso, también se le llama *riesgo no sistemático*.

En 2008 se detonó una crisis económica mundial, en la que cerraron miles de empresas, hubo millones de desempleados en todo el mundo, incluso disminuyó la demanda mundial de petróleo, lo que a su vez generó una disminución de la demanda de muchísimos productos. Aunque se sabía de los problemas con el pago de hipotecas en Estados Unidos, la crisis fue inevitable.

En el estudio de mercado de la empresa que se investiga, se determinó la demanda potencial insatisfecha optimista y pesimista, anotadas en las tablas 2.14 y 2.15 cuyos datos principales se vuelven a reproducir aquí (cifras en toneladas, tabla 6.1).

Tabla 6.1

Año	DPI optimista	DPI pesimista
8	8 884	6 820
9	10 150	6 590
10	12 213	9 067
11	14 713	2 256
12	20 594	15 356

La producción planeada es de 1 050 toneladas anuales, que representa 11.8% de la demanda potencial insatisfecha (*DPI*) optimista y 15.4% de la *DPI* pesimista; pero si la referencia es la demanda total, que es de 61 548 toneladas en el escenario optimista y de 58 906 toneladas en el escenario pesimista para el año 8, entonces la producción de 1 050 toneladas representaría tan solo 1.70% en el caso optimista y de 1.78% en el caso pesimista.

Conviene recordar que estas proyecciones se realizaron con una curva ajustada por regresión, entre la demanda como variable dependiente y el tiempo y la inflación como variables independientes.

El escenario pesimista es el que interesa para analizar el riesgo de mercado, ya que en el optimista el mercado no es preocupación para la nueva empresa. En el escenario pesimista, mientras más se incrementa la inflación en el país, mayor será el descenso en la demanda de mermeladas de todo tipo. La certeza que se tiene de la reacción de la demanda respecto a una variación en la tasa de inflación tiene un 95.78% de certeza, de acuerdo con el coeficiente de correlación obtenido en el ajuste estadístico de la regresión elaborada.

¿Cómo afectaría a las ventas del proyecto el que en el futuro se presentara un escenario pesimista en la economía del país? Con un 95.78% de certeza se pronostica cómo se verán afectadas las ventas con un incremento de la inflación. Se sabe que las ventas disminuirán, pero ahora el problema consiste en determinar si al subir la inflación y disminuir las ventas, éstas podrían llegar a un nivel tal que se acerque o aun que se rebase el nivel mínimo de producción en que la empresa aún es rentable.

El nivel de rentabilidad mínima es de 780 toneladas anuales, como se muestra en el “Caso práctico”, página 216, que es aproximadamente 75% de la producción de un turno, lo cual significa que si se lleva esta medida a un turno, donde se producen 3.5 toneladas, significará que la venta de un día nunca deberá ser menor a 2.62 toneladas, porque cuando así sea, la empresa no estará ganando lo suficiente para ser rentable.

¿Cuál es la probabilidad de que al aumentar la inflación en la economía, las ventas de la empresa no sean superiores a 780 toneladas anuales o superiores a 2.62 toneladas diarias? Existen dos posibles respuestas, una hipotética y una práctica.

La hipotética se responde con base en el cálculo de proporciones. De las 61 548 toneladas que se venden en un escenario optimista con una inflación en la economía de 15.3% y de las 58 906 toneladas que se venden bajo un escenario pesimista con una inflación en la economía de 25%, se observa que la disminución de las ventas es de 4.3% al pasar de un nivel de inflación optimista a otro nivel de inflación pesimista (vea tabla 2.9). Si éste fuera el caso, la hipótesis sería que las ventas bajarían de 1 050 a 1 005 toneladas, lo cual no implicaría riesgo para la empresa. Se dice que en términos hipotéticos porque si la demanda nacional de mermeladas bajara 4.3%, cada una de las empresas productoras de mermeladas deberían bajar sus ventas 4.3% en promedio. Sin embargo, esto no es así.

Ante una baja nacional de venta de mermeladas, algunas empresas se harán más fuertes y otras probablemente no sobrevivirán. Esto fue lo que sucedió en 1995 en México. La teoría económica dice que cualquier crisis económica siempre tiene como resultado una concentración de capital. Las empresas que se van a la quiebra simplemente no saben manejar el *riesgo no sistemático* o *riesgo de mercado*. ¿Cómo se maneja ese riesgo?

De regreso al ejemplo. Hay un nivel de inflación tal que hará bajar las ventas de mermeladas lo suficiente para que, en hipótesis, la empresa bajo estudio tenga una disminución en sus ventas por debajo de su nivel mínimo de rentabilidad. Este nivel de inflación se puede calcular teóricamente. Cuando se realiza esta determinación, entonces se tiene una respuesta práctica a la pregunta hecha.

Suponga que la nueva empresa ha determinado que si en la economía llega a haber una inflación de 57% en un año, las ventas bajarán a tal grado que se verá en graves problemas de rentabilidad. Con ese conocimiento, lo que la empresa necesita hacer es administrar ese riesgo, que es justamente lo que hicieron las empresas que sobrevivieron en 1995 en México.

Administrar el *riesgo de mercado* significa tomar varias acciones preventivas ante la bancarrota. Por ejemplo, al ver que las ventas están bajando debido al mal estado de las condiciones del mercado, se contratan mejores vendedores, se lanza una campaña publicitaria especial, se incrementa la comisión por ventas para incentivar a los vendedores, o se hacen ofertas en la venta del producto, etc. Cualquier acción es válida con objeto de no ir a la bancarrota. Todas estas acciones son *administrativas* y no tecnológicas.

En resumen, se debe invertir en cualquier tipo de acciones administrativas, como las mencionadas, una cantidad de dinero tal que se iguale al exceso de rentabilidad que actualmente tiene la empresa. Por ejemplo, la empresa bajo estudio tiene un exceso sobre la rentabilidad mínima de \$2 214 000 al producir 1 050 toneladas por año. Esta cantidad es el *VPN* expresado en dinero y la rentabilidad mínima es cuando el *VPN* se hace cero. Entonces, cualquier acción administrativa que se tome para elevar las ventas no deberá rebasar esa cantidad a lo largo de cinco años.

La empresa debe realizar un esfuerzo económico para incentivar las ventas, pero este esfuerzo debe ser tal que no se vea dañada en su rentabilidad económica. Como se observa, todas estas determinaciones y acciones sólo se pueden realizar si se conoce a fondo la estructura tecnológica y de costos de la empresa. De otra forma esto es imposible. Desde luego, se supone que cualquier tipo de riesgo tecnológico ha sido superado, es decir, que los propietarios de la empresa han optimizado todos los recursos que emplean en la elaboración del producto.

## Riesgo financiero

*Financiar* significa aportar dinero necesario para la creación de una empresa. Financian una nueva empresa o proyecto tanto los accionistas como una institución bancaria en caso de que aquéllos decidan solicitar un préstamo. El riesgo en este caso es evidente: una elevación de las tasas de interés del préstamo forzaría a la empresa a pagar intereses por arriba de la cantidad programada, lo cual puede, eventualmente, llevar a la empresa al riesgo de bancarrota. Este también es un *riesgo no sistemático*, es decir, no puede ser previsto por la empresa, ya que depende de la estabilidad económica del país.

Otros riesgos financieros son la devaluación de la moneda local cuando la empresa necesita de alguna o algunas materias primas importadas. La devaluación de la moneda hará que repentinamente el costo de producción sea mayor sin que la empresa pueda evitar ese aumento. Una clase de riesgo financiero adicional también está relacionado con la devaluación de la moneda local, en caso de que la empresa tenga deudas en dólares o cualquier otra moneda fuerte ante la cual se devalúe su moneda.

Al menos en México, a partir del último trimestre de 1998, se abrió en la Bolsa de Valores el área de *derivados financieros*. Sin entrar en mucho detalle, debido a que el estudio de los instrumentos de *cobertura de riesgos financieros* pertenece a la ingeniería financiera, se dice que los *derivados financieros* tales como los *futuros*, las *opciones* y los *swaps*, son instrumentos creados desde la década de los ochenta en Inglaterra y en Estados Unidos para cubrir los riesgos financieros mencionados.

El punto importante para prevenir y nulificar los efectos nocivos de cualquiera de los tres tipos de riesgos mencionados es la información macroeconómica y el que se puedan prever ciertos resultados o eventos en la economía de un país.

Por ejemplo, ¿cómo se puede anticipar una caída en las ventas?, ¿cómo se puede anticipar una subida en las tasas de interés o en la devaluación de la moneda local? Es posible pronosticarlo si se conocen las variables macroeconómicas que afectan las devaluaciones, la inflación y las tasas de interés.

Existen indicadores muy claros tales como el déficit de la cuenta corriente expresado como un porcentaje del PIB, la calidad y monto del ahorro interno y externo, expresado también como un porcentaje del PIB, la calidad de la inversión extranjera, es decir, si esta inversión es especulativa o es inversión de riesgo por parte de los extranjeros y la amortización de la deuda externa. La observación continua de estos indicadores muestra claramente signos de una economía fuerte, de la inminencia de una devaluación, del pronto aumento de las tasas de interés, etcétera.

Un riesgo de cualquier tipo no se cubre si la probabilidad de que suceda es muy baja. Cubrir o prevenir un riesgo siempre tiene un costo y aquí radica la importancia de su análisis y prevención. Éstos se deberán cubrir cuando es inevitable que sucedan y es posible detectar la inminencia de ciertos eventos en la economía de un país.

La recomendación parece evidente. Una empresa no se puede manejar exitosamente si se desconoce lo elemental de la propia empresa y del medio que la rodea. No es posible obtener utilidades aceptables si se desperdician recursos en la producción ni prevenir los riesgos si no se sabe que existen y menos se sabe cuáles son los indicadores detonantes de tales riesgos. El conocimiento y la preparación académica de los propietarios o administradores es fundamental para el éxito de los proyectos y de las empresas que ya están en funcionamiento.

## Otros enfoques para el análisis del riesgo

Los investigadores financieros ya se dieron cuenta que medir el riesgo no es una tarea sencilla. El enfoque que aquí se describe no mide, sino califica el riesgo, y sólo da una idea apreciativa del mismo. En los mercados financieros este método se aplica sobre las acciones que emiten las empresas, pero en realidad es una medida indirecta del riesgo de la propia empresa emisora.

Existen varios requisitos para aplicar este método. Primero, la calificación del riesgo de una empresa sólo la puede realizar una empresa autorizada por la Comisión Nacional de Valores (CNV) en México y por la Securities and Exchange Commission (SEC) en Estados Unidos. Hasta 1992, en México, sólo existían cuatro firmas autorizadas que son: CAVAL, D y P, DICTA y CLASE. En Estados Unidos las principales firmas calificadoras de acciones son: Duff and Phelps, Fitch, Moody's y Standard and Poor's, de manera que para empezar, no es nada sencillo ser una firma calificadora de riesgo.

La filosofía de las empresas calificadoras es proporcionar a la comunidad inversionista una opción profesional y actualizada referente a la capacidad de pago oportuno de capital e intereses de instrumentos representativos de deuda en el mercado de valores. Se espera que las opiniones emitidas sean totalmente imparciales.

La calificación sólo es válida sobre una serie de acciones emitidas. Si hoy una empresa emite acciones, necesitará un estudio para calificar el riesgo de esas acciones, pero si emite nuevas acciones dentro de un año, requerirá de otro estudio para obtener otra calificación sobre las nuevas acciones. Además, hay calificaciones para instrumentos a corto, mediano y largo plazos.

Cada firma calificadora diseña sus propias claves de calificación autorizadas por la CNV, claves que sólo son válidas en México y no a nivel internacional. Por ejemplo, la firma consultora DICTA tiene las siguientes claves y apreciaciones del riesgo para la emisión, por parte de una empresa, de instrumentos a mediano y largo plazos: si la calificación es M1, la empresa

emisora tiene nivel sobresaliente y riesgo prácticamente nulo; M2 nivel alto, poco riesgo; M3 nivel bueno, riesgo regular; M4 nivel razonable, riesgo un poco alto; M5, M6 y M7 califican a la empresa con solvencia insuficiente y el riesgo es muy alto.

Para emitir una calificación se analizan a fondo las perspectivas de venta de la empresa (pronóstico de mercado), la posición tecnológica y la eficiencia de los procesos productivos de la empresa (estudio técnico) y se realiza un profundo análisis de las ganancias y la rentabilidad futuras (análisis y evaluación económica proyectados). Un estudio de calificación del riesgo es muy costoso si se efectúa por este método.

Como riesgo y rendimiento están en una relación inversa, es interesante para el inversionista analizar el riesgo que tiene al comprar un instrumento de inversión con determinado rendimiento. Al estar calificados todos los instrumentos, es más fácil y más seguro hacer la selección correcta de riesgo-rendimiento que prefiera el inversionista.

El método en sí es bueno, ya que proporciona información del riesgo con base en una gran cantidad de datos de la propia empresa, pero tiene varias limitantes prácticas. Primero, el método sólo se utiliza para calificar empresas que emiten instrumentos de deuda y que cotizan tales instrumentos en la Bolsa de Valores, pues es un requisito legal para la emisión. Aunque el estudio es costoso, las empresas que cotizan en la Bolsa sí tienen suficientes recursos para pagarlo. La calificación tiene una vigencia limitada a prácticamente el momento de la emisión, lo cual significa que calificar el riesgo de una empresa, al menos una vez al año por este método, es aún más costoso. Todo esto limita el uso del método para la micro, pequeña y aun para la mediana empresa en México.

Existen grandes empresas en México y en otros países de Latinoamérica, que al no cotizar sus acciones en la bolsa, no tienen necesidad de obtener una calificación de su riesgo, por lo que probablemente nunca lo hayan medido. Esto lleva a la conclusión de que se requiere un método sencillo y barato que esté al alcance de casi cualquier empresa, incluyendo a las microempresas, que les permita medir su propio riesgo. Si no lo miden, nunca sabrán si su rentabilidad económica es adecuada para el riesgo que tiene la empresa.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> El contenido del ejemplo que aparece en este capítulo es producto del Proyecto de Investigación DEPI970185.

## CASO PRÁCTICO

### Medidas de evaluación económica que eliminan del análisis el factor inflacionario

Esta primera demostración de cómo se deben manejar los métodos de evaluación económica es la base para abordar el problema de riesgo en los proyectos nuevos. Cuando en un proyecto se realiza el cálculo del valor presente neto (VPN) sin considerar inflación, y el resultado de la evaluación indica que el proyecto presenta rentabilidad económica, la primera pregunta de los promotores es: ¿cómo sería la rentabilidad del proyecto bajo condiciones imprevistas y cambiantes de inflación en la economía?

Ahora se realizarán una serie de demostraciones con cálculos de rentabilidad tomando los datos del caso práctico presentado. Sólo se practicarán determinaciones del VPN ya que, en cuanto al método, este cálculo presenta más consistencia que el cálculo de la TIR (tasa interna de rendimiento). Para tomar un punto de comparación inicialmente se calcula el VPN sin inflación con los datos siguientes:

- Inversión inicial (vea tabla 4.23) = \$5 935 (miles)
- Valor de salvamento (vea tabla 4.24) = \$3 129 (miles).

- $TMAR$  sin inflación (vea página 168) = 15%.
- Inflación considerada (vea página 168) = 20% anual constante durante cada uno de los cinco años de análisis.
- Flujo neto de efectivo sin inflación (vea tabla 4.32) = \$1 967 (miles).

De hecho, se repetirán algunos cálculos hechos en la evaluación económica pero ahora, y con fines de demostración, se realizarán con mayor precisión. Los diagramas son los mismos, por lo que ya no se volverán a dibujar. El cálculo del  $VPN$  sin inflación y con producción constante es el siguiente:

$$VPN = -5\,935 + \frac{1\,967}{(1.15)^1} + \frac{1\,967}{(1.15)^2} + \frac{1\,967}{(1.15)^3} + \frac{1\,967}{(1.15)^4} + \frac{1\,967 + 3\,129}{(1.15)^5} = 2\,214.355083$$

Ahora se calculará el  $VPN$  para una inflación de 20% anual constante durante cada uno de los cinco años. Se modifica la  $TMAR$  y el  $VS$  (valor de salvamento), tal y como muestran los siguientes cálculos:<sup>2</sup>

$$VS = 3\,129 (1.2)^5 = \$7\,785.95328$$

$$TMAR_{f=20\%} = 0.15 + 0.2 + (0.15)(0.2) = 0.38$$

Por las razones señaladas en el punto subtulado: “Cálculo de la  $TIR$  con producción constante y considerando inflación”, del capítulo 5, se toman los valores de los  $FNE$  de la tabla 6.2:

Año	0	1	2	3	4	5
FNE	1 967	2 360.4	2 832.48	3 398.976	4 078.7712	4 894.52544

De nueva cuenta se aclara que la razón de tanta precisión en los cálculos es la demostración que se realizará. Se siguen expresando las cifras en miles, pero ahora de manera exacta. Con estos datos se calcula el  $VPN$  con un nivel de inflación de 20% el resultado es exactamente el mismo que el  $VPN$  sin considerar inflación:

$$VPN = -5\,935 + \frac{2\,360.4}{(1.38)^1} + \frac{2\,832.48}{(1.38)^2} + \frac{3\,398.976}{(1.38)^3} + \frac{4\,078.7712}{(1.38)^4} + \frac{4\,894.52544 + 7\,785.95328}{(1.38)^5} = VPN = \$2\,214.355083$$

Ahora se calculará el  $VPN$  con una inflación anual mucho mayor, pero aún constante para cada año de 70% anual. Se modifican los cálculos de la  $TMAR$ , del  $VS$  y de los  $FNE$ :

$$TMAR_{f=70\%} = 0.15 + 0.7 + (0.15)(0.7) = 0.955$$

$$VS = 3\,129(1.7)^5 = \$44\,427.32553$$

Los  $FNE$  inflados se calculan ahora con base en el  $FNE$  del año cero, que es \$1 967 y multiplicando cada cifra obtenida por  $(1 + 0.7) = 1.7$  (tabla 6.3).

<sup>2</sup> Para una explicación completa del porqué se realizan los cálculos de esta forma, vea: Baca, Gabriel, *Fundamentos de ingeniería económica*, capítulo 3, 2a. ed., McGraw-Hill, 1999.

**Tabla 6.3**

Año	0	1	2	3	4	5
FNE	1 967	3 343.9	5 684.63	9 663.871	16 428.5807	27 928.58719

El cálculo del VPN ahora es:

$$VPN = -5\,935 + \frac{3\,343.9}{(1.955)^1} + \frac{5\,684.63}{(1.955)^2} + \frac{9\,663.871}{(1.955)^3} + \frac{16\,428.5807}{(1.955)^4} + \frac{27\,928.58719}{(1.955)^5} = \$2\,214.355083$$

Como se observa, el resultado numérico es idéntico a los dos resultados previos. Ahora, para obtener un resultado un poco más cercano a la realidad, se propondrá una tasa de inflación variable cada año. Las tasas consideradas serán:  $f_1 = 25\%$ ;  $f_2 = 38\%$ ;  $f_3 = 65\%$ ;  $f_4 = 12\%$  y  $f_5 = 18\%$ . Estas cifras no obedecen a algún pronóstico especial. Ahora no se puede obtener una *TMAR* igual para todos los años, ya que la inflación es distinta para cada año. El *VS* y los *FNE* se modifican de la siguiente forma:

$$VS = 3\,129(1.25)(1.38)(1.65)(1.12)(1.18) = \$11\,770.05892$$

Los *FNE* son los que se muestran en la tabla 6.4.

**Tabla 6.4**

Año	0	1	2	3	4	5
FNE	1 967	2 458.75	3 393.075	5 598.57375	6 270.4026	7 399.075068

El cálculo del VPN es:

$$VPN = -5\,935 + \frac{2\,458.75}{(1.25)(1.15)^1} + \frac{3\,393.075}{(1.25)(1.38)(1.15)^2} + \frac{5\,298.5735}{(1.25)(1.38)(1.65)(1.15)^3} + \frac{6\,270.4026}{(1.25)(1.38)(1.65)(1.12)(1.15)^4} + \frac{7\,399.075068 + 11\,770.05892}{(1.25)(1.38)(1.65)(1.65)(1.12)(1.18)(1.15)^5} = \$2\,214.355083$$

El resultado volvió a ser idéntico, pero esto no es simple manipulación de datos. En realidad, cuando se calculó, por ejemplo  $(1.38)^4 = 3.62673936$ , al descomponer el exponente en las dos tasas de interés que contiene, que son 15 y 20% se puede observar que:

$$(1.38)^4 = (1.2)(1.2)(1.2)(1.2)(1.15)(1.15)(1.15)(1.15) = (1.2)^4(1.15)^4 = 3.62673936$$

¿Qué conclusiones se obtienen de estos cálculos?

El análisis demuestra que se pueden tomar decisiones de inversión independientes del nivel inflacionario que se presente en el futuro. Al promotor del proyecto le interesa ver el comportamiento de la rentabilidad económica bajo condiciones de inflación, pues erróneamente cree que la inflación va a alterar los resultados de la rentabilidad.

Los métodos de análisis de rentabilidad son válidos bajo cualquier ambiente inflacionario; éste afecta el poder adquisitivo de los consumidores, lo que a su vez provoca una disminución de las ventas, por tanto, lo que se debe analizar es la sensibilidad que tienen las ventas a cambios en la inflación o a cambios a cualquier otra variable macroeconómica.

Si se observan los resultados obtenidos en las determinaciones previas éstos se deben básicamente a que el nivel de ventas siempre se mantuvo constante. Las cifras aparecen distorsionadas por la inflación, pero no porque las ventas hayan subido o bajado por causa de fluctuaciones en la primera. Esto conduce a avanzar un poco en el análisis del riesgo de la inversión, ahora el siguiente paso es determinar el nivel mínimo de ventas en que el proyecto aún es rentable.

### ■■■ Nivel mínimo de ventas en que el proyecto aún es rentable. Riesgo tecnológico

La demostración realizada en el apartado anterior sobre el hecho de que la inflación puede ser eliminada de la evaluación económica, capacita a quien toma decisiones a simplificar su trabajo. Ahora sabe que cualquier cálculo que haga sobre la rentabilidad económica sin considerar inflación tiene validez suficiente como para tomar decisiones acertadas.

El análisis de riesgo de un proyecto se refiere a la posibilidad de que la empresa, una vez instalada, vaya a la bancarrota en poco tiempo. Sin embargo, existen varios tipos de riesgo para la empresa, los principales son: *riesgo tecnológico*, *riesgo de mercado* y *riesgo financiero*. El *riesgo tecnológico* se tratará en este punto.

Se refiere al caso en que una empresa pueda irse a la quiebra debido a que la tecnología de producción que posee se esté empleando de manera deficiente. Dentro de estas anomalías se encuentran todo tipo de suboptimizaciones. Por ejemplo, que el equipo costoso, al cual se le llamó *equipo clave* en el estudio técnico, se esté subutilizando, lo cual provocaría tener una inversión alta sin aprovechar; una deficiente optimización de recursos también se presenta en mano de obra excesiva, un alto porcentaje de mermas o desperdicios en el proceso de producción, tener equipos como la caldera, compresores, líneas de alta tensión, etc., conectadas o en funcionamiento sin un uso para el proceso productivo, y otras.

El *riesgo tecnológico* se cuantifica al variar el nivel de producción y observar el comportamiento de la rentabilidad de la inversión. Esta determinación se efectúa sin considerar la inflación, de acuerdo con lo demostrado en el apartado anterior y a lo comentado en el primer párrafo de este apartado.

Para calcular este riesgo se debe construir una gráfica que muestre cómo varía la rentabilidad de acuerdo con cambios en el nivel de producción. Se debe trazar una recta de la cual ya se tienen dos puntos. El primero de ellos se calculó en el apartado “Caso práctico” del capítulo 5, donde se muestra la rentabilidad de la empresa al trabajar un solo turno de producción, elaborando 1 050 toneladas anuales constantes cada año durante cinco años, y considerando que se tiene una *TMAR* de 15%, la rentabilidad económica resultó ser:

$$VPN = \$2\,214 \quad \text{y} \quad TIR = 27.67\%$$

El siguiente punto se tiene casi calculado en el apartado de la página 197, y se dice que se tiene casi calculado porque en la tabla 5.4, en la tercera columna, se observa cuál es el flujo neto de efectivo que se tendría si se producen 2 100 toneladas por año. Ahora el cálculo es para determinar el *VPN* y la *TIR* si se producen 2 100 toneladas cada año durante cinco años. Recuerde que el cálculo es sin inflación:

$$VPN = -5\,935 + \frac{4\,531}{(1.15)^1} + \frac{4\,531}{(1.15)^2} + \frac{4\,531}{(1.15)^3} + \frac{4\,531}{(1.15)^4} + \frac{4\,531 + 3\,129}{(1.15)^5} = \$10\,809$$

El tercer punto de la recta se determina siguiendo exactamente el mismo procedimiento mostrado en el “Caso práctico” del capítulo 5, pero ahora bajo la suposición de que la nueva empresa va a laborar tres turnos de producción durante 300 días al año. Se deberá calcular nuevamente un estado de resultados con el nuevo nivel de producción. Así como trabajar dos turnos no duplica exactamente los flujos netos de efectivo, tampoco trabajar tres turnos triplicará los flujos netos de un solo turno.



Años	1 a 5
+ Ingresos	\$79 506
− Costos totales	68 752
= Utilidad antes de impuestos	10 754
− Impuestos 47%	5 054
= Utilidad después de impuestos	5 700
+ Depreciación	443
= Flujo neto de efectivo	\$6 143

Realizar con precisión el cálculo de los costos para tres turnos de trabajo es muy discutible. La mayoría de los costos relacionados directamente con producción, y algunos de ventas como la comisión pagada, el combustible y mantenimiento de vehículos de reparto, etc., sí varían directamente con la cantidad de producto producida y vendida, pero muchos otros costos no mantienen esta relación directa. También hay que considerar que es casi imposible que si en un turno se logran producir 3.5 toneladas en siete lotes de producción, en tres turnos se lleguen a producir 10.5 toneladas en 21 lotes de producción, aunque es más probable que dos turnos sí dupliquen exactamente la producción de un turno. La razón es sencilla: los cambios de turno consumen tiempo, además, cualquier contratiempo que se genere en un turno afectará la producción de los otros disminuyendo el tiempo efectivo disponible para la producción, el mantenimiento del equipo se incrementará, etc. Por tanto, se puede suponer que la producción de un turno se triplicará trabajando tres turnos, pero en la práctica se sabe que la cantidad real disminuirá un poco, debido a los imprevistos no contemplados.

Sin embargo, estas suposiciones no afectan el análisis que se quiere realizar, ya que el punto focal del análisis se centra en la producción mínima que genera rentabilidad económica y esta cantidad de producción es un poco menor a la producida en un solo turno de trabajo.

Al realizar consideraciones similares a las hechas en el “Caso práctico” del capítulo 5, en la tabla 6.5 se construye el siguiente estado de resultados (en miles) para una producción de 3 150 toneladas anuales.

Con estos datos se calculan el VPN y la TIR, considerando que la inversión no varía, ya que el incremento de producción se debe exclusivamente al incremento de turnos de trabajo:

$$VPN = -5\,935 + \frac{6\,143}{(1.15)^1} + \frac{6\,143}{(1.15)^2} + \frac{6\,143}{(1.15)^3} + \frac{6\,143}{(1.15)^4} + \frac{6\,143 + 3\,129}{(1.15)^5} = \$16\,213$$

Con las tres determinaciones que ya se tienen en tres diferentes niveles de producción, se obtiene la tabla 6.6:

Turnos	Producción (toneladas)	VPN	TIR %
1	1 050	\$2 214	27.67
2	2 100	10 809	74.00
3	3 150	16 213	102.00

Con esta tabla se puede construir la figura 6.1, en la cual se observan varios aspectos que ejemplifican el riesgo tecnológico. Primero, se grafica el VPN o la TIR contra la capacidad instalada y utilizada. La línea gruesa es la línea de riesgo tecnológico del proyecto bajo estudio. El cruce de esta línea con la de rentabilidad mínima, que es cuando el VPN se hace cero, indica que la empresa tendría que producir aproximadamente unas 780 toneladas anuales para obtener al menos 15% de rentabilidad, es decir, necesita trabajar menos de un turno para aún

ser rentable, lo cual la cataloga como de *riesgo tecnológico bajo*. La línea no es recta por las razones ya expuestas. No hay que confundir este resultado con el obtenido en el punto de equilibrio, donde se dijo que el nivel de producción donde los ingresos y los costos se igualan es aproximadamente de 500 toneladas anuales, pero la igualación de costos totales con ingresos no significa que exista rentabilidad económica.

Se dibujó, a manera de comparación, una línea entrecortada para ilustrar cómo se vería una gráfica de riesgo tecnológico alto. Observe que si una empresa tuviera una línea como la entrecortada en la figura 6.1, tendría que trabajar necesariamente poco más de dos turnos diarios, para apenas obtener el mínimo de rentabilidad económica. La pendiente de esta hipotética empresa es mucho más pronunciada que la otra, lo cual significa que si deja de producir una pequeña cantidad o suspende su producción por un breve lapso, su rentabilidad disminuye muy rápido y esto, traducido a un lenguaje de producción, significa dejar ociosos recursos que son muy caros para la empresa, por ejemplo, que en la producción se contrate mano de obra muy especializada y cara, y que no tenga mucho trabajo por hacer, o que se rente equipo muy caro que no se utilice porque no hay ventas, etcétera.

Como se podrá observar, la forma en que se emplea la tecnología de producción está directamente relacionada con la rentabilidad de una empresa y ésta es la razón por la cual se dice que existe un *riesgo tecnológico*, el cual es posible medir por el método mostrado.

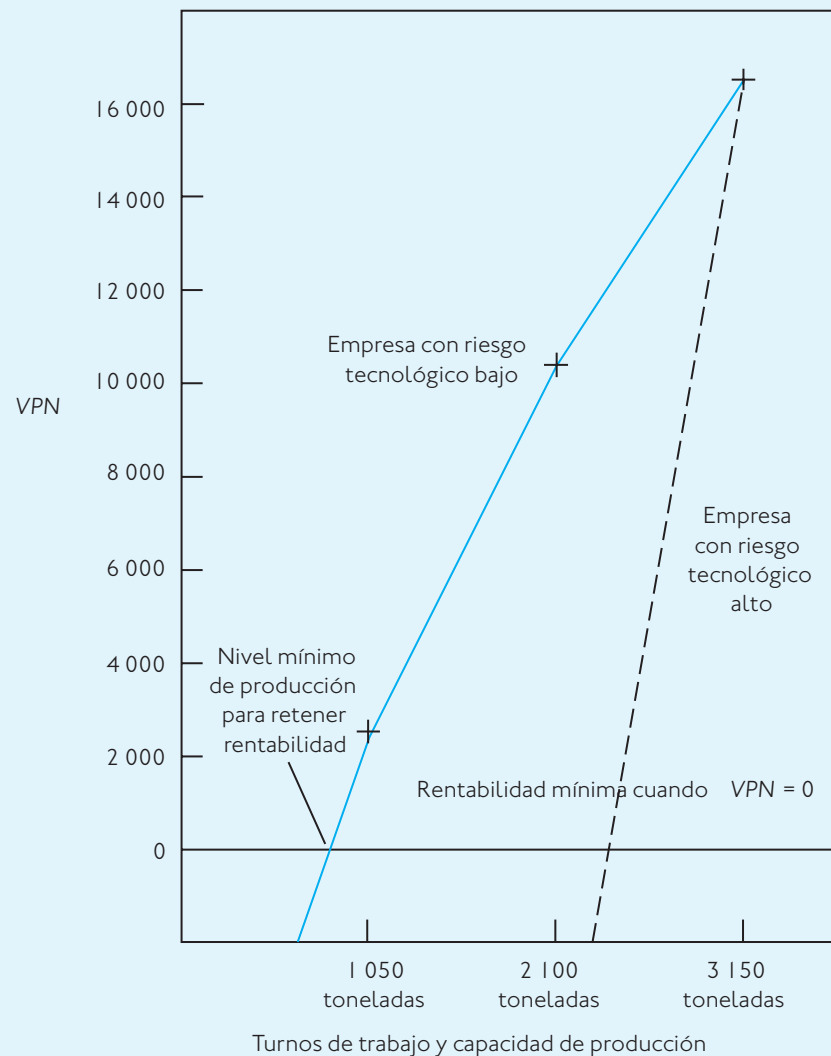


Figura 6.1

## Preguntas y problemas

1. Suponga que la relación entre la  $TIR$  y el nivel productivo no es lineal. ¿Cómo afectaría esto la determinación de riesgo?
2. ¿Cómo supone que debe incluirse en este tipo de análisis de riesgo el factor de la paridad peso-dólar, ya que definitivamente influye sobre la rentabilidad de una empresa?
3. ¿Cuál considera que es un margen adecuado entre la  $TIR$  y la  $TMAR$ , para que una inversión pueda ser debidamente administrada contra el riesgo? ¿Por qué?
4. Para una empresa que cotiza en la Bolsa de Valores, ¿considera que un análisis de este tipo sería útil para administrar el riesgo de que cayeran sus acciones en la Bolsa? Explique la respuesta.
5. ¿Considera que en inversiones públicas podría realizarse este tipo de análisis? Explique la respuesta.
6. ¿Qué puede implicar, respecto al riesgo, el hecho de aceptar un proyecto cuando  $TMAR = TIR$ ?
7. ¿Qué pasaría con la rentabilidad de una inversión si el premio al riesgo se mantiene constante, a cualquier nivel inflacionario? Explique la respuesta.
8. Dentro de todo el ejemplo mostrado a lo largo del texto, identifique:
  - a) Al menos un riesgo de mercado.
  - b) Al menos un riesgo tecnológico.
  - c) Al menos un riesgo en la determinación de costos.

## Bibliografía

- Au, Tung y Au, Thomas, *Engineering Economics for Capital Investment Analysis*, Allyn and Bacon, Boston, 1983.
- Fabrycky, W. J. y Thuesen, G. J., *Decisiones económicas. Análisis y proyectos*, Prentice Hall, Colombia, 1981.
- Newman, G. Donald, *Engineering economic analysis*, 2a. ed., McGraw-Hill, San José, California, 1983.
- Thuesen, G. J. y Fabrycky, W. J., *Engineering economy*, 6a. ed., Prentice Hall Int., 1984.
- Weston, J. Fred y Brigham, F. Eugene, *Managerial Finance*, 6a. ed., The Dryden Press, Hinsdale, Illinois, 1978.





## CAPÍTULO 7

# Metodología para evaluar el incremento de la capacidad instalada

### OBJETIVO GENERAL

Al concluir el estudio de este capítulo aplicará cada una de las fases del método para evaluar el incremento de la capacidad instalada en una empresa de manufactura.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

**Conocer** la forma de analizar el incremento de la capacidad instalada con los datos históricos de mercado que tiene la propia empresa de sus ventas.

**Identificar** los análisis de ingeniería que deben efectuarse para incrementar la capacidad instalada de una empresa de manufactura.

**Efectuar** un análisis económico cuando se incrementa la capacidad instalada de una industria.

**Aplicar** el análisis incremental para evaluar la rentabilidad económica cuando se amplía la capacidad instalada de una empresa de manufactura.

## ENFOQUE EN COMPETENCIAS

### Planeación, visión estratégica y creatividad

Durante la crisis económica mundial de 2008-2009 miles de pequeñas empresas, en todo el mundo, cerraron o disminuyeron sustancialmente su ritmo de producción. Sólo muy pocas siguieron en crecimiento, aunque a ritmos muy lentos. La economía mundial se mueve por ciclos, algunos muy cortos, tal vez cada siete o diez años —ciertos economistas dicen que están determinados por el periodo de elección presidencial de cada país— otros ciclos son mucho más largos, pero también más agudos, y muestra de ellos son las crisis de 1929 y de 2008, sin negar las crisis de 1971 o la de 1982 y otras menos pronunciadas.

Cuando las empresas detectan el inicio de un periodo de auge económico entre estos ciclos, tienen que prepararse para crecer y aprovechar los buenos tiempos que se avecinan. Aquellas empresas que lo han hecho, no se han limitado a sobrevivir, sino que se han hecho más fuertes después de cada crisis. Uno de los muchos secretos que tienen las empresas para crecer es saber cómo hacerlo.

El crecimiento de una empresa tiene varios aspectos. Una empresa puede *crecer internamente* si amplía su capacidad instalada, o bien puede *crecer al instalar sucursales u otras plantas productivas* para incursionar con experiencia en otras áreas geográficas de mercado. Muchos de los créditos solicitados no sólo a los bancos comerciales, sino también a los organismos gubernamentales encargados de apoyar el desarrollo empresarial, son créditos para *incrementar la capacidad instalada de producción* de las empresas de manufactura, es decir, para crecer en términos de producir más.

La metodología que se propone se debe aplicar en forma correcta, pero esto no significa *tal y como está planteada*, quiere decir que la idea subyacente de la propuesta se aplique con éxito. Y esta idea es que se incremente la capacidad instalada al menor costo, con la menor inversión, con gran flexibilidad para incrementar, sin problemas, la producción hasta el límite físico de las instalaciones, todo esto en conjunto, generará la mayor rentabilidad económica. El éxito consiste en que cada ocasión que se haga un estudio de este tipo, se obtengan estos beneficios.

En este capítulo se hace una propuesta metodológica y para aplicarla correctamente se requieren las competencias de *planeación, visión estratégica y creatividad*.

El punto inicial del análisis se centra en las *condiciones generales del mercado y de la economía*, pero más en específico en el comportamiento de las *ventas históricas* de la propia empresa. En la proyección de esas ventas se debe aplicar la competencia de *planeación*, esto es, se debe planear el incremento de la capacidad instalada para cubrir la demanda insatisfecha proyectada de la propia empresa, pero no es tan sencillo.

Una cosa es proyectar la demanda y planear el incremento de la capacidad instalada con base en esa proyección y otra cosa es que se cumplan con exactitud las ventas proyectadas. Aquí es donde hay que tener *visión estratégica* y, sobre todo, *creatividad*. Incrementar la capacidad instalada no es comprar más equipo de producción, instalarlo y tenerlo con un uso muy bajo en los primeros años después de la adquisición esperando a que aumente la demanda, ya que esto lo único que ocasionaría sería realizar una inversión fuerte para tenerla ociosa unos años. La *visión estratégica* implica considerar la forma de adquirir los equipos para no arriesgar una elevada inversión desde el principio, con el riesgo de que no se cumpla la demanda pero, a la vez, tener la suficiente flexibilidad para crecer tan pronto como sea necesario.

La *creatividad* radica en que hay muchas formas de incrementar la producción, pero muy pocas de esas formas presentan la mejor rentabilidad. Hay que conocer con detalle los espacios disponibles en la planta actual y analizar las capacidades disponibles en el mercado de los equipos o de la tecnología que al presente está en uso dentro de la empresa, e incluso investigar si se han desarrollado nuevas tecnologías de producción, o al menos más flexibles. Tampoco se trata de desechar todo lo que se tiene y comprar nuevos equipos con mayor capacidad pues, aunque es el camino más sencillo, seguramente también es el más costoso. Asimismo es importante el hecho de que para calcular la rentabilidad económica se utiliza una variante de los métodos VPN y TIR llamado *análisis incremental*, lo cual requiere experiencia en el manejo de las técnicas de ingeniería económica para el cálculo de la rentabilidad de la inversión. Se vuelve a insistir en que las competencias superiores sólo se adquieren con la experiencia.

## Introducción

A lo largo de los primeros seis capítulos del texto se ha mostrado el método para instalar una nueva empresa de manufactura. Sin embargo, una buena cantidad de los préstamos que se solicitan a las instituciones de financiamiento, ya sean públicas o privadas, tienen como objetivo invertir en activos fijos para incrementar la capacidad instalada que actualmente tiene la empresa. Los activos fijos en los cuales normalmente se invierte son: un terreno, un edificio ya construido y, por supuesto, maquinaria y equipo.

No obstante, no existe un método conocido que deba seguir aquella empresa que busca incrementar su capacidad instalada. Además, si esta empresa pide un préstamo a una institución financiera, esta última exigirá la presentación del proyecto de expansión de la capacidad instalada, pero al no existir un método para estos casos, tampoco se sabe si el proyecto tiene un soporte técnico y metodológico adecuado, de forma que al final nadie sabe con toda certeza si el proyecto de expansión está bien sustentado. Las preguntas que debe hacer la empresa que busca incrementar su capacidad son: ¿En qué porcentaje quiero incrementar la capacidad instalada? ¿Cuál es el espacio disponible que se tiene en la planta? y aunque es muy obvio, también cabe preguntar: ¿De cuánto dinero dispone la empresa para la expansión y cuánto es posible conseguir con un financiamiento? La respuesta a esas preguntas da la pauta para construir un método.

Si una empresa quiere incrementar su capacidad instalada es porque, seguramente, ya no puede satisfacer algunos de los pedidos de producto de sus clientes, o porque las proyecciones de demanda y análisis del mercado potencial muestran una tendencia creciente y sostenida en el futuro, y en el presente ya es totalmente imposible satisfacer la demanda del o de los productos elaborados por la propia empresa.

## Partes principales del método

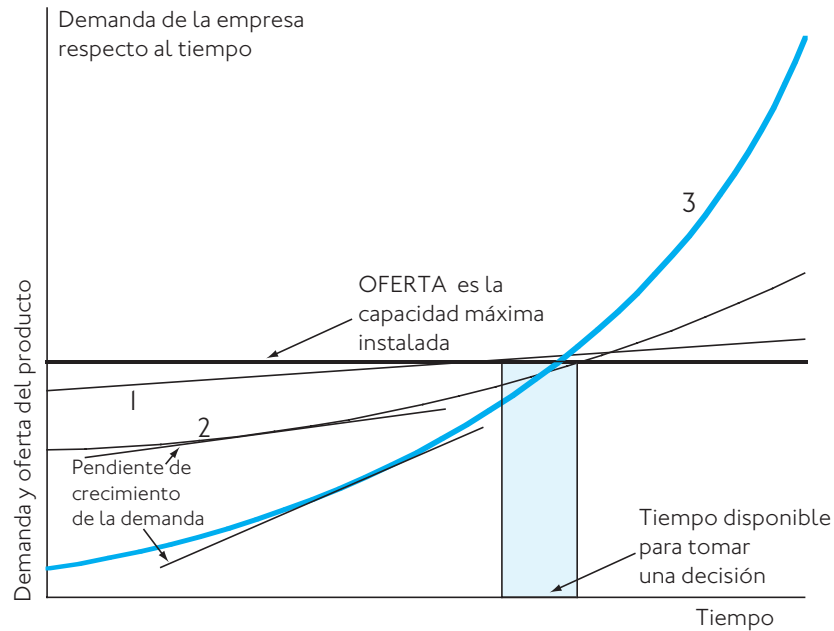
Al igual que el método normalmente utilizado para evaluar el proyecto de una empresa productiva de nueva creación, el método para evaluar la expansión de la capacidad instalada debe contener los mismos aspectos, esto es, debe contener un aspecto de *análisis del mercado*, un *aspecto técnico*, un aspecto de *análisis económico* y finalmente el aspecto de la *evaluación económica*, ya que incrementar la capacidad instalada siempre va a requerir de una inversión económica adicional. Sin embargo, tales aspectos se tratan de manera ligeramente distinta a la forma en como se utilizan en la evaluación de una industria de nueva creación.

En la parte teórica de este capítulo ya no se describen las técnicas utilizadas en el análisis, son las mismas que se aplican a lo largo de los primeros seis capítulos. Aunque sólo se mencionan en la parte teórica, se aplican en el caso práctico que se presenta.

### Análisis de la demanda y la oferta

Cuando una empresa considera seriamente el incremento de su capacidad instalada, significa que bajo las condiciones actuales de operación ya no puede cubrir la cantidad que demanda el mercado de su o sus productos. Esta producción adicional que debe realizar presenta varios aspectos.

Para realizar el análisis de la demanda y la oferta de sus productos, ya no es necesario ir fuera de la empresa a realizar encuestas sobre la aceptación del producto o productos, pues éste ya ha sido aceptado de tal forma que dicha demanda sobrepasó las estimaciones iniciales. Incluso se puede decir que las estrategias de comercialización tuvieron el éxito esperado, puesto que ya se vende más de la cantidad de producto pronosticada. En la figura 7.1 se aprecia en una línea gruesa horizontal la capacidad máxima de la empresa. A esta línea horizontal se le considera la



**Figura 7.1** Capacidad de producción contra crecimiento de la demanda.

*oferta máxima* de los productos que la empresa coloca en el mercado, la cual se interpreta como si se estuviera trabajando tres turnos, al menos seis días a la semana, de forma que bajo las condiciones actuales, es prácticamente imposible elaborar una unidad más de producto.

En la figura 7.1 se observan tres líneas, numeradas como 1, 2 y 3, que representan tres tipos diferentes de crecimiento de la demanda que puede haber para una empresa manufacturera, y en el área sombreada el tiempo aproximado disponible para tomar la decisión de incrementar la capacidad instalada. Observe cómo en los tres casos la demanda de los productos de la empresa ha ido creciendo de forma que debe tomar la decisión de incrementar su capacidad instalada. Una empresa que observe cualquiera de los tres tipos de patrones de crecimiento de su demanda, o cualquier comportamiento intermedio a estas tres curvas, tiene aproximadamente un año para tomar una decisión para incrementar su capacidad instalada, de lo contrario empezará a perder muchos clientes y, sobre todo, empezará a perder imagen.

En primer lugar se analiza el crecimiento de la demanda representado por un patrón similar a la curva 1. Si se considera que en el eje horizontal está el tiempo, entonces la línea 1 representa el tipo de demanda que crece muy lentamente con el tiempo, pues en un periodo muy largo el tramo de la demanda que se ha incrementado, el cual se puede observar en el eje vertical, es realmente muy poco. Observe cómo en este caso la demanda ya ha rebasado la capacidad instalada, pero seguramente el propietario o director general de la misma no tiene interés en hacer una inversión para incrementar la capacidad instalada, ya que la demanda crece muy lentamente. Si bien es cierto que la empresa ya está saturada en su capacidad instalada, lo que debe analizar es cuál de las siguientes alternativas es la que más le conviene, desde el punto de vista económico:

1. Hacer nada, esto es, seguir fallando en entregar cierta cantidad de producto a algunos de sus clientes.
2. Enviar a maquilar<sup>1</sup> el producto faltante, con lo cual las ganancias disminuirían, pero no se perderán clientes.

<sup>1</sup> En el texto se entenderá como la acción de enviar a fabricar el producto a una empresa distinta de la propia y vender el producto con la marca de aquella empresa que lo envió a elaborar.



3. Determinar si es posible elaborar el producto faltante comprando una o varias máquinas adicionales, o bien desechar el equipo actual y comprar uno nuevo con mayor capacidad.

Por otro lado, si el patrón de conducta de la demanda fuera como la curva 2, el análisis deberá ser en otro sentido. La pendiente de la curva del crecimiento de la demanda es más positiva, y en este caso se estaría dejando de producir y entregar una cantidad sustancial de producto y aunque no se observe mucha diferencia con la curva 1 en el extremo derecho de la gráfica, la verdadera diferencia está del lado izquierdo, ya que en el mismo periodo la demanda ha crecido mucho más rápido en la curva 2 respecto del crecimiento de la curva 1, lo cual también se observa en la pendiente de la curva.

El análisis deberá centrarse en que si hay certeza de que la demanda seguirá creciendo a la misma tasa, entonces será conveniente considerar una fuerte inversión para ampliar la capacidad instalada, pensando tal vez no en el presente sino en el crecimiento futuro de la demanda, que de seguir la empresa con la misma capacidad, perdería muchos clientes y una oportunidad real de crecer. La pregunta que debe hacerse es: ¿Hasta dónde se debe ampliar la capacidad instalada? La cual considera no arriesgar una gran cantidad de inversión y, además, el riesgo de que la demanda no crezca a los niveles pronosticados.

Finalmente se comenta un incremento de la demanda con un patrón similar a la curva 3 de la figura 7.1. Evidentemente es una demanda de crecimiento muy rápido, observe la pendiente de la curva de demanda, y que el probable volumen demandado dentro de cinco años, respecto de la demanda actual podría ser el doble o aún más. Muchas empresas pequeñas cuya demanda de sus productos ha crecido hasta saturar su capacidad instalada y que han intentado crecer, han fracasado precisamente porque incrementar la capacidad instalada no es sólo comprar más equipos y volver a repetir los errores que ya se están cometiendo actualmente, en caso de que el uso de la tecnología no sea óptimo. Las alternativas que se pueden generar para tomar una decisión de incremento de la capacidad instalada son múltiples, y el tomar cualquiera de ellas dependerá de la rentabilidad económica que presente cada una de ellas, suponiendo que en todas hay un uso óptimo de la tecnología.

En definitiva, lo que se debe calcular es la *demandas potencial insatisfecha* de los productos de la empresa. El concepto es similar a aquel empleado para una empresa de nueva creación, pero la forma de cálculo es totalmente distinta. En la figura 7.2, se puede observar que la *DPI* es la diferencia entre la capacidad máxima de producción de la empresa, llamada *oferta*, y la curva creciente de demanda. El primer año la *DPI* es poca, pero conforme pasa el tiempo y crece la demanda, la *DPI* se va incrementando. Por tanto, la forma de calcular la *DPI* en un estudio de incremento de la capacidad instalada es:

- Dibujar la curva de las ventas históricas de la empresa con todos los datos que se tengan disponibles.
- Ajustar los puntos de la curva por regresión multivariada.
- Obtener la ecuación de la curva ajustada.
- Calcular una proyección de la demanda, con métodos similares a aquellos mostrados en el capítulo dos, de preferencia con escenarios optimista y pesimista. Recuerde que es mejor determinar un escenario donde es más probable que se encuentre la demanda en el futuro que hacer pronósticos puntuales.
- Determinar los límites del incremento de la capacidad instalada.
- Una vez determinada la demanda potencial insatisfecha, la empresa debe estar en posibilidad de declarar cuál será el mínimo y el máximo crecimiento de la demanda en el futuro de sus productos.

La gran diferencia en los cálculos radica en que, en la evaluación de un proyecto para instalar una industria nueva, los datos de demanda se toman de fuentes secundarias oficiales y con ellos se realiza una regresión de los puntos, en tanto que en el caso del estudio del incremento

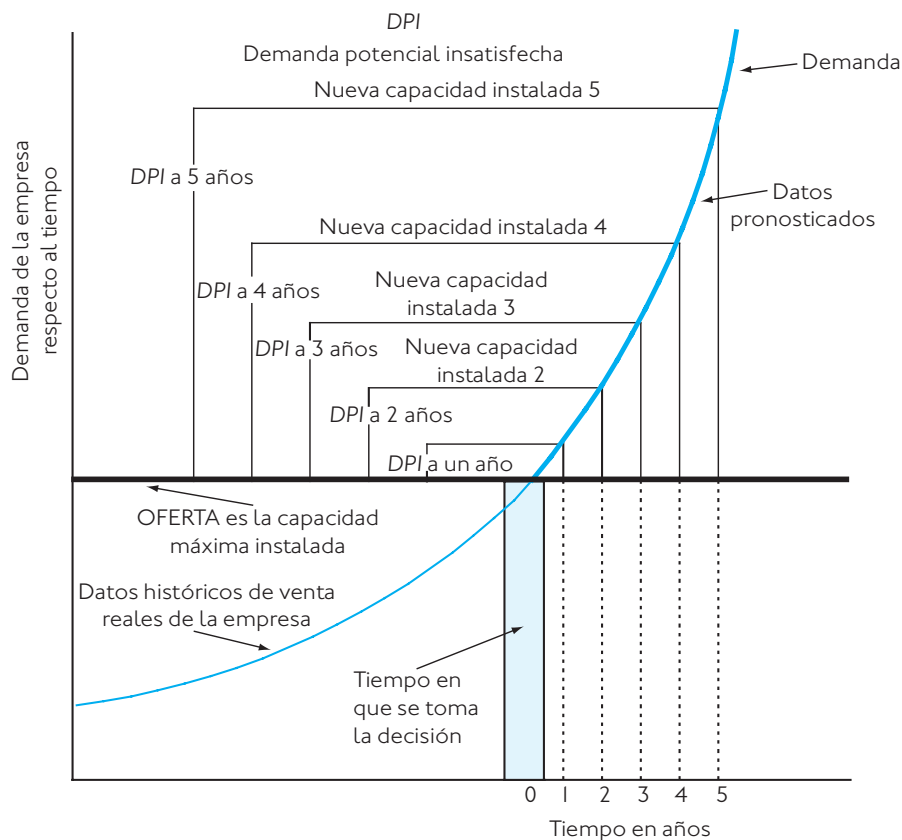


Figura 7.2 Demanda potencial insatisfecha en etapa de crecimiento de la empresa.

de la capacidad instalada, los datos históricos de demanda se toman de la propia empresa, que son más valiosos para este tipo de estudios que los datos de fuentes secundarias, pues esos datos reflejan el desempeño real de la empresa en el mercado, aunque para realizar el pronóstico la demanda de los productos seguirá influida por el comportamiento de la economía y alguna o algunas variables macroeconómicas influirán el comportamiento de la demanda futura de los productos de la empresa. Para detalles de la forma de cálculo consulte la teoría y el caso práctico mostrado en el capítulo dos.

### Estudio técnico

Una vez pronosticada la *DPI* a través de los años, los propietarios de la empresa deben determinar hasta qué punto desean cubrir esa *DPI* y hasta cuál año. Suponga que una empresa presenta un comportamiento en la demanda de sus productos similar a la mostrada en la figura 7.2. La decisión es sobre cuál de las nuevas capacidades instaladas entre la 2 y 5, señaladas en la figura, desea instalar o puede instalar. Existen dos escenarios muy definidos.

Si la demanda sigue creciendo conforme al pronóstico e instala desde antes que termine el año 1 una nueva capacidad, por ejemplo la 5, durante los siguientes 5 años la empresa no tendrá el problema de una demanda insatisfecha, no perderá clientes y ganará más mercado, pero la inversión será mucho mayor. Si instala una nueva capacidad, por ejemplo la 3, y la demanda sigue creciendo conforme al pronóstico, entonces al final de 3 años se enfrentará al mismo problema de incrementar la capacidad instalada. El otro escenario es que la demanda futura no se incremente conforme al pronóstico y al instalar una nueva capacidad, como la 5, perderá dinero pues tendrá una inversión no productiva.

Éstos son los aspectos que analiza el método y se pueden resumir en los siguientes puntos:

- 1. Determinar el equipo total adicional necesario para el incremento deseado** Una vez determinados los límites a los cuales puede llegar la demanda en los próximos 5 años, o cualquier otro periodo de análisis que fije la empresa, con base en la tecnología de producción que actualmente esté utilizando, se deberá hacer un estimado del número y capacidad de los nuevos equipos que será necesario adquirir para lograr el incremento deseado. En este caso no sólo es necesario realizar este análisis para los equipos clave, sino para todos los equipos productivos en general, pues si bien es cierto que los equipos clave son los más importantes, el resto de los equipos también deberán incrementarse para lograr un aumento de la capacidad instalada. Este análisis incluye un incremento en el área de almacén, el cual también deberá contar con más área al incrementarse la producción.
- 2. Determinación del posible incremento en la producción, de acuerdo a las áreas disponibles** Esto incluye la utilización de las áreas de expansión, si las hubiera, o los espacios libres dentro del área productiva, también si los hubiera. Verificar si tales espacios son suficientes para instalar el incremento deseado de capacidad.

En este punto se enfatizan las bondades de que al momento de diseñar una planta nueva se establezcan áreas de expansión que en un principio funcionen como jardines y que dentro del área productiva se dejen espacios muy sobrados, en la medida que se siga aplicando de manera eficiente el principio de *mínima distancia recorrida para los materiales*, esto es, dejar espacios sobrados no debe entenderse como hacer que los materiales viajen distancias extras sin necesidad, ya que cada metro que se transporta ese material ocasiona un costo para la empresa.

En caso de que se tenga algún espacio de expansión, determinar hasta dónde es posible incrementar la capacidad productiva. En este punto se empiezan a generar una serie de alternativas de expansión: la más simple es aprovechar esas áreas que se determinaron desde el diseño inicial de la planta. Si existen tales espacios analizar la cantidad de equipos adicionales que pueden instalarse y determinar hasta dónde es posible incrementar la capacidad.

- 3. Construir un segundo nivel en la planta** Si no se cuenta con ese espacio o el que se tiene no es suficiente para instalar la capacidad productiva deseada, aplicar el principio de **utilización del espacio cúbico**. Esto significa construir uno o dos niveles por arriba de las instalaciones actuales y trasladar hacia arriba, hacia esos nuevos espacios, las áreas que sea más sencillo trasladar, por ejemplo, oficinas y almacenes. Con frecuencia las áreas productivas presentan mucha dificultad para operar en niveles superiores de construcción, sin embargo, no se puede descartar del todo a esta alternativa.

#### utilización del espacio cúbico

construir uno o dos niveles por arriba de las instalaciones actuales y trasladar hacia arriba, hacia esos nuevos espacios, las áreas que sea más sencillo trasladar

Aplicar el principio de *aprovechamiento del espacio cúbico* implica, en este caso, que los métodos de manejo de materiales seguramente también van a cambiar, de un transporte horizontal de materiales cuando los almacenes estaban a la misma altura que el área productiva, a un transporte vertical de materiales, dado que ahora los almacenes bien podrían estar en un nivel superior de construcción, dejando en la planta baja al área productiva, casi de forma exclusiva.

- 4.** En caso de que la expansión de áreas disponibles se obtenga con la construcción de un segundo nivel en la planta, total o parcial, deberá determinarse si la tecnología de producción que se emplea permite realizar una **instalación en forma escalada** de los nuevos equipos, esto es, no instalar una enorme capacidad adicional desde el año 1 de expansión, sino hacerlo de forma paulatina para no realizar una gran inversión desde el principio, con el riesgo que no crezca la demanda de los productos de la empresa en las cantidades pronosticadas.

#### instalación en forma escalada

instalar una capacidad adicional desde el año 1 de expansión de forma paulatina para no realizar una gran inversión desde el principio

En todos los casos en que sea posible realizar el incremento de la capacidad instalada en forma escalonada, deberá aplicarse el principio de *flexibilidad*, pues se busca precisamente que la planta se pueda adaptar rápidamente a los cambios que el mercado requiere, en este caso, que se pueda incrementar la capacidad productiva de forma gradual, sin perturbar o aun detener la elaboración de los productos en la planta.

Para realizar este análisis se utiliza un diagrama de usos múltiples similar al mostrado en la figura 3.18. Lo importante es realizar un análisis de todas las variantes de cada alternativa de crecimiento desde el punto de vista de la ingeniería del proyecto, para finalmente evaluar económicamente cada una de ellas.

## Análisis económico

Al igual que en el método normal de evaluación de proyectos, aquí hay que realizar un análisis económico para determinar la inversión inicial y los costos. Los costos no sólo incluyen la inversión en activo fijo (equipos), también hay que considerar costos de desmontar equipo usado e instalar equipo nuevo, nuevas instalaciones de tubería o instalaciones eléctricas, nuevas instalaciones de servicios, gas, aire comprimido, agua fría, agua caliente, etc., derribar y construir nuevos muros o piso, etc. Considere como un ingreso el valor al cual se pueden vender los equipos usados (valor de salvamento), en caso de que el incremento de la capacidad instalada implique deshacerse de ciertos equipos.

Las determinaciones económicas, que ya no es necesario realizar, son: capital de trabajo, balance general, *TMAR* (tasa mínima aceptable de rendimiento), razones financieras y punto de equilibrio. De nuevo debe haber determinaciones de la inversión inicial, a la cual ahora se le llamará inversión inicial incremental, cálculo de depreciación y amortización de las nuevas adquisiciones en equipos y construcciones, los costos de operación de las nuevas instalaciones y un estado de resultados que ahora se llamará *estado de resultados incremental*.

## Determinación de la rentabilidad económica de cada alternativa por análisis incremental

En el capítulo cinco del texto se han presentado los métodos de evaluación económica más comúnmente utilizados que son el *VPN* (valor presente neto) y la *TIR* (tasa interna de rendimiento), los cuales son apropiados cuando se toman decisiones de inversión sobre una sola alternativa, justo como el ejemplo que se sigue en el texto sobre una empresa elaboradora de mermeladas. Sin embargo, cuando se analiza reemplazo de equipo o incremento de la capacidad instalada, aquellos métodos ya presentan desventajas, por lo que se utiliza una variante llamada *análisis incremental*, lo cual da origen al *VPN incremental* o a la *TIR incremental* denotados como  $\Delta VPN$  y  $\Delta TIR$ .

Mientras el *VPN* y la *TIR* calculan la rentabilidad económica de una inversión tomando en cuenta todos los flujos de efectivo que se generan, tales como ingresos por venta, costos totales, inversión total, entre otros, partiendo de cero, esto es, la empresa se encuentra en la fase de planeación, en tanto que cuando se analiza el reemplazo de equipo o el incremento de la capacidad instalada, la empresa ya tiene una historia, la empresa ya tiene una parte del mercado y la demanda de sus productos está creciendo, por tanto, ya no es conveniente utilizar los mismos métodos de evaluación económica.

Los métodos de *VPN* y *TIR*, cuando se aplican como tales en un análisis de incremento de la capacidad instalada, generalmente tienden a considerar como inversión sólo a aquella realizada para incrementar la capacidad de producción, pero cuando consideran los ingresos (y por tanto el beneficio neto de operación), tienden a considerar a toda la planta, lo cual es erróneo. La forma correcta de considerar los flujos de efectivo en inversiones tendientes al análisis de aumento de la capacidad productiva, es tomar en cuenta sólo los incrementos, esto es,

se incrementa la inversión y a esta inversión adicional debe corresponder un incremento en las ganancias, no es que esta inversión adicional genere todas las ganancias de la planta sino sólo una cantidad adicional. Por eso se llama **análisis incremental** y por eso es el método más apropiado en estos casos.

Por ejemplo, en el caso que se sigue en el texto, trabajando un solo turno (vea tabla 4.32), el flujo neto de efectivo anual se ha calculado como \$1 967 (miles de pesos). Suponga que han transcurrido determinado número de años, que la demanda ha crecido enormemente y que ahora la empresa trabaja tres turnos, que produce 3 000 ton anuales de producto y que genera un flujo neto de efectivo anual de \$6 143 (miles de pesos). Como la demanda de sus productos ha crecido bastante, considera seriamente la posibilidad de incrementar su capacidad de producción. Suponga que después de un análisis minucioso se determina que la empresa quiere elevar la capacidad instalada en 1 000 ton/año y que para ello requiere invertir una cantidad adicional de \$1 800 (miles de pesos) en activo fijo de producción. Al hacer un análisis sin inflación, esto es, que los precios tanto de las materias primas como el precio del producto terminado se han mantenido sin cambios a lo largo de  $n$  años, se puede decir en términos generales que el flujo neto de efectivo anual de toda la operación de la empresa se podría incrementar hasta unos \$8 000 (miles de pesos).

El análisis incremental debe considerar sólo la inversión adicional de \$1 800 y también el flujo neto de efectivo adicional, esto es, al nuevo ingreso calculado de \$8 000 habría que restar \$6 143, el ingreso que se genera antes de incrementar la capacidad instalada, y con estos datos incrementales calcular ya sea el  $\Delta VPN$  o la  $\Delta TIR$ , con las observaciones pertinentes de estos cálculos, lo cual incluye la determinación de un valor de salvamento apropiado, tanto del equipo usado así como el valor de salvamento de la nueva inversión, después de cierto número de años de uso. Aquí se puede observar por qué sería un error considerar que la inversión adicional de \$1 800 genera una ganancia neta anual de \$8 000 (miles de pesos) y calcular el  $VPN$  o la  $TIR$  para tomar una decisión. En el caso práctico que se muestra se harán determinaciones de la rentabilidad económica de la inversión adicional por medio del análisis incremental.

#### análisis incremental

análisis para el aumento de la capacidad productiva que sólo toma en cuenta la inversión adicional, a la cual debe corresponder una cantidad adicional en las ganancias

## CASO PRÁCTICO

En el caso práctico que se presenta se hacen ciertas suposiciones sobre el incremento de la demanda en el futuro, pues ésta es una determinación clave. No se hace una determinación puntual para no forzar la obtención de una solución única y directa, sino más bien se tratará de aplicar el principio de *flexibilidad* de distribución de la planta para demostrar cómo se puede incrementar la capacidad instalada con una inversión inicial mínima, pero dejando abierta la posibilidad de crecimiento no sólo gradual sino con el mínimo esfuerzo e inversión.

Como caso de estudio se tomará a la misma empresa elaboradora de mermeladas que se ha venido tratando a lo largo de todo el texto, pues con esto ya se tiene una base de comparación y ya se cuenta con una serie de datos de mercado, tecnológicos y de costos.

### Análisis de la demanda

Suponga que la capacidad de producción máxima actual de la empresa productora de mermeladas, es de 3 000 ton anuales con tres turnos de trabajo de lunes a sábado, que la demanda y la producción ya están en ese nivel, y que se quiere prever el crecimiento para los próximos 5 años, es decir, se debe instalar una nueva capacidad tal que en los próximos 5 años no se tengan problemas de saturación de capacidad instalada. Los propietarios de la empresa pretenden:

- Realizar la menor inversión posible para no arriesgar su dinero.

- No detener la producción de las instalaciones actuales, esto es, instalar y empezar a operar el nuevo equipo sin detener la producción en ningún momento.
- Dotar a las nuevas instalaciones de suficiente flexibilidad, de forma que si fuera necesario incrementar aún más la capacidad instalada se pueda lograr con la menor cantidad de esfuerzo y de inversión.

¿Cuál es el pronóstico de la demanda para los próximos 5 años? Suponga que la empresa cuenta con los elementos de análisis estadísticos suficientes y que realiza un análisis de regresión con los datos históricos que ha acumulado la empresa de sus propias ventas y se ha determinado la demanda futura.

Esto significa que cualquier empresa que realice un estudio para ampliar su capacidad instalada debe obtener una gráfica similar a la figura 7.3 con datos históricos propios y realizando una regresión con al menos tres variables, la primera variable sería el tiempo, la segunda la serie histórica de ventas de la empresa y la tercera una variable macroeconómica cuyo comportamiento histórico determine en buena medida el comportamiento de las ventas de la empresa, esto es, hay que realizar un análisis similar al mostrado en el caso práctico del capítulo dos. Los datos obtenidos, tomados de la figura 7.3 son aproximadamente los siguientes:

Año	Producción mínima	Incremento anual (ton)	Producción máxima	Incremento anual (ton)
1	3 100	100	3 250	250
2	3 200	100	3 700	450
3	3 300	100	4 200	500
4	3 400	100	4 800	650
5	3 500	100	6 000	1 150

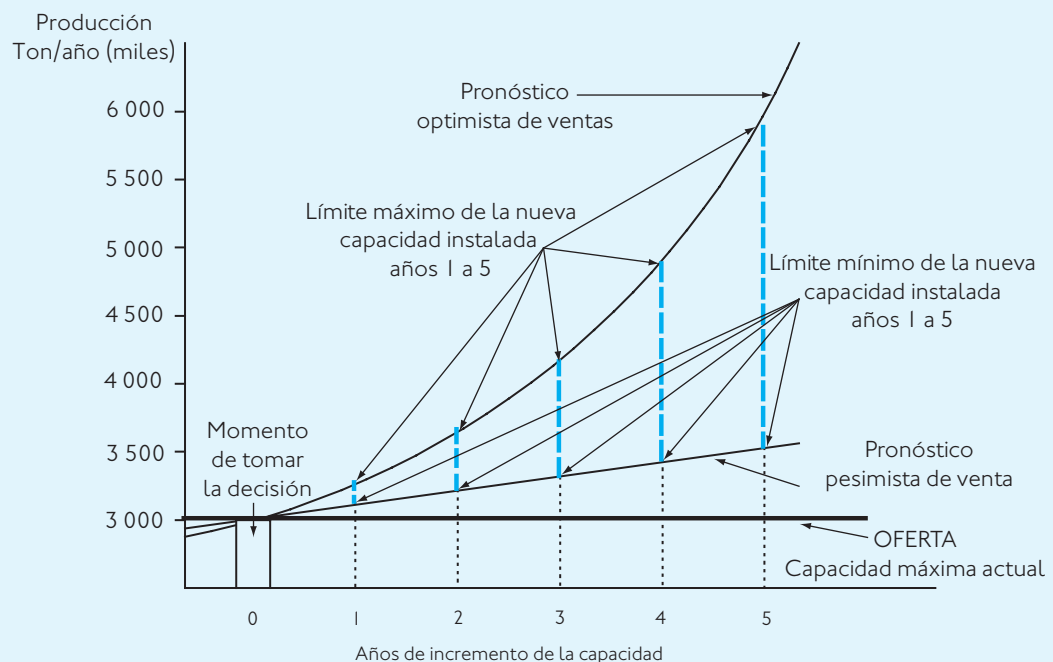


Figura 7.3 DPI optimista y pesimista de la empresa elaboradora de mermeladas.

En la figura 7.3 se observan los límites de la nueva capacidad instalada a través de los años, de acuerdo con los pronósticos optimista y pesimista de ventas. La decisión a la cual se enfrenta la empresa es incrementar la capacidad de acuerdo al pronóstico pesimista o de acuerdo al pronóstico optimista de ventas, aunque lo ideal sería instalar una capacidad adicional de acuerdo al pronóstico pesimista y tener la suficiente flexibilidad para incrementar con rapidez la capacidad y alcanzar a cubrir en muy poco tiempo la demanda optimista de ventas. Bajo los pronósticos pesimistas el crecimiento de las ventas en 5 años sería cercano a 17% (16.67%), en tanto que bajo los pronósticos optimistas el crecimiento en 5 años sería de 100%, al pasar de unas ventas de 3 000 ton/año a unas ventas de 6 000 ton/año. Sin embargo, todos son pronósticos y de lo que se tiene más certeza es que la demanda en los próximos 5 años estará dentro de los límites pronosticados, o *escenario del pronóstico de ventas*, tal como lo muestra la figura 7.3.

La empresa considera que puede alcanzar con relativa facilidad los pronósticos pesimistas de ventas y que, con una campaña publicitaria bien desarrollada, podría alcanzar los pronósticos optimistas aunque las condiciones macroeconómicas no fueran del todo halagadoras, de manera que considera que debe estar preparada para enfrentar esta situación invirtiendo y arriesgando lo menos posible.

## Estudio técnico

### DETERMINAR EL EQUIPO TOTAL ADICIONAL NECESARIO PARA EL INCREMENTO DESEADO

La tabla 7.1 es muy importante para tomar decisiones, declara los límites máximo y mínimo entre los cuales se deberá incrementar la capacidad instalada y esto determina directamente la cantidad y capacidad de equipos adicionales necesarios.

Como ya se declaró en el estudio técnico del capítulo tres, los equipos clave en el proceso de elaboración de mermeladas son la esterilizadora, la envasadora, la tapadora<sup>2</sup> y la etiquetadora. Las condiciones de trabajo actuales son 7 lotes por turno de producto, cada lote con 1 000 frascos de 500 g cada uno, de forma que la producción por turno es de 7 000 frascos, equivalente a 1 094 frascos/h. Si se trabajan 3 turnos, entonces la producción diaria es de 21 000 frascos. Con un promedio de 300 días laborables en el año, se están produciendo actualmente 63 millones de frascos de 500 g por año. Al expresar este resultado en toneladas, se tienen 3 150 ton/año. Suponga que la empresa al llegar a los tres turnos de trabajo continuo se da cuenta de que no es posible producir siempre al mismo ritmo de 7 000 frascos por turno, esto es, 21 000 frascos/día (6 700 frascos/turno) por lo que en vez de producir esa cantidad, ha determinado que sólo puede producir 20 000 frascos/día, lo que arroja un total de 3 000 ton/año, lo cual es 95.2% de las 3 150 ton/año teóricamente calculadas, y da un margen en la capacidad productiva que pueda absorber los imprevistos normales en la operación de una empresa de manufactura, que equivale a una tasa de procesamiento promedio de 1 042 frascos/h.

Por otro lado, también se sabe por el estudio técnico que las capacidades de los equipos clave disponibles en el mercado son: para la esterilizadora en múltiplos de  $m^3$ , esto es de 2, 3, . . . ,  $m^3$ , para la envasadora y etiquetadora, sus capacidades crecen en rangos de 500 unidades por hora. Aunque no son considerados equipos clave por su costo, también es necesario analizar la capacidad de la lavadora de fruta y de los tanques de mezcla y de concentración, para determinar hasta dónde es posible que absorban más producción sin causar un cuello de botella. La caldera, que podría considerarse como un equipo clave, en el ejemplo que se sigue está muy sobrada de capacidad, por lo que no se analiza.

<sup>2</sup> Envasadora y tapadora están acopladas para que en seguida de que se envase el producto se coloque la tapa al frasco, como puede verse en la figura 3.17 y, desde luego, tienen la misma capacidad; en lo sucesivo, al hablar de envasadora se deberá entender que también está incluida la tapadora.

Todos los demás equipos necesarios para el proceso como tanques de acero inoxidable, tubería, banda transportadora, etc., se fabrican de acuerdo a las necesidades de la empresa. Es evidente que va a ser necesario adquirir más tanques e incluso instalar una nueva línea de producción si el espacio disponible y la demanda en el futuro lo permiten. Se puede observar que tanto la llenadora como la etiquetadora tienen la misma capacidad, lo cual es obvio pues son fabricados para que una adhiera etiquetas a los frascos que la otra recién ha envasado, formando una línea sin cuellos de botella. También de los datos mostrados en el estudio técnico se puede observar que la esterilizadora tiene una utilización de 92% y tanto la envasadora como la etiquetadora tienen una eficiencia de utilización de 66.7%.

Una vez calculado el crecimiento promedio anual de la demanda, ahora hay que transformar esas cifras en nuevas capacidades necesarias de los equipos. La tabla 7.2 muestra el incremento de la demanda y de la producción de acuerdo al número de turnos trabajados y al número y capacidades necesarias de los equipos a adquirir.

La forma en la cual se realizaron estos cálculos, de acuerdo a los datos mostrados en el estudio técnico, es la siguiente:

- El tiempo efectivo de labor en un turno de trabajo es de 80% (6.4 h), se producen 7 lotes por turno, en cada lote se producen 1 000 frascos de 500 g cada frasco, por lo que la producción es de 7 000 frascos/turno y teóricamente 21 000 frascos/día trabajando tres turnos. Al considerar 300 días laborables al año, esto genera 63 millones de frascos anualmente, lo que equivale a 3 150 ton/año. Se dice que en teoría pues en el tercer turno no se tiene el mismo rendimiento que en los dos primeros turnos, por lo que conservadoramente se considera una producción anual de 3 000 ton, lo cual hace disminuir la producción a 20 000 frascos/día a 6 700 frascos/turno en promedio.
- Si se considera que la demanda aumenta a 3 500 ton/año, esto equivale a 70 millones de frascos anuales (cada frasco de producto contiene 500 g), los cuales divididos entre 300 días laborables al año, arroja una producción diaria de 23 333 frascos, los que han sido redondeados a 23 300 frascos/día. Desde luego, si se trabaja un solo turno ésta sería la producción diaria, pero si se trabajan dos turnos se tendrían que elaborar 11 650 frascos/turno y si se trabajan tres turnos diarios, se tendrían que producir tan sólo 7 800 frascos/turno.
- Con esta nueva producción se hace el cálculo de la producción por turno, si se trabajan 1, 2 o 3 turnos, con un rango de crecimiento de la demanda desde 3 000 hasta 6 000 ton/año.

Estos datos ahora hay que transformarlos en piezas a procesar por turno, considerando que sólo se trabaja en forma efectiva 80% del tiempo disponible por turno y, por tanto, del día. Si bien es cierto que en todos los cálculos hechos en el estudio técnico ya se consideró un tiempo disponible por turno de 6.4 h, esto no implica que en los cálculos de la tabla 7.2 ya esté hecha esta consideración, esto es, para producir las cantidades señaladas sólo se dispone de 6.4 h por turno y un poco menos en el tercer turno. Otra consideración importante es la variación del

**Tabla 7.2**

Producción	Millones de frascos/año	Fracos/día	Fracos/turno, con 3 turnos	Fracos/turno, con 2 turnos	Fracos/turno, con 1 turno
3 000 ton/año	60	20 000	6 700*	10 000	20 000
3 500 ton/año	70	23 300	7 800	11 650	23 300
4 000 ton/año	80	26 700	8 900	13 350	26 700
4 500 ton/año	90	30 000	10 000	15 000	30 000
5 000 ton/año	100	33 000	11 100	16 500	33 000
5 500 ton/año	110	36 700	12 200	18 350	36 700
6 000 ton/año	120	40 000	13 300	20 000	40 000

\* Recuerde que aunque en el capítulo tres y en el párrafo anterior se dice que la producción es de 7 800 frascos por turno, se hizo un ajuste de la producción anual de 3 150 a 3 000 ton/año, y por esta razón disminuyó el número de frascos por turno.



**Tabla 7.3 Incremento de producción y necesidades de capacidad de esterilizadora**

Ton/año	3 turnos				2 turnos			1 turno		
	lote/turno	fcos/lote	m <sup>3</sup>	% efic	fcos/lote	m <sup>3</sup>	% efic	fcos/lote	m <sup>3</sup>	% efic
3 500	7	1 114	2 m <sup>3</sup>	55.70	1 644	2 m <sup>3</sup>	82.20	3 328	4 m <sup>3</sup>	83.20
4 000	7	1 271	2 m <sup>3</sup>	63.55	1 907	2 m <sup>3</sup>	95.35	3 814	4 m <sup>3</sup>	95.30
4 500	7	1 428	2 m <sup>3</sup>	71.40	2 143	3 m <sup>3</sup>	71.43	4 285	5 m <sup>3</sup>	85.70
5 000	7	1 585	2 m <sup>3</sup>	79.25	2 357	3 m <sup>3</sup>	78.56	4 714	5 m <sup>3</sup>	94.28
5 500	7	1 742	2 m <sup>3</sup>	87.10	2 621	3 m <sup>3</sup>	87.37	5 242	6 m <sup>3</sup>	87.36
6 000	7	1 900	2 m <sup>3</sup>	95.00	2 857	3 m <sup>3</sup>	95.23	5 714	6 m <sup>3</sup>	95.23

**Nota:** La columna m<sup>3</sup> significa la cantidad de m<sup>3</sup> que es necesario tener disponible para obtener la cantidad de lotes y frascos que declara la columna respectiva, ya sea en 1, 2 o 3 turnos de trabajo.

tiempo de esterilización en una esterilizadora de mayor capacidad,<sup>3</sup> para efectos de simplicidad se considera que el tiempo de esterilización es independiente del tamaño de la autoclave (esterilizadora), esto es, toma una hora esterilizar una autoclave llena de producto, cualquiera que sea su capacidad. Los datos de la tabla se calcularon como sigue: si la demanda es de 4 000 ton/año, entonces hay que producir 26 700 frascos/día, pero si sólo se dispone de un turno de trabajo (6.4 h), entonces la capacidad de los equipos será mucho mayor que si se dispone de dos turnos (12.8 h) para elaborar la misma cantidad de producto y, por supuesto, diferente capacidad si se dispone de 3 turnos de trabajo. Se considera que se pueden elaborar 7 lotes en el turno 1, 7 lotes en el turno 2 y 6 lotes en el turno 3.

La tabla 7.3 muestra estas consideraciones para los tres turnos. La primera columna a la izquierda muestra el aumento de la demanda y de la producción hasta 6 000 ton/año. La segunda columna está bajo el supuesto de que se elaboran 7 lotes de producción por turno, que es la misma suposición hecha en el estudio técnico. La tercera columna ya pertenece al encabezado de 3 turnos, lo cual significa trabajar en las mismas condiciones actuales, pero con un aumento de la demanda de 500 ton/año.

Evidentemente la planta ya está saturada en su capacidad productiva, si la demanda se elevara a tan sólo 3 500 ton/año (datos del primer renglón), ahora deberá producir 1 114 frascos por lote, en vez de los 1 000 actuales, pero como la capacidad de la esterilizadora ya es insuficiente, la columna de m<sup>3</sup> dice que ahora es necesario contar, ya sea con dos esterilizadoras de 1 m<sup>3</sup> o con una de 2 m<sup>3</sup>, esto es, se deberá contar con un mínimo de 2 m<sup>3</sup> de capacidad de esterilización, la cual sería suficiente incluso si se llegara a una demanda de 6 000 ton/año, pero trabajando siempre 3 turnos. La quinta columna de izquierda a derecha dice cuál sería el porcentaje de utilización de una esterilizadora de 2 m<sup>3</sup> o dos esterilizadoras de 1 m<sup>3</sup> cada una, trabajando para satisfacer ese rango de producción anual. Recuerde que la esterilizadora es un equipo clave que sólo se vende en el mercado en múltiplos de m<sup>3</sup>. El resultado de esa columna es obvio, ya que si se ha comprado el doble de capacidad de esterilización, es necesario producir prácticamente el doble, de 3 000 ton/año en la actualidad hasta 6 000 ton/año, para que la o las esterilizadoras se ocupen a 95% de su capacidad. La misma interpretación de los datos del resto de las columnas se hace cuando se trabajan 2 y 1 turno, esto es, si se trabajan sólo dos turnos para producir la misma cantidad de producto, se deberá contar en equipo de mayor capacidad. Se puede observar cómo al producir 6 000 ton/año se requiere una capacidad de esterilización de 6 m<sup>3</sup>, ya sea en la forma de 6 esterilizadoras de 1 m<sup>3</sup>, 3 de 2 m<sup>3</sup>, etc., siempre que se trabaje un solo turno.

También se puede observar que la peor utilización de la capacidad de esterilización se obtiene al trabajar 3 turnos, y la mejor al trabajar 1 turno; sin embargo, la tabla 7.3 no dice toda

<sup>3</sup> El proceso de esterilización con base en temperatura y presión con el uso de una autoclave, consiste en hacer llegar hasta el centro de la autoclave cargada con producto, la presión y temperatura apropiadas por determinado tiempo. A mayor dimensión de la autoclave podría tomar más tiempo hacer llegar las condiciones de esterilización hasta el centro de la misma, dado que contiene mayor cantidad de producto.

la historia, porque al trabajar un solo turno se aprovecha más la capacidad de esterilización en ese turno, pero el resto del día la esterilizadora permanecería inactiva. Por ejemplo, si se van a producir 6 000 ton/año trabajando un solo turno al día, la eficiencia de utilización diaria de la esterilizadora no sería de 95.23% sino una tercera parte, esto es, aproximadamente 32% de utilización, ya que durante dos turnos permanecerá inactiva.

Con estos datos no es tan sencillo saber cuál es la mejor alternativa para invertir, dependiendo de la demanda. Falta analizar de la misma forma los otros equipos clave que son la envasadora y la etiquetadora, el incremento de inversión, la construcción adicional necesaria para elaborar sin problema la nueva producción, cualquiera que sea el aumento de producción y, sobre todo, falta analizar cada alternativa desde el punto de vista de rentabilidad económica para tomar una decisión final integral y satisfactoria.

El análisis de los otros equipos clave, la envasadora y la etiquetadora, se analizan de manera similar y los resultados se muestran en la tabla 7.4. Recuerde que estos equipos se pueden adquirir en el mercado con capacidades que varían en rangos de 500 unidades/hora y que el equipo actual tiene una capacidad de 1 500 frascos/h de 500 g cada frasco y se está utilizando a 66.7% de su capacidad, si el tiempo efectivo de trabajo por turno es de 6.4 h y se producen actualmente 6 700 frascos/turno.

De una manera similar se han calculado los datos de la tabla 7.4. Observe cómo la eficiencia en el uso de estos equipos clave es mayor debido a que los rangos de las capacidades disponibles varían de forma más estrecha. Aún así, el mayor aprovechamiento de la envasadora y etiquetadora se obtiene trabajando un solo turno, pero al igual que con la esterilizadora, en realidad trabajar un solo turno es la peor opción, pues el equipo permanecería ocioso el resto del día.

Con los datos de las tablas 7.2 a 7.4 ya se pueden obtener algunas conclusiones y tomar algunas decisiones:

- Es una decisión de la empresa trabajar 1, 2 o 3 turnos. Suponga que se decide trabajar hasta tres turnos.
- Se hace una planeación para 5 años. Esto significa incrementar la capacidad productiva a un mínimo de 3 500 ton/año y a un máximo de 6 000 ton/año de acuerdo con los datos obtenidos del cálculo de la demanda potencial insatisfecha para un periodo de 5 años.

Por tanto, los datos de lectura de las tablas 7.2 a 7.4 estarán centrados en la columna de tres turnos y en las filas de 3 500 y 6 000 ton/año:

- Para el año 5 se debe tener capacidad en todos los equipos, incluyendo tanques, para elaborar entre 11 650 y 20 000 frascos/h. Esto implica que:
  - Para el quinto año de expansión se deberá contar con una capacidad de esterilización mínima de 2 m<sup>3</sup>. Esto significa tener al menos dos esterilizadoras de 1 m<sup>3</sup> de capacidad cada una.

Ton/año	3 turnos			2 turnos			1 turno		
	fcos/h	Enva/h	% efíc	fcos/h	Enva/h	% efíc	fcos/h	Enva/h	% efíc
3 500	1 114	1 500	74.26	1 644	2 000	82.20	3 328	4 000	83.20
4 000	1 271	1 500	84.73	1 907	2 000	95.35	3 814	4 000	95.35
4 500	1 428	1 500	95.20	2 143	2 500	85.72	4 285	5 000	85.70
5 000	1 585	2 000	79.25	2 357	2 500	94.28	4 714	5 000	94.28
5 500	1 742	2 000	87.10	2 621	3 000	87.36	5 242	5 500	95.31
6 000	1 900	2 000	95.00	2 857	3 000	95.23	5 714	6 000	95.23

**Nota:** Enva/h significa capacidad de envasado por hora.

- Para el quinto año de expansión se deberá contar con una capacidad de envasado-tapado y etiquetado mínima de 2 000 frascos/h, ya sea en forma de una sola envasadora-tapadora y etiquetadora de esa capacidad, o bien comprar una adicional a la que ya se tiene, la cual tiene una capacidad de 1 500 frascos/h. La capacidad máxima deberá ser de 3 000 frascos/h, ya sea en la forma de dos envasadoras-tapadoras de 1 500 frascos/h, o de un solo equipo de esa capacidad. La capacidad mínima disponible en el mercado para envasadoras, tapadoras y etiquetadoras es de 1 000 frascos/h de 500 g cada frasco.

Como se tienen varias alternativas para incrementar la capacidad productiva, este análisis claramente permite aplicar el principio de *flexibilidad*. Se considera *a priori* que es mejor tener dos líneas de producción, la nueva línea idéntica a la original, que tener una sola con equipos de mayor capacidad. Con las conclusiones obtenidas se sabe que para el incremento de la capacidad instalada se requiere de la compra de al menos una esterilizadora adicional de 1 m<sup>3</sup>. También se sabe que será necesario tener desde el inicio de la expansión otra envasadora, otra tapadora y otra etiquetadora, como máximo de una capacidad igual a las máquinas que se tienen en la actualidad.

La flexibilidad radica en que no se debe instalar otra línea completa de producción desde un principio, sino hacerlo por partes para que, en caso que la demanda no crezca conforme a los pronósticos, no se haya hecho una inversión que sea improductiva. De acuerdo a la cantidad de equipo y a la distribución de planta original, que se muestra en la figura 3.17, en caso de producir el doble de la capacidad productiva actual, sería necesario tener seis tanques de acero inoxidable; uno de mezcla, tres tanques de escaldado y dos tanques de concentración, pero esta decisión está sujeta al análisis de rentabilidad económica de cada alternativa.

## DETERMINACIÓN DEL POSIBLE INCREMENTO EN LA PRODUCCIÓN, DE ACUERDO A LAS ÁREAS DISPONIBLES

### Alternativa 1

La primera opción de incremento de la capacidad instalada es la *utilización de las áreas de expansión*, si es que existen dentro de la empresa, y la *utilización de los espacios disponibles*, si los hubiere, dentro del área productiva de la empresa. De acuerdo con los datos del estudio técnico desarrollados en el capítulo tres se tiene que los espacios de la planta (vea las figuras 3.22 y 3.23), tal como fue diseñada, son los siguientes:

- Área total de terreno, 750 m<sup>2</sup>, 25 m de frente y 30 m de fondo.
- Almacenes 125 m<sup>2</sup>.
- Planta alta 175 m<sup>2</sup>. Contiene oficinas y sanitarios.
- Jardines 189 m<sup>2</sup>. Pueden considerarse como áreas de expansión.
- Caldera 20 m<sup>2</sup>.
- Producción 216 m<sup>2</sup>.
- El estacionamiento no se considera un área de expansión.

La planta sólo va a incrementar la capacidad instalada utilizando las áreas de expansión que tiene disponibles, se ha decidido no hacer construcciones adicionales, excepto techar las áreas de expansión.

Las áreas de expansión, de acuerdo a lo señalado en la tabla 3.15,<sup>4</sup> son 189 m<sup>2</sup>. Esto arroja un total de  $216 + 189 = 405$  m<sup>2</sup>. El área adicional disponible para producción se incrementó en 87.5% y fue posible gracias a que en el diseño inicial de la planta se consideraron áreas de expansión. La recomendación obvia es incrementar la capacidad instalada con la menor inver-

<sup>4</sup> La planta tiene una superficie total de 750 m<sup>2</sup>. De éstos, y sólo en la planta baja que es donde se mide el terreno, se tienen: 200 m<sup>2</sup> de estacionamiento, 125 m<sup>2</sup> de almacenes, 405 m<sup>2</sup> de producción, considerando áreas de expansión, y 20 m<sup>2</sup> de caldera, lo que totaliza los 750 m<sup>2</sup>.

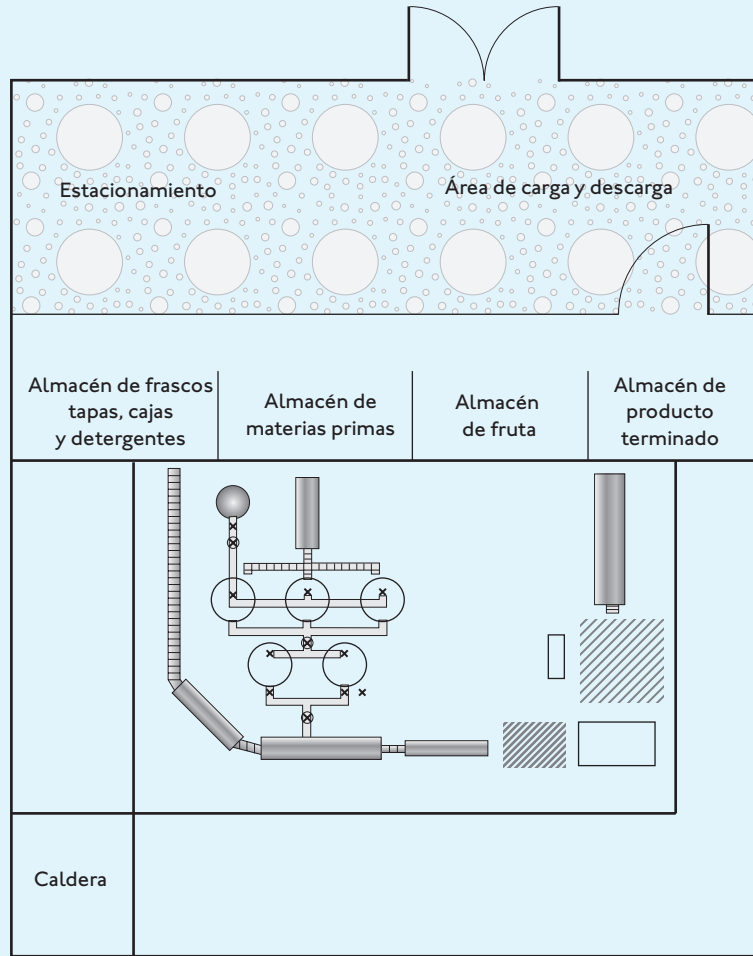


Figura 7.4 Distribución original de la planta.

sión posible y esto se produce cuando sólo se aprovechan las áreas de expansión y se compra más equipo, dejando el resto de las áreas de la planta tal como estaban inicialmente. Por tanto, la determinación que se deberá realizar es hasta qué punto se puede incrementar la capacidad instalada con 189 m<sup>2</sup> adicionales disponibles en el área de producción, sin olvidar que al generar mayor producción, seguramente va a ser necesaria mayor área de almacenes.

En la figura 7.4 se presenta la distribución original de la planta que es una réplica de la figura 3.17 pero con énfasis en el área de producción.

En la figura 7.5 se presenta una nueva distribución de la planta que considera los 189 m<sup>2</sup> adicionales en el área productiva en un croquis a escala, se elimina el área de estacionamiento y en lo sucesivo sólo se concentra en el área de producción.

La empresa tiene como premisas ineludibles:

- Debe hacer la expansión de la capacidad productiva al menor costo.
- Esto implica no desechar los equipos actuales y comprar nuevos de igual o mayor capacidad.
- No detener la producción actual para no perder clientes ni imagen.
- No mover los equipos actuales de su sitio original para no detener la producción.
- Si es absolutamente necesario mover alguno de los equipos actuales, será necesario instalar otro similar, hacerlo funcionar, y entonces cambiar de sitio a uno actual que esté en funcionamiento, pero la planta no se detendrá puesto que ya habrá un nuevo equipo instalado.

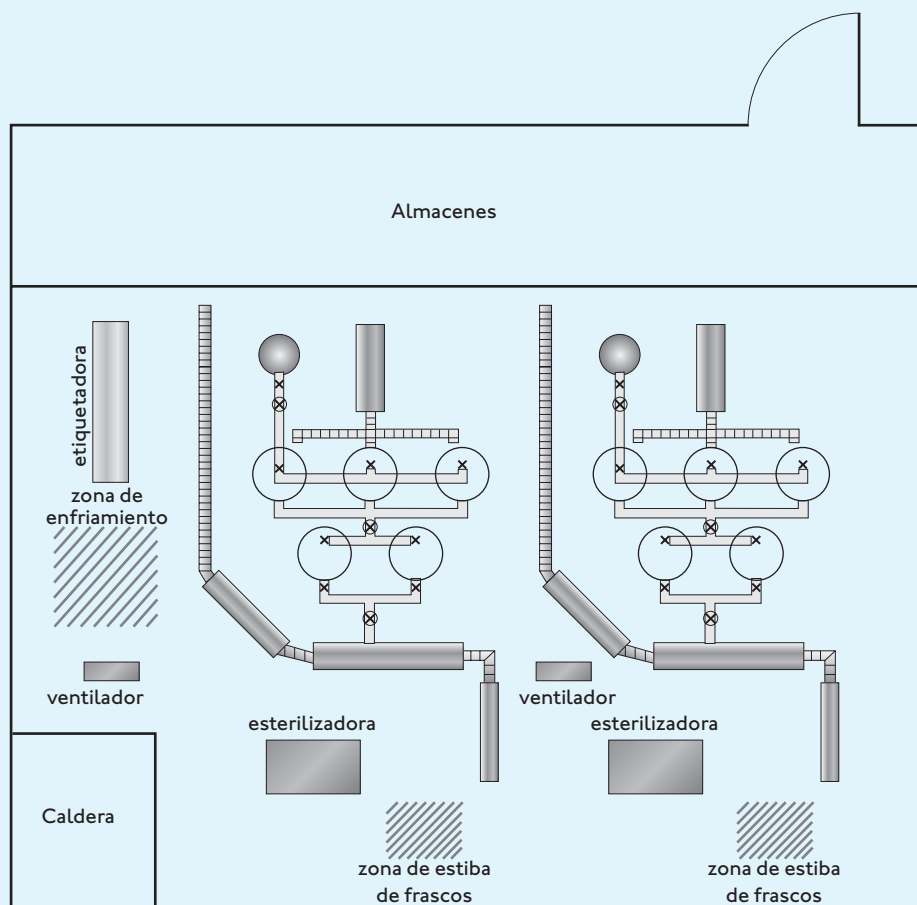


Figura 7.5 Alternativa de expansión I.

Con las técnicas modernas de computación ahora es posible simular a escala la distribución actual de la planta y sus posibles cambios debido a la expansión de la capacidad productiva.

La primera alternativa que se debe considerar por ser la más simple y la de más bajo costo, es aprovechar las áreas de expansión mencionadas, techarlas y adaptarlas como área productiva, y aprovechar las áreas disponibles dentro del área de producción.

Como ya se ha calculado, en el mejor de los casos la capacidad de la planta se incrementaría hasta 6 000 ton/año, lo cual implica instalar una línea adicional de producción idéntica a la original en el espacio extra disponible, lo cual se muestra en la figura 7.5 y trabajar tres turnos, pues si la línea actual ya produce 3 000 ton/año en tres turnos, una línea idéntica adicional podría elaborar otras 3 000 ton/año. Recuerde que la empresa quiere producir esa cantidad pero trabajando dos turnos.

La conclusión hasta este momento es que **no** es posible duplicar la capacidad instalada si se cuenta con 189 m<sup>2</sup> adicionales en el área productiva. Observe en la distribución de planta de la figura 7.5 que se ha tratado de replicar la línea de producción original, lo cual no es posible, pues aparte de redistribuir la zona de estiba, esterilizador, zona de enfriamiento y etiquetadora para la nueva línea de producción, ya no hay espacio suficiente para un nuevo ventilador, una nueva zona de enfriamiento para la nueva línea de producción y una nueva etiquetadora. También observe que los tanques y el área productiva en general, tienen mucho menos áreas libres y de tránsito, lo cual contradice algunos principios básicos de la distribución de planta. Incluso en esta primera alternativa no se ha considerado un incremento en el área de los almacenes, donde, con un cálculo simplista, en el capítulo tres se hizo un cálculo del área óptima del alma-

cén de 125 m<sup>2</sup> y se lograron elaborar 3 000 ton/año, si se agrega una nueva línea productiva de igual capacidad, se necesitarán 250 m<sup>2</sup> de área para el nuevo almacén.

**Alternativa 2**

Si bien es cierto que en 189 m<sup>2</sup> no hay espacio para otra línea completa de producción que sea exactamente igual en capacidad a la línea de producción original, tal vez sea posible operar una línea de producción de menor capacidad que la original. Esta alternativa se muestra en la figura 7.6; observe que hay espacio suficiente para un pequeño incremento de la capacidad, pues en esta alternativa se instala una nueva lavadora de frutas y sólo un tanque de mezcla, uno de escaldado, uno de concentración y el restante equipo normal, esto es, una envasadora de 1500 frascos/h, una tapadora de 1 500 frascos/h, una esterilizadora de 1 m<sup>3</sup> y una etiquetadora de 1 500 frascos/h.

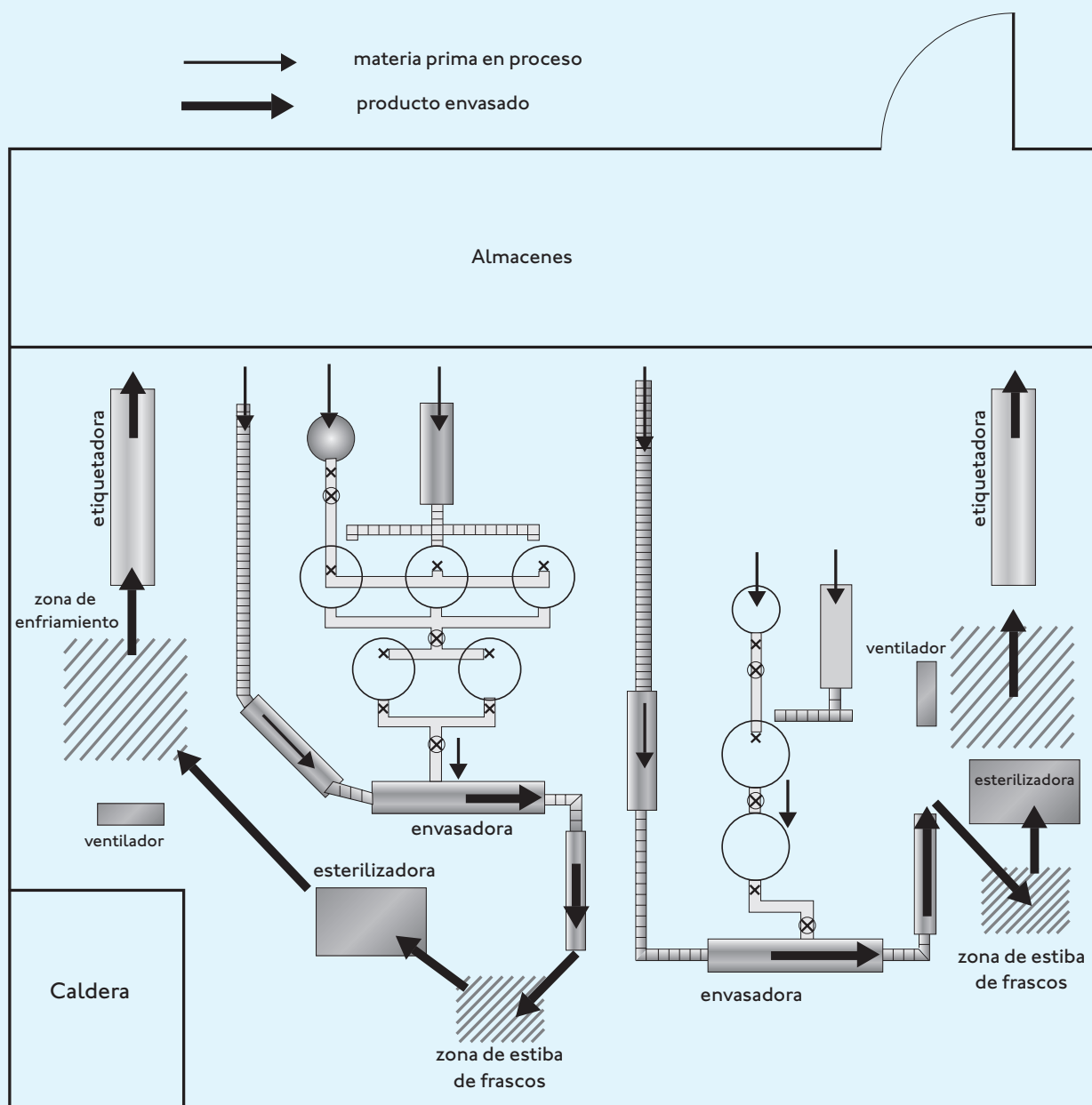


Figura 7.6 Alternativa de expansión 2. Flujo de materiales en ambas líneas de producción.

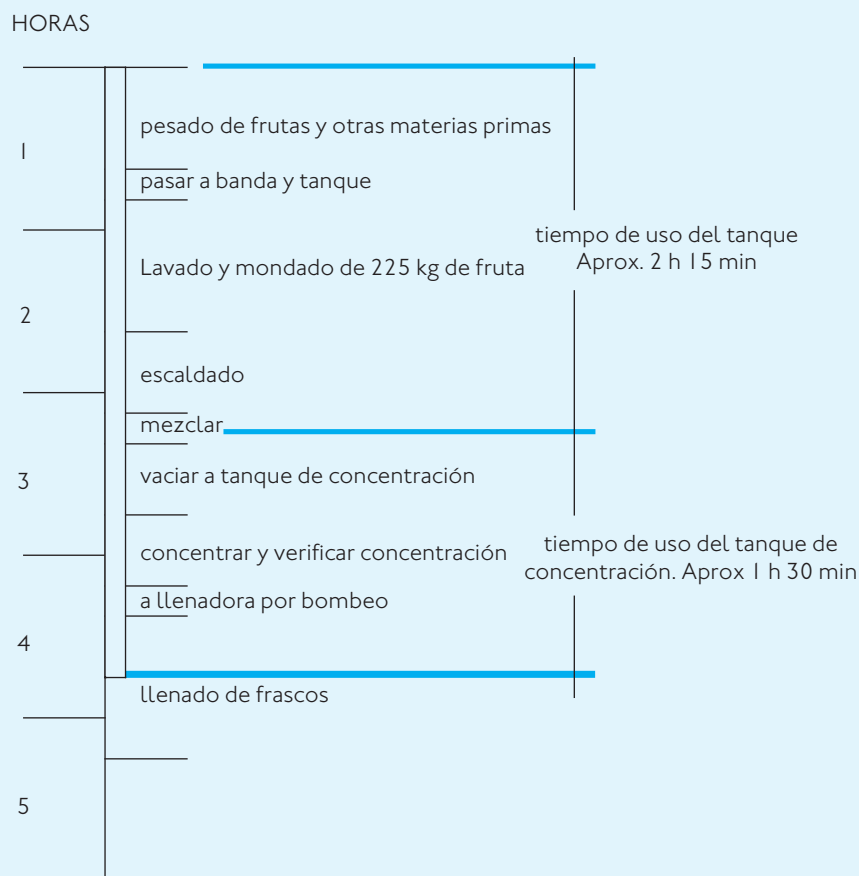


Figura 7.7 Tiempo de utilización del equipo con la alternativa 2.

En esta alternativa habría que mover de su sitio original la tapadora de frascos, la esterilizadora y la etiquetadora, pero es posible no detener el funcionamiento de la planta si antes de mover este equipo se instalan sus similares en la nueva línea productiva, de forma que cuando los nuevos equipos ya estén instalados y funcionando, se puedan mover los equipos originales a su nueva ubicación.

También es importante que en esta nueva distribución se considere un incremento a la capacidad productiva de la nueva línea, de manera que si se instala equipo adicional, ya no exista necesidad de mover lo que ya ha sido instalado, y la distribución mostrada en la figura 7.6 tiene esta característica.

El siguiente cálculo es determinar la cantidad que se incrementa la producción con esta línea. Para este cálculo se utiliza un diagrama de usos múltiples (figura 7.7) similar al presentado en la figura 3.18, pero ahora sólo analiza la producción y tiempo sobre un tanque de escaldado y un tanque de concentración de las mismas capacidades que los originales.

De acuerdo con los datos presentados en el capítulo tres y en específico con los mostrados en la figura 3.16, se sabe que un solo tanque con su respectivo tanque de concentración puede elaborar 500 kg de producto, 1 000 frascos en un lote. Si de acuerdo a las figuras 3.18 y 7.7 el procesamiento de un lote de producción, utilizando un tanque de escaldado durante 2 h 15 min y un tanque de concentración consume un tiempo por lote de 1 h 30 min, y considerando que el tiempo efectivo disponible por turno de trabajo es de 6.4 h (6 h con 24 min), entonces un solo tanque sería suficiente para elaborar 2 000 frascos por turno (1 ton/turno), esto es, procesar un lote toma 2.15 h, procesando más lotes a la misma tasa de producción se tiene:

**Tabla 7.5 Incremento de la capacidad con la alternativa 2**

Número de lotes	Tiempo consumido	Número de turnos	Producción por día (ton)	Producción anual (ton)
1	2 h 15 min	1	0.5	
2	4 h 30 min	1	1	300
3	6 h 45 min	2	1.5	
4	9 h 0 min	2	2	
5	11 h 15 min	2	2.5	750
6	13 h 30 min	3	3	
7	15 h 45 min	3	3.5	
8	18 h 0 min	3	4	1 200

Se puede observar en la tabla 7.5 que un turno no tiene tiempo suficiente para tres lotes, pero considerando dos turnos de trabajo se podrían elaborar hasta 5 lotes, equivalentes a 5 000 frascos/día o 2.5 ton/día y trabajando tres turnos con una línea de un solo tanque se pueden elaborar hasta 4 ton/día. La última columna a la derecha se calcula considerando que se trabajan 300 días por año, entonces el incremento de la capacidad es: hasta 300 ton trabajando un turno, hasta 750 ton trabajando dos turnos y hasta 1 200 ton trabajando tres turnos. Con esta nueva línea se podría cubrir la demanda potencial pesimista dentro de 5 años y un poco más.

### Alternativa 3

Una alternativa intermedia es instalar una nueva línea que opere con dos tanques de escaldado y dos de concentración, el resto del equipo permanece igual, esto es, se va a agregar una línea igual a la alternativa 2; por los demás equipos no debe haber problema de capacidad, pues se estarían utilizando equipos clave de capacidad igual a los originales. Ahora habrá que analizar si el espacio con que se cuenta es suficiente para realizar esta instalación. Esta alternativa se muestra en la figura 7.8.

La enorme ventaja que tendría la alternativa 3 es que para incrementar sustancialmente su capacidad productiva, basta instalar un tanque de escaldado adicional y un tanque de concentración adicional, y no hay necesidad de cambiar de lugar ningún equipo que ya está instalado en esta nueva línea.

Como ahora hay dos tanques de mezcla y dos tanques de concentración, prácticamente se está duplicando la capacidad de la alternativa 2. El aumento de la capacidad de la alternativa 3 trabajando 1, 2 y 3 turnos se muestra en la tabla 7.6.

Se puede observar en la figura 7.9, al igual que en la figura 7.7, una zona oscura a lo largo de la línea de las horas, para indicar el tiempo que se ocupan los tanques. En la alternativa 3, como se cuentan con dos tanques, no es necesario esperar a que se desocupe el tanque 1 para empezar a utilizar el tanque 2. Se puede observar, además, que con esta alternativa casi se alcanzan a procesar 4 lotes con los dos tanques. También que para procesar 2 lotes con los dos tanques se toma un tiempo de 5 h 45 min, pero después de eso cada hora se genera un nuevo lote. Con este dato en mente se construye una tabla similar a la tabla 7.5, pero ahora para la alternativa 3. Tome en cuenta que hay capacidad sobrada en el esterilizador y en el resto de los equipos clave. También considere que un turno tiene 6.4 h (6 h 25 min), 2 turnos tienen 12.8 h (12 h 50 min) y 3 turnos tienen 19.2 h (19 h 12 min).

La producción se incrementaría 450 ton/año trabajando un turno la alternativa 3; 1 500 ton/año trabajando 2 turnos y hasta 2 400 ton trabajando 3 turnos, lo cual, agregado a la producción actual de 3 000 ton/año trabajando tres turnos la línea de producción original, puede hacer que la producción crezca hasta 3 450, 4 500 y 5 400 ton/año. Con un tercer tanque de mezcla, pero con dos tanques de concentración se tendría la línea original de producción, pero ese tercer tanque de mezcla sólo logra producir 600 ton/año, más para alcanzar las 3 000 ton anuales, que es la capacidad máxima de la línea de producción. Esto obedece a la forma en que



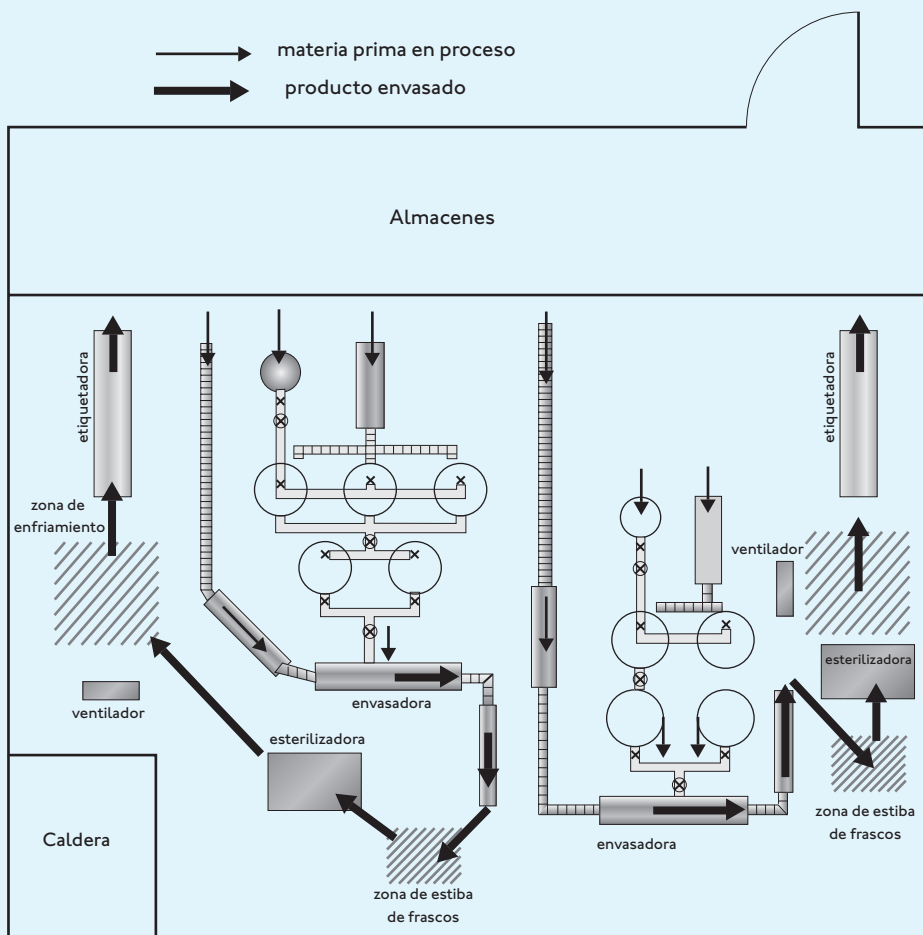


Figura 7.8 Alternativa de expansión 3, con flujo de materiales para ambas líneas de producción.

Tabla 7.6 Incremento de la capacidad con la alternativa 3

Número de lotes	Tiempo consumido	Número de turnos	Producción por día (ton)	Producción anual (ton)
2	4 h 45 min	1	1	450
3	5 h 45 min	1	1.5	
4	6 h 45 min	2	2	
5	7 h 45 min	2	2.5	1 500
6	8 h 45 min	2	3	
7	9 h 45 min	2	3.5	
8	10 h 45 min	2	4	
9	11 h 45 min	2	4.5	
10	12 h 45 min	2	5	
11	13 h 45 min	3	5.5	2 400
12	14 h 45 min	3	6	
13	15 h 45 min	3	6.5	
14	16 h 45 min	3	7	
15	17 h 45 min	3	7.5	
16	18 h 45 min	3	8	

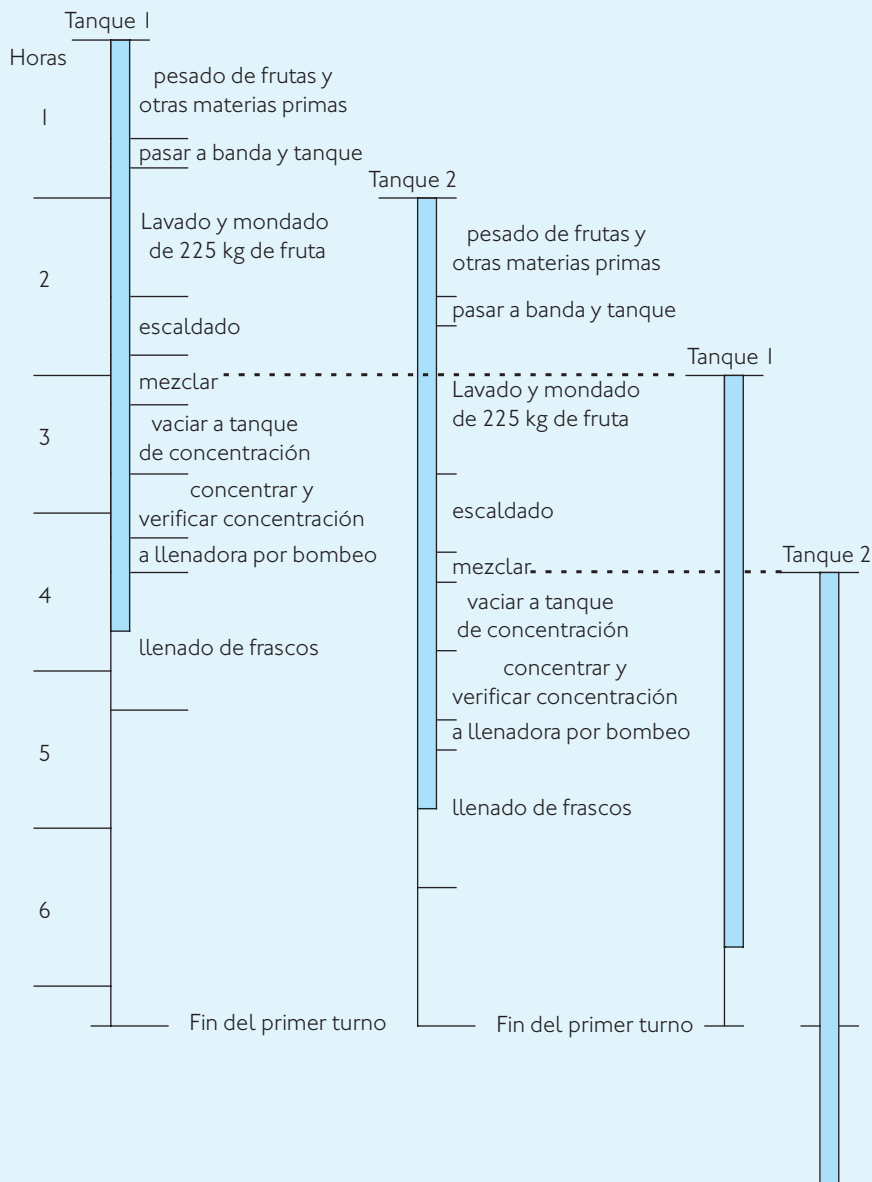


Figura 79 Tiempo de utilización del equipo con la alternativa 3.

se utilizan tanto los tanques de mezcla como los de concentración, lo cual se mostró en la figura 3.18 del capítulo tres.

Así como está planteada, esta alternativa también tiene la desventaja del almacén que ya no tiene espacio para manejar de manera óptima más materia prima ni producto terminado. En un cálculo simplista, si se requieren  $125 \text{ m}^2$  para manejar  $3\,000 \text{ ton/año}$  en un almacén ya saturado, para manejar hasta  $2\,400 \text{ ton/año}$  se requieren al menos  $225 \text{ m}^2$  que ya no tiene disponible la planta.

#### Alternativa 4. Construir un segundo nivel en la planta

La planta decide hacer construcciones adicionales, lo que incluye utilizar las áreas de expansión. La aplicación del principio para la distribución de la planta de *utilización del espacio cúbico*, implica que las instalaciones de la planta crezcan hacia arriba. En la distribución original de la planta sólo se aprovecha el segundo nivel de la planta construyendo oficinas arriba de los almacenes. Esta segunda alternativa de incremento de la capacidad instalada contempla eliminar los almacenes de la planta baja y construir oficinas y almacenes en un segundo nivel,

además de aprovechar las áreas de expansión. La altura del área productiva y de los almacenes es de 4 m. La altura de las oficinas es de 3 m. Un corte transversal de la planta se muestra en la figura 7.10.

Pero si desde un principio la empresa hizo la consideración de una expansión de la capacidad instalada, entonces debió haber previsto una cimentación suficiente en todo el edificio para soportar un segundo nivel y, principalmente, en los almacenes del segundo nivel, pues soportan una gran carga, de otra forma habrá que construir una cimentación especial pues los almacenes en esta opción se instalan en la planta alta. Las alternativas se muestran en las figuras 7.10 a 7.12 donde aparece la planta en un corte transversal.

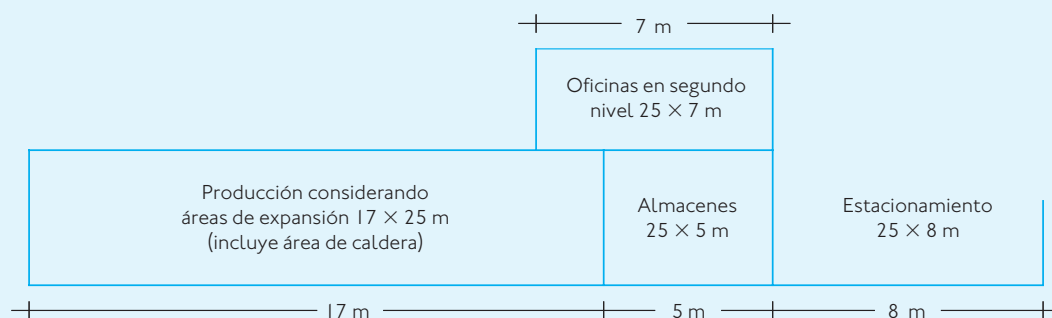


Figura 7.10 Corte transversal de la planta original.

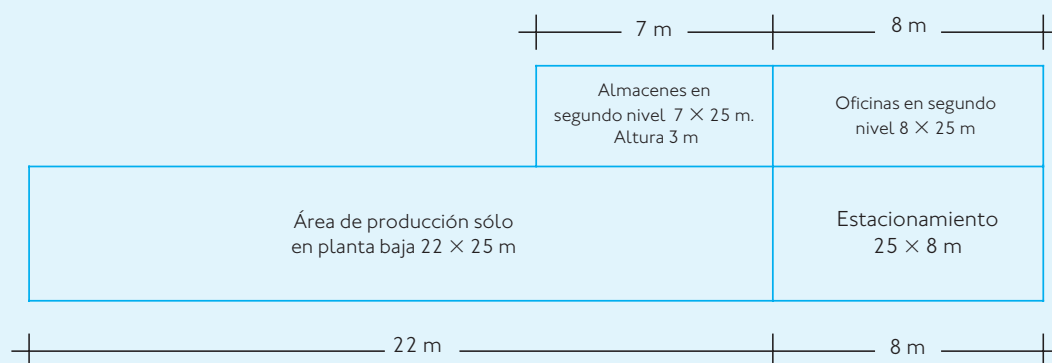


Figura 7.11 Corte transversal de nueva distribución construyendo exclusivamente arriba del estacionamiento.

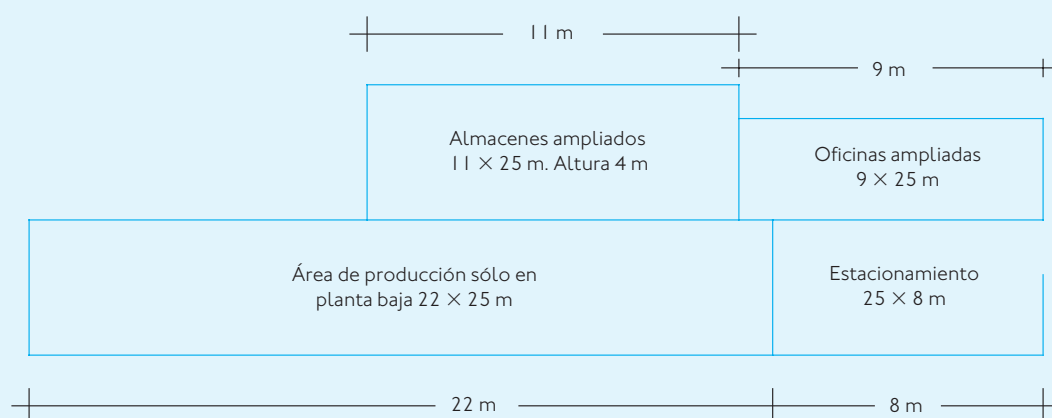
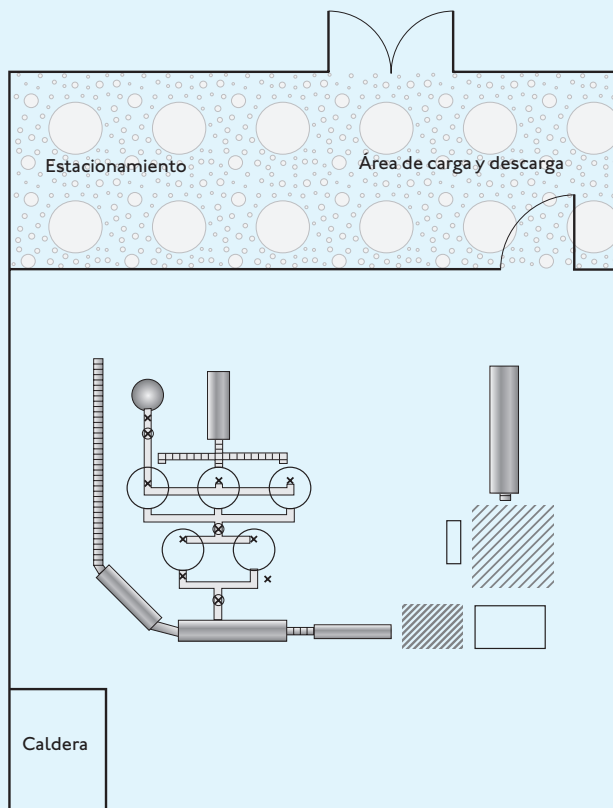


Figura 7.12 Corte transversal de nueva distribución con ampliación de áreas de almacenes y oficinas en el segundo nivel.



**Figura 7.13** Nueva área disponible para producción pasando los almacenes al nivel superior.

Si originalmente la empresa no consideró la necesidad de expansión, entonces lo más conveniente es construir los nuevos almacenes sobre los almacenes actuales y ampliarlos. Las oficinas se construirían sobre el estacionamiento. La nueva distribución de áreas se muestra en la figura 7.13. Observe que el área productiva puede incrementarse hasta  $550 \text{ m}^2$ , incluyendo el área de caldera y en esta alternativa el área de almacenes se va directamente al área que ocupaban las oficinas, incrementando el área de  $5 \times 25 = 125 \text{ m}^2$  hasta  $7 \times 25 = 175 \text{ m}^2$ , pero a diferencia de la altura de 4 m que tenían los almacenes en la planta baja, en la planta alta tendría una altura de 3 m, lo cual puede ser muy importante en la capacidad de un almacén al estibar las materias primas y productos. Las oficinas se construirían sobre el estacionamiento y pasarían de un área de  $7 \times 25 = 175 \text{ m}^2$  a un área de  $8 \times 25 = 200 \text{ m}^2$ .

Desde el punto de vista de la construcción, esta alternativa es atractiva pues sólo se derriba el muro que divide a producción de almacenes y la nueva construcción se hace fuera de la planta, es decir, no se interrumpe la producción. En esta alternativa falta el cálculo del área óptima para los almacenes, pues aquí se sabe que esta área se incrementa en  $50 \text{ m}^2$ , pero no se sabe si esto es suficiente.

Esta alternativa, aunque es más costosa, es mucho más versátil, ya que al momento de modificar los espacios en la planta superior, se pueden hacer las adaptaciones necesarias, por ejemplo, se puede ampliar el espacio de las oficinas y el área de almacén no sólo se puede ampliar, sino también se puede incrementar la altura del mismo. En la figura 7.12 se muestran unas dimensiones de las instalaciones del nivel superior, pero en realidad se puede construir lo que se necesite.

En ambas alternativas la cimentación del nuevo almacén es lo más costoso, pero ambas tienen la ventaja de que la producción no se interrumpe con las nuevas construcciones.

En la figura 7.13 se muestra el área de producción ampliada con cualquiera de las alternativas anteriores, lo cual arroja un área de 550 m<sup>2</sup>, incluyendo área de caldera. También los almacenes han sido ampliados hasta un área de  $11 \times 25 = 275$  m<sup>2</sup>, lo cual es más que suficiente para manejar el doble de la producción que la planta original, esto es, 6 000 ton/año. Aquí el principio de *flexibilidad* implica adaptarse rápidamente a los cambios al menor costo y sin perder continuidad en las operaciones.

No detener la producción significa que la distribución original del equipo permanece igual y que sobre ésta se instalará y operará poco a poco el nuevo equipo. Al menor costo significa que no es necesario hacer una instalación inmediata para una capacidad de 6 000 ton/año, sino que la capacidad instalada pueda crecer conforme a la demanda, lo cual también implica que no es necesario un desembolso monetario cuantioso al principio y en una sola ocasión. La logística conlleva las actividades que se deben realizar conforme a un programa para lograr los objetivos anteriores. Recuerde que la operación de la planta no debe detenerse. Los pasos de la logística para ampliar la capacidad de la planta con *flexibilidad* en la alternativa 4 son los siguientes:

- Determinar y construir todas las áreas que son externas al área productiva. Por tanto, se deberán construir las nuevas oficinas sobre el estacionamiento. Hacer el cambio de oficinas. Suponga que se decide construir unas oficinas sobre el estacionamiento de  $9 \times 25$  m y que decide construir los nuevos almacenes de  $11 \times 25$  m.
- Construir los nuevos almacenes sobre la planta, utilizando el espacio dejado por las oficinas en el segundo nivel. Estos almacenes se pueden ampliar en área y en altura. Si no se considera conveniente construir oficinas sobre el área de carga y descarga, la distribución, tal como se muestra en la figura 7.14 puede construirse sobre la planta, sin olvidar un

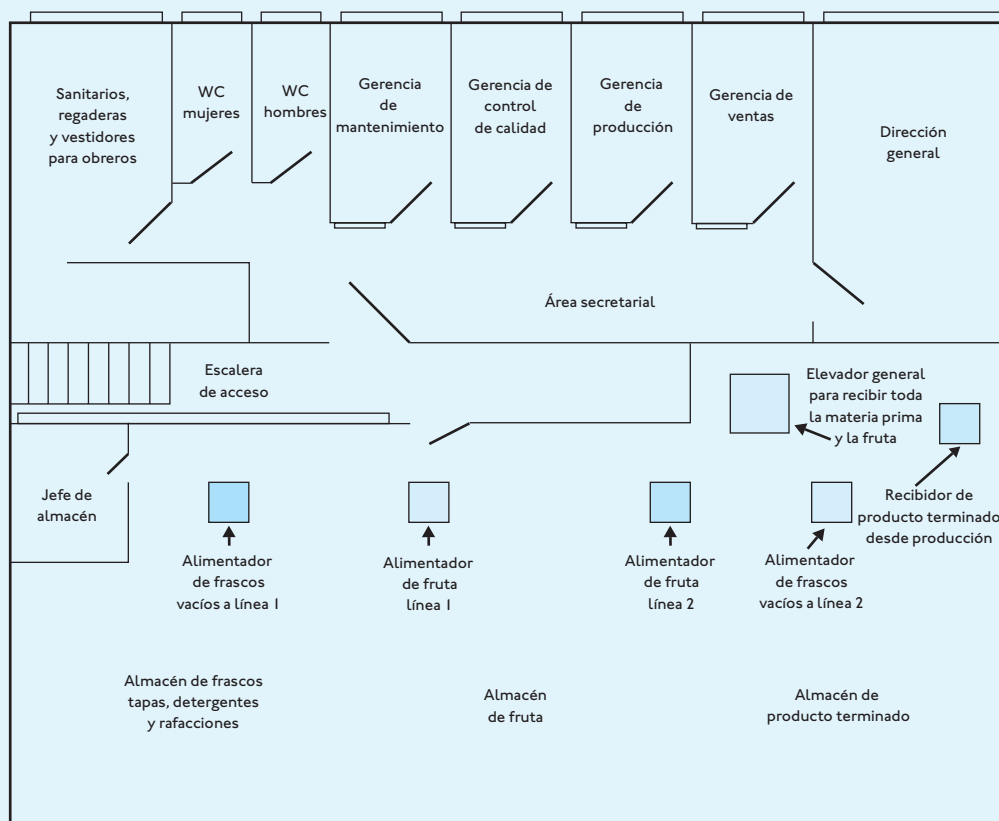


Figura 7.14 Alternativa 4. Nuevas áreas y nueva distribución de la planta alta.

huevo al aire libre para la caldera. Ahora los almacenes son de  $11 \times 25$  m y las oficinas de  $9 \times 25$  m.

- Adaptar las áreas de expansión. Colocar piso y techo.
- Instalar los dispositivos de transporte de materiales entre almacén y producción y entre almacén y carga-descarga. Pueden ser grúas, bandas, montacargas, etc. En el caso práctico se sugieren unas bandas inclinadas que conecten a producción con almacenes y que transporten tanto materia prima como producto terminado o elevadores de cangilones. Se requieren al menos seis bandas o elevadores de cangilones, dos para enviar a producción envases vacíos a cada una de las líneas de producción, otras dos para enviar fruta a cada una de las líneas de producción, una más para enviar a almacén el producto terminado y una general para recibir toda la materia prima y fruta desde el área de carga-descarga. La figura 7.14 muestra la ubicación de estos dispositivos de transporte en el segundo nivel y en la figura 7.16 se muestra la distribución de los dispositivos de transporte en el área de producción, y la idea de su funcionamiento se muestra en la figura 7.15; ahora las áreas de transporte de materiales son muy pequeñas, pues todo el transporte entre almacén y área productiva es vertical.
- Trasladar el almacén al piso superior y empezar a operarlo. Hay que observar aquí que el almacén tiene varias modificaciones respecto al presentado en la figura 3.17. Básicamente se está empleando el principio de *aprovechamiento del espacio cúbico*, pues los materiales se van a transportar en forma vertical, del almacén que está en el piso superior al área productiva que está en la planta baja y viceversa. Esto genera un enorme aprovechamiento de área pues basta con hacer unos huecos en el piso del almacén (techo del área productiva), para el transporte de todos los materiales y productos implicados en la elaboración de los productos.

Además, este tipo de almacén ya no tiene áreas separadas, pues el traslado de materiales debe hacerse hacia dos líneas de producción y se determinó que era mucho más sencillo alimentar directamente a cada línea de producción que tener una sola línea de alimentación hacia el área de producción y de ahí distribuir los materiales hacia cada línea.

- Derribar el muro que divide al almacén del área productiva. Observe que hasta este momento la producción no tiene porqué detenerse.
- Determinar la capacidad máxima que podría tener la planta con la nueva área disponible. La figura 7.16 muestra la nueva distribución, pero ahora con un área productiva disponible de  $550 \text{ m}^2$  y dos líneas de producción.

Desde el punto de vista estrictamente de ingeniería y aplicando el principio de *flexibilidad*, es mucho mejor contar con dos líneas de producción de la misma capacidad que contar con una sola línea con equipos de mayor capacidad. Si se tiene una sola línea de producción, en caso de avería de cualquiera de los equipos de la línea, la producción se detendría por completo, en tanto que con dos líneas de producción esto nunca llegará a suceder. Además, se puede elaborar producto de dos sabores distintos al mismo tiempo sin detener la producción, en tanto que con una sola línea, si fuera necesario cambiar el sabor

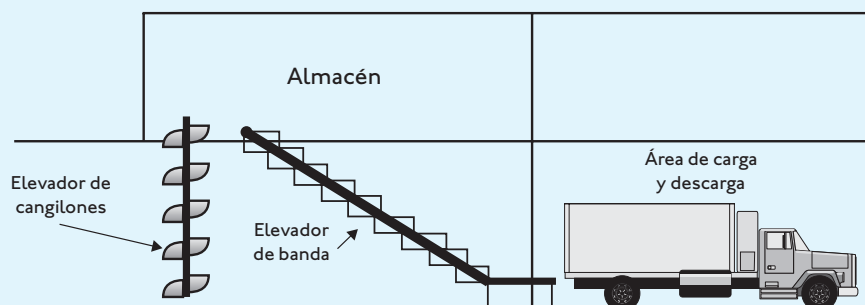


Figura 7.15 Transporte almacén-producción y almacén-carga y descarga.

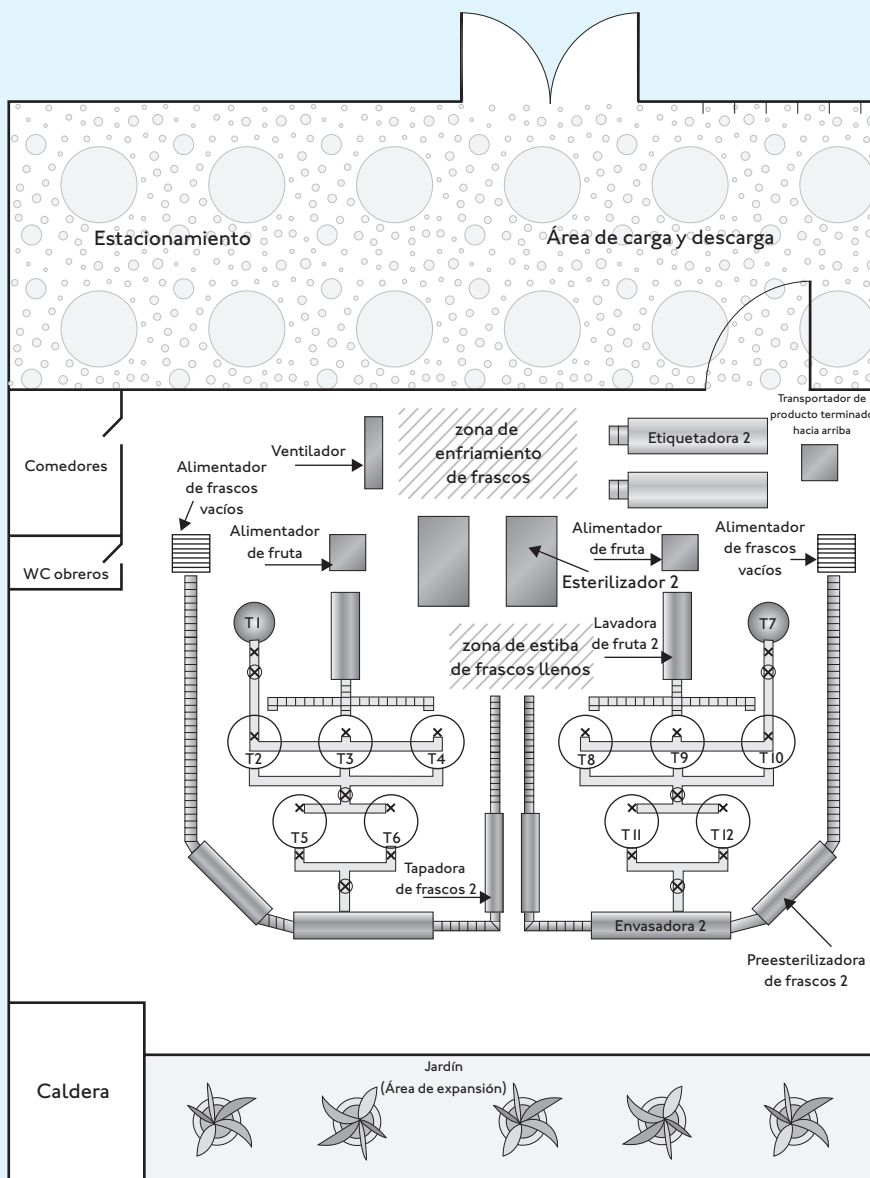


Figura 7.16 Alternativa 4. Capacidad máxima de la planta con la nueva área disponible.

del producto o cualquier otra característica durante el mismo día laboral, sería necesario detener la producción, lavar el equipo y hacer el cambio.

De acuerdo con los equipos mostrados en la figura 7.16, la empresa ahora tendría una capacidad de producción de 6 000 ton/año trabajando tres turnos las dos líneas productivas. La lógica de esta ampliación de capacidad es que los tanques T1 a T6 son la instalación original y no se mueven, incluyendo a todos los equipos clave. La flexibilidad y el menor costo viene determinando la conveniencia de que, si la demanda insatisfecha no es muy elevada, se instalen, por ejemplo, sólo los tanques T7, T8 y T11 en una primera etapa de ampliación, sabiendo que en la segunda línea de producción la lavadora de fruta, la envasadora, la tapadora, la etiquetadora y la esterilizadora van a estar muy subutilizadas.

Se sabe que la capacidad máxima instalada es de 6 000 ton/año, pues la alternativa 4 tiene dos líneas de producción idénticas, cada una con una capacidad de 3 000 ton/año trabajando 3 turnos.

### Otras alternativas

Es posible generar otras alternativas, por ejemplo, si existe un terreno aledaño a la planta de un tamaño suficiente como para instalar una nueva línea de producción... y aún más; pero el análisis de este tipo de alternativas es muy especulativo y muy sencillo, pues equivale a instalar o construir una planta nueva, de manera que la conclusión del análisis anterior es que bajo las condiciones de infraestructura actual y limitantes de espacio que tiene la planta, trabajando a su máxima capacidad, que es tres turnos diarios seis días a la semana, se pueden elaborar 6 000 ton/año. Además, es posible instalar la nueva línea de producción de forma escalonada para ir cubriendo la demanda potencial insatisfecha, ya sea la optimista o la pesimista, conforme ésta crece, sin necesidad de hacer una inversión fuerte al momento de tomar la decisión de incrementar la capacidad instalada.

### Análisis económico

El objetivo de este análisis es representar en forma monetaria todas las decisiones tomadas en el estudio técnico. Por tanto, se realiza el análisis económico de tres alternativas, en virtud de que la primera alternativa presentada en el estudio técnico no fue viable. Como ya se había comentado en el apartado teórico de Análisis económico, este tipo de análisis en estudios de reemplazo no es exactamente igual a un análisis económico en un estudio de factibilidad para la instalación de una nueva planta.

La presentación y análisis de estos datos puede ser objeto de confusión. Se debe entender que la planta originalmente estudiada, ya ha estado en operación por cierto número de años y que después de cierto periodo largo, sus ventas se han elevado a tal grado que su capacidad productiva se ha saturado. Como esto es lo que sucede en la realidad, las cifras de ingresos y costos ya se han modificado bastante al momento de tomar la decisión de expansión, respecto de aquellas originalmente planteadas, debido a la inflación que haya tenido la economía en cada año.

El análisis incremental utilizado en la evaluación económica requiere restar cifras actuales de ingresos y costos de aquellas que se obtendrán con la nueva inversión. Si en este texto se tomaran cifras reales del desempeño actual de la empresa para este fin, tendrían que recalcularse todas las cifras de operación de la empresa. Para evitar este cálculo enorme que sólo es manipulación de cifras económicas afectadas por la inflación, *se ha decidido mantener las cifras monetarias del estudio original, lo cual por una parte es imposible obtener en la realidad, pero por otra resulta ser un método eficaz para fines didácticos*. Se hace la aclaración de que en estudios reales de análisis de incremento de la capacidad instalada, se deberán tomar las cifras de operación vigentes en el momento en que se toma la decisión, sin importar las cifras monetarias históricas. *Justamente lo contrario de lo que se hará en esta presentación didáctica*.

Los puntos que serán tratados en el análisis económico de las alternativas 2, 3 y 4 son:

- Inversión inicial. Está formada por activo fijo y activo diferido. El activo fijo comprende la compra de equipo de producción nuevo, que incluye bombas centrífugas para el transporte de fluidos, tubería de acero inoxidable, sistemas verticales de transporte (bandas inclinadas o elevador de cangilones), mobiliario para la ampliación de las nuevas oficinas, muebles para los sanitarios, computadoras y materiales de construcción. Por su parte, el activo diferido comprende la supervisión y dirección de la construcción, instalación, pruebas de arranque y puesta en marcha de la nueva línea de producción.
- Depreciación y amortización. Para cada rubro de inversión se calculan los cargos, ya sea de depreciación o amortización, se asignan los porcentajes respectivos de acuerdo con las leyes hacendarias vigentes en el momento de tomar la decisión.
- Los costos totales incrementales.
- Ingresos incrementales.
- Determinación de la nueva *TMAR* de la empresa.
- Estado de resultados incremental.



**Tabla 7.7 Activo fijo de la alternativa 2**

Activo fijo	Cantidad	Precio unitario	Costo total
Banda de preesterilizadora de frascos	18 m	26 250	472 500
Preesterilizadora de frascos	1	201 700	211 785
Envasadora	1	163 350	171 518
Tapadora	1	108 100	113 050
Esterilizadora	1	482 900	507 045
Etiquetadora	1	122 400	128 520
Lavadora de fruta	1	115 500	121 275
Tanque de mezcla AI	1	61 000	64 050
Tanque de escaldado AI	1	84 800	89 040
Tanque de concentración AI	1	248 100	260 505
Válvula de paso de AI	2	6 500	13 000
Bomba de 2 pulg. AI	3	16 900	50 700
Banda de lavadora de fruta	5 m	25 000	26 250
Estibas para esterilizadora	—	3 900	3 900
Tubería 2 pulg AI	6 m	2 800	16 800
Montacargas	1	84 800	89 040
Ventilador	1	5 500	5 775
Equipo de cómputo	—	42 500	42 500
Vehículos	1	160 000	160 000
<b>Total</b>			<b>\$2 547 253</b>

## ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA ALTERNATIVA 2

### Inversión inicial

En esta alternativa ya empieza a haber problemas con el espacio de almacenes, sobre todo cuando se trabajan 3 turnos. A pesar de esto, se hace la suposición de que el espacio de almacenamiento actual aún es suficiente. Si se hace una inversión adicional en vehículos de reparto del producto, pues se adquiere uno más.

El costo total de los equipos ya incluye un cargo de 5% de fletes y seguros. Los equipos que no tienen este cargo son las válvulas, las bombas y las estibas para esterilizadora. La tabla 7.7 no es igual que la tabla 4.18 pues esta última incluye equipos que ya no es necesario comprar para la segunda línea de producción, tales como un sistema de purificación de agua, equipo para verificar vacío y herramientas para mantenimiento. Note también que en la alternativa 2 no hay construcciones adicionales ni de oficinas ni de sanitarios, por tanto, no hay inversión en estos rubros, excepto tres computadoras y una impresora, que refiere el rubro de equipo de cómputo.

Por otro lado, sí hay activo diferido, cuyo contenido y costo aparece en la tabla 7.8.

**Tabla 7.8 Activo diferido de la alternativa 2**

Activo diferido	Costo
Mover e instalar etiquetadora original	28 500
Mover e instalar esterilizadora original	37 400
Mover e instalar tapadora original	30 000
<b>Total</b>	<b>\$95 900</b>

**Tabla 7.9 Depreciación y amortización de la alternativa 2**

Concepto	Valor	%	Cargo anual. Años 1 a 5	VS fin de año 5
Activo fijo	2 344 753	8	293 094	879 282
Activo diferido	95 900	10	9 590	47 950
Vehículos	160 000	25	40 000	0
Equipo de cómputo	42 500	35	14 875	0
	\$2 643 153		\$357 554	\$927 232

### Depreciación y amortización

Para cada rubro de inversión se calculan los cargos, ya sea de depreciación o amortización, los cuales se muestran en la tabla 7.9. Los porcentajes de depreciación no son iguales a los presentados en la tabla 4.24, ya que estos valores los fija el Ministerio de Hacienda de cada país, y dependiendo de las condiciones económicas y de la tecnología de cada activo, estos porcentajes varían con el paso del tiempo.

Es importante notar que la tabla de depreciación tiene un error. Los cargos anuales anotados sólo se mantienen en ese valor por 3 años, ya que el equipo de cómputo se deprecia al 35% anual, esto significa que al final de 3 años este equipo está totalmente depreciado, de forma que el cargo para el cuarto año, sería  $357\,554 - 14\,875 = 342\,679$ . Lo mismo sucede para el cargo del quinto año, ya que los vehículos se deprecian a una tasa de 25%, lo que significa que al final del cuarto año los vehículos estarán totalmente depreciados y el cargo real para el quinto año sería el cargo del año anterior (342 679) menos el cargo de \$40 000 que ya no se debería hacer.

Sin embargo, no sólo en esta tabla sino en las tablas 7.17 y 7.25 se cometen intencionalmente los mismos errores. Se advierte que se cometen estos errores con el fin de simplificar los cálculos en el estado de resultados, pues si se quisiera ser totalmente objetivo entonces se tendrían que tomar los cargos anuales de depreciación en cada uno de los años de los estados de resultados con los valores señalados, pero la precisión que se ganaría en los resultados no se elevaría sustancialmente. El uso básico de los *FNE* provenientes del estado de resultados es para la evaluación económica, y si el lector analiza la diferencia de resultados en los *FNE* obtenidos considerando estrictamente los cargos de depreciación contra aquellos obtenidos cometiendo los errores señalados, se dará cuenta que la diferencia de la rentabilidad obtenida en cada caso es insignificante. Sin embargo, esto no implica dejar de señalar los errores.

### Los costos totales incrementales

En el caso práctico del capítulo seis del texto ya se demostró que es exactamente igual trabajar con o sin considerar la inflación, por lo que los costos y, en general, las cifras económicas de este caso práctico se manipularán sin inflación. Las cifras van a cambiar debido al volumen de producción, no debido a la inflación. Las cifras que se toman como base fueron presentadas en la tabla 4.18, las cuales se reproducen en la tabla 7.10 y aparecen en la primera columna correspondiendo a un volumen de producción original de 1 050 ton/año, trabajando 6 días a la semana durante 300 días por año y elaborando 7 lotes de producción en un solo turno de trabajo, con un costo unitario de \$11.25 por cada frasco de producto de 500 g. La segunda columna presenta los costos de la producción de 2 100 ton/año trabajando 2 turnos y la columna 3 presenta los costos de la producción de 3 000 ton/año trabajando 3 turnos. Se consideró que los costos de producción son directamente proporcionales a la cantidad elaborada, y que los costos de administración y ventas aumentan tan sólo 10% respecto al año anterior, por las razones ya señaladas. Esto ocasiona que el precio unitario de venta disminuya ligeramente conforme se produce más, lo cual es lógico porque se está produciendo mucho más sin

gran inversión adicional. De la misma forma, las columnas 4, 5 y 6 presentan la producción acumulada de la línea original trabajando 3 turnos más la alternativa 2 trabajando 1, 2 y 3 turnos, con su respectivo nivel de producción (vea los datos de la alternativa 2). En este caso se volvió a considerar que los costos de producción son directamente proporcionales a la cantidad elaborada de producto y que los costos de administración y ventas se elevan 10% cada año, respecto al año anterior. La tabla 7.10 muestra un estimado de los costos totales respecto a un nivel creciente de producción, si la tecnología y los métodos de trabajo son similares a aquellos mostrados en el capítulo tres.

También se comentó en el capítulo seis que los costos totales no son una función lineal del nivel de producción, tal vez los costos de producción son los únicos que tienen esta característica. Por ejemplo, dentro de los costos de producción aparece el rubro de depreciación; hay que recordar que para elaborar la nueva producción se realizó una inversión adicional y que por este hecho los cargos anuales de depreciación también se incrementaron, pero una vez hecha la inversión los cargos no varían con la cantidad producida, tampoco se puede decir que el mantenimiento, el control de calidad y la mano de obra indirecta sean una función lineal de la cantidad elaborada de producto; probablemente los costos de producción tengan una linealidad de 97% o aún más respecto al nivel de producción, pero no son 100% lineales. Por supuesto, los costos de ventas y de administración tienen mayor independencia respecto al nivel de producción, esto es, no se van a tener dos gerentes generales con dos turnos de trabajo ni tres gerentes con tres turnos; sólo podrán tener un mejor sueldo las personas que ya tengan estos cargos. Lo mismo sucede con los demás puestos administrativos y de ventas.

Se hacen estas aclaraciones pues se debe elaborar un estado de resultados proyectado a 5 años, a partir del momento en que la empresa decide iniciar el proyecto de expansión de la capacidad instalada y como cada alternativa de expansión tiene diferentes niveles de producción, se tendrán que calcular los ingresos y los costos para cada nivel productivo. Por tanto, las estimaciones que se hagan no serán una función lineal de la tabla 7.10. Recuerde que toda estimación económica que se haga es para el futuro y que mientras éste sea más lejano, más error se tendrá, pero también, mientras se tengan bases más sólidas para esa estimación, el error cometido será menor.

### Ingresos incrementales

A pesar de que el costo unitario del producto disminuye ligeramente respecto del costo unitario original y que esto se debe a una mayor utilización de la capacidad instalada, el precio de venta del producto no varía. Como se está trabajando con un enfoque sin inflación, entonces el precio de venta original de \$12.62 por frasco de 500 g no varía a través de los años. Con esto se construye la tabla 7.11 que muestra los ingresos a los diferentes niveles de producción para

**Tabla 7.10 Costos totales de la alternativa 2 (redondeados a miles de pesos)**

Concepto	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo
Cantidad producida	1 050 ton/año	2 100	3 000	3 300	3 750	4 200
Alternativa	O 1 turno	O 2 turnos	O 3 turnos	O+1 turno	O+2 turnos	O+3 turnos
Producción	\$22 329	\$44 658	\$63 797	\$70 177	\$79 747	\$89 317
Administración	453	544	598	658	724	796
Ventas	844	928	1 021	1 123	1 235	1 359
Costo total	\$23 626	\$46 130	\$65 416	\$71 958	\$81 706	\$91 472
Costo unitario	\$11.25	\$10.98	\$10.90	\$10.90	\$10.89	\$10.89

**Nota:** O significa original o datos del ejemplo original presentado en los capítulos 2 al 6.

**O+1** turno significa los datos originales trabajando 3 turnos (3 000 ton/año), más la alternativa 2 trabajando 1 turno; **O+2** turnos significan los datos originales trabajando 3 turnos (3 000 ton/año) más la alternativa 2 trabajando 2 turnos y **O+3** turnos significa la alternativa original más la alternativa 2 trabajando 3 turnos.

Tabla 7.II Ingreso

Producción ton/año	Número de frascos	Precio unitario	Ingreso total
3 000	6 000 000	\$12.62	\$75 720 000
3 000 + 300	6 600 000	12.62	83 292 000
3 000 + 750	7 500 000	12.62	94 650 000
3 000 + 1 200	8 400 000	12.62	106 008 000

la alternativa 2. Esta tabla no muestra los años de operación después de realizar la inversión de la capacidad instalada, sino el ingreso que se obtendría a los diferentes niveles de producción de la alternativa 2.

### Determinación de la nueva *TMAR* de la empresa

El concepto de *TMAR* que se mostró en el capítulo cuatro que debe aplicarse en un proyecto de una empresa de nueva creación es:

$$TMAR = \text{inflación} + \text{premio al riesgo}$$

Si se trabaja con un enfoque sin inflación, entonces la *TMAR* viene a ser la prima de riesgo del proyecto, pero en el caso de un proyecto de incremento de la capacidad instalada, este concepto cambia radicalmente. La empresa ha permanecido en el mercado de manera exitosa por cierto número de años y se ha acostumbrado a ganar cierta rentabilidad. Para cada nueva inversión que realice dentro de la misma empresa, deberá obtener la misma rentabilidad. Ya enfrentó y superó el riesgo de penetrar y ganar mercado. Ya enfrentó el riesgo de no operar correctamente la tecnología de producción y superó ese riesgo. Para las nuevas inversiones hechas al interior de la propia empresa *ahora corre el riesgo de no ganar la misma rentabilidad*, por tanto, la nueva *TMAR* sin inflación es el porcentaje que acostumbra ganar en la operación diaria de la empresa, sin considerar inflación.

De acuerdo a los resultados de la evaluación económica presentados en el capítulo cinco, la empresa puede ganar 27.7 % trabajando un solo turno, 74% trabajando 2 turnos y hasta 95% trabajando 3 turnos, todas estas cifras sin considerar inflación. Estas cifras fueron tomadas de la tabla 6.6, en la cual se calcula la rentabilidad económica sin considerar inflación, trabajando 1, 2 y 3 turnos. La empresa decide tomar la tasa de referencia de 95%, pues considera que ha ganado un lugar importante en el mercado por la calidad de sus productos.

### Estado de resultados incremental

Como ya se anotó en la parte teórica de este capítulo, en un análisis incremental se deben restar las cifras de la alternativa de mayor inversión menos las cifras de la alternativa de menor inversión. La alternativa de menor inversión siempre es la alternativa que ya está funcionando, esto es, la empresa tal y como funciona en 3 turnos ya tiene una inversión, unos costos y un ingreso. Luego se hace una inversión adicional que es la inversión en la alternativa 2, y su operación va a generar otros ingresos, otros costos y otra ganancia. Las tablas 7.12 a 7.14 presentan los estados de resultados incrementales de la situación actual que es trabajar 3 turnos diarios produciendo 3 000 ton/año, incrementando la producción con la alternativa 2, en 1, 2 y 3 turnos. Los datos de depreciación se tomaron de las tablas 4.24 y 7.9. Observe que el cargo de depreciación de la alternativa (O3 + 1 turno) es la suma de los cargos de depreciación que aparecen en ambas tablas.

En el cálculo de los *FNE* del estado de resultados se comete otro error. Seguramente el cargo anual de depreciación de la alternativa actual, que es la planta original trabajando 3 turnos, no es \$443 (miles de pesos), pues se está bajo el supuesto de que esa planta original ha estado trabajando por  $n$  años de manera exitosa, y que al cabo de ese tiempo la demanda de sus productos ha sido tal que su capacidad productiva ya es insuficiente; esto significa que al

**Tabla 7.12 Alternativa 2 trabajando 1 turno (cifras redondeadas a miles)**

Concepto	O3 + 1 turnos – O3	FNE incremental, años 1 a 5
Producción	3 300 ton/año – 3 000 ton/año	300 ton/año
+ Ingreso (vea tabla 7.11)	83 292 – 75 720	7 572
– Costo total (vea tabla 7.10)	–71 958 – (–65 413)	–6 545
= UAI	11 334 – 10 307	1 027
– Impuesto 47%*	–5 327 – (–4 844)	–483
= UDI	6 007 – 5 463	544
+ Depreciación	801 – 443	358
= FNE	6 808 – 5 906	902

\*Como es sabido, la tasa impositiva cambia con el tiempo y actualmente en México esta tasa es mucho menor. Sin embargo, para fines de comparación con las condiciones originales se mantiene la misma tasa de impuestos.

**Tabla 7.13 Alternativa 2 trabajando 2 turnos (cifras redondeadas a miles)**

Concepto	O3 + 2 turnos – O3	FNE incremental, años 1 a 5
Producción	3 750 ton/año – 3 000 ton/año	750 ton/año
+ Ingreso (vea tabla 7.11)	94 650 – 75 720	18 930
– Costo total (vea tabla 7.10)	–81 706 – (–65 413)	–16 293
= UAI	12 944 – 10 307	2 637
– Impuesto 47%*	–6 084 – (–4 844)	–1 240
= UDI	6 860 – 5 463	1 397
+ Depreciación	801 – 443	358
= FNE	7 661 – 5 906	1 755

\*Ídem.

**Tabla 7.14 Alternativa 2 trabajando 3 turnos (cifras redondeadas a miles)**

Concepto	O3 + 3 turnos – O3	FNE incremental, años 1 a 5
Producción	4 200 ton/año – 3 000 ton/año	1 200 ton/año
+ Ingreso (vea tabla 7.11)	106 008 – 75 720	18 930
– Costo total (vea tabla 7.10)	–91 472 – (–65 413)	–26 059
= UAI	14 536 – 10 307	4 229
– Impuesto 47%*	–6 832 – (–4 844)	–1 998
= UDI	7 704 – 5 463	2 241
+ Depreciación	801 – 443	358
= FNE	8 505 – 5 906	2 599

\*Ídem.

haber pasado  $n$  años de operación, muchos de sus equipos están totalmente depreciados, por lo que el cargo de depreciación debería ser, no cero, pero tampoco un valor tan alto como los primeros 4 o 5 años de operación.

En la contabilidad existe un concepto que en algunos países se llama *crédito comercial*. Su significado es que, si existiera una industria exitosa como la que se está ejemplificando y se intentara calcular su valor en el mercado, seguramente la referencia no sería el valor en libros de sus activos, pues éstos con el paso del tiempo ya han disminuido su valor. Una empresa de este tipo, que ha sido exitosa durante  $n$  años, tiene un valor considerable en el mercado por

el prestigio que ha adquirido, por la forma en que ha sido y está siendo administrada y por la calidad de sus productos. Eso es precisamente lo que trata de reflejar el cargo de depreciación de \$443 (miles de pesos) más que el valor real de sus activos al momento de tomar la decisión de inversión.

### ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA ALTERNATIVA 3

#### Inversión inicial

Se puede notar en la figura 7.8 que la única diferencia de la alternativa 2 con la alternativa 3 es que se agregan 2 tanques, uno de escaldado y uno de concentración. El resto de los equipos en esta nueva línea de producción ya se habían adquirido en la alternativa 1 y estaban muy sobrados en capacidad. Se insiste en que tanto en la alternativa 1 como en la 2, ya se tendrían problemas con los almacenes, para los cuales prácticamente ya no hay espacio en la planta, por lo que sería necesario o construir más espacio sobre la planta actual, o bien rentar almacenes en algún sitio cercano a la planta, básicamente para el producto terminado, desde luego con un costo adicional. En el análisis económico se hace esta suposición. También se hace la adquisición de dos vehículos extra para reparto del producto.

El costo total de los equipos ya incluye un cargo de 5% de fletes y seguros. Los equipos que no tienen este cargo son las válvulas, las bombas y las estibas para esterilizadora. Note también que en la alternativa 3 no hay construcciones adicionales ni de oficinas ni de sanitarios, por tanto, no hay inversión en estos rubros, excepto tres computadoras y una impresora, que refiere el rubro de equipo de cómputo. Por otro lado, sí hay activo diferido, cuyo contenido y costo aparece en la tabla 7.16.

#### Depreciación y amortización

Para cada rubro de inversión se calculan los cargos, ya sea de depreciación o de amortización, los cuales se muestran en la tabla 7.17. Los porcentajes de depreciación no son iguales a los presentados en la tabla 4.24, ya que estos valores los fija el Ministerio de Hacienda de cada país, y dependiendo de las condiciones económicas y de la tecnología de cada activo, estos porcentajes varían con el paso del tiempo.

#### Los costos totales incrementales

En este análisis ya se sabe que la línea de producción original trabaja 3 turnos, lo cual se muestra en la columna de la extrema izquierda de la tabla 7.18 y, al igual que en la tabla 7.10, las siguientes 3 columnas muestran la producción y costos de la línea original más los costos de la alternativa 3 trabajando 1, 2 y 3 turnos. Para el cálculo de los costos se hacen consideraciones similares a aquellas hechas en la tabla 7.10, aunque en esta alternativa se supone que se renta un almacén para producto terminado, por lo que los costos de administración se elevan en \$360 (miles) al año, independientemente del incremento anual de los costos de administración y ventas que se generan en forma natural al manejar una mayor producción, así, el costo para una producción de 3 450 ton/año es de 598 más 10% más 360:

#### Ingresos incrementales

Se hacen las mismas consideraciones realizadas en la alternativa 2.

#### Determinación de la nueva *TMAR* de la empresa

Misma suposición hecha en el apartado de Los costos totales incrementales de la alternativa 2.

#### Estado de resultados incremental

Para el cálculo de este rubro se hacen las mismas consideraciones hechas en el cálculo de las tablas 7.12, 7.13 y 7.14.

**Tabla 7.15 Activo fijo de la alternativa 3**

Activo fijo	Cantidad	Precio unitario	Costo total
Banda de preesterilizadora de frascos	18 m	26 250	472 500
Preesterilizadora de frascos	1	201 700	211 785
Envasadora	1	163 350	171 518
Tapadora	1	108 100	113 050
Esterilizadora	1	482 900	507 045
Etiquetadora	1	122 400	128 520
Lavadora de fruta	1	115 500	121 275
Tanque de mezcla AI	1	61 000	64 050
Tanque de escaldado AI	2	84 800	178 800
Tanque de concentración AI	2	248 100	521 010
Válvula de paso de AI	3	6 500	19 500
Bomba de 2 pulg AI	3	16 900	50 700
Banda de lavadora de fruta	5 m	25 000	26 250
Estibas para esterilizadora		3 900	3 900
Tubería 2 pulg. AI	12 m	2 800	33 600
Montacargas	1	84 800	89 040
Ventilador	1	5 500	5 775
Equipo de cómputo	—	42 500	42 500
Vehículos	3	160 000	480 000
		<b>Total</b>	<b>\$ 3 240 818</b>

**Tabla 7.16 Activo diferido de alternativa 3**

Activo diferido	Costo
Mover e instalar etiquetadora original	28 500
Mover e instalar esterilizadora original	37 400
Mover e instalar tapadora original	30 000
<b>Total</b>	<b>\$ 95 900</b>

Como ya se anotó en la parte teórica de este capítulo, en un análisis incremental se deben *restar las cifras de la alternativa de mayor inversión menos las cifras de la alternativa de menor inversión*. La alternativa de menor inversión siempre es la alternativa que ya está en funcionamiento, esto es, la empresa tal y como funciona en 3 turnos ya tiene una inversión, unos costos y un ingreso. Luego se hace una inversión adicional que es la inversión en la alternativa 2, y su operación va a generar otros ingresos, otros costos y otra ganancia. Las tablas 7.12 a 7.14 presentan los estados de resultados incrementales de la situación actual que es trabajar 3 turnos

**Tabla 7.17 Depreciación y amortización**

Concepto	Valor	%	Cargo anual. Años 1 a 5	VS fin de año 5
Activo fijo	2 718 318	8	339 790	1 019 368
Activo diferido	95 900	10	9 590	47 950
Vehículos	480 000	25	120 000	0
Equipo de cómputo	42 500	35	14 875	0
	<b>\$3 336 718</b>		<b>484 255</b>	<b>\$1 067 318</b>

Tabla 7.18 Costos totales de la alternativa 3 (cifras redondeadas a miles de pesos)

Concepto	Costo	Costo	Costo	Costo
Cantidad producida	3 000	3 450	4 500	5 400
Alternativa	O 3 turnos	O+1 turno	O+2 turnos	O+3 turnos
Producción	\$63 797	\$ 73 367	\$95 696	\$114 835
Administración	598	1 018	1 084	1 156
Ventas	1 021	1 123	1 235	1 359
Costo total	\$65416	\$75 508	\$98 015	\$117 350
Costo unitario	\$10.90	\$10.94	\$10.89	\$10.87

**Nota:** O significa original o datos del ejemplo original presentado en los capítulos del 2 a 6.

O+1 turno significa los datos originales trabajando 3 turnos (3 000 ton/año), más la alternativa 3 trabajando 1 turno; O+2 turnos significan los datos originales trabajando 3 turnos (3 000 ton/año) más la alternativa 3 trabajando 2 turnos y O+3 turnos significa los datos originales más la alternativa 3 trabajando 3 turnos.

Tabla 7.19 Ingreso de alternativa 3

Producción ton/año	Número de frascos	Precio unitario	Ingreso total
3 000	6 000 000	\$12.62	\$ 75 720 000
3 000 + 450	6 900 000	12.62	87 078 000
3 000 + 1 500	9 000 000	12.62	113 580 000
3 000 + 2 400	10 800 000	12.62	136 296 000

Tabla 7.20 Alternativa 3 trabajando 1 turno (cifras redondeadas a miles)

Concepto	O3+1 turnos – O3	FNE incremental, años 1 a 5
Producción	3 450 ton/año – 3 000 ton/año	1 500 ton/año
+ Ingreso (vea tabla 7.19)	87 078 – 75 720	11 358
- Costo total (vea tabla 7.18)	-75 508 – (-65 413)	-10 095
= UAI	11 570 – 10 307	1 263
- Impuesto 47%*	-5 438 – (-4 844)	-594
= UDI	6 132 – 5 463	669
+ Depreciación	927 – 443	484
= FNE	7 059 – 5 906	1 153

\*Como es sabido, la tasa impositiva cambia con el tiempo y actualmente en México es mucho menor. Sin embargo, para fines de comparación con las condiciones originales se mantiene la misma tasa de impuestos.

Tabla 7.21 Alternativa 3 trabajando 2 turnos (cifras redondeadas a miles)

Concepto	O3+2 turnos – O3	FNE incremental, años 1 a 5
Producción	4 500 ton/año – 3 000 ton/año	450 ton/año
+ Ingreso (vea tabla 7.19)	113 580 – 75 720	37 860
- Costo total (vea tabla 7.18)	-98 015 – (-65 413)	-32 602
= UAI	15 565 – 10 307	5 258
- Impuesto 47%*	-7 316 – (-4 844)	-2 471
= UDI	8 249 – 5 463	2 787
+ Depreciación	927 – 443	484
= FNE	9 176 – 5 906	3 271

\*Ídem.



Tabla 7.22 Alternativa 3 trabajando 3 turnos (cifras redondeadas a miles)

Concepto	O3+3 turnos – O3	FNE incremental, años 1 a 5
Producción	5 400 ton/año – 3 000 ton/año	2 400 ton/año
+ Ingreso (vea tabla 7.19)	136 296 – 75 720	60 576
- Costo total (vea tabla 7.18)	- 117 350 – (-65 413)	51 937
= UAI	18 946 – 10 307	8 639
- Impuesto 47%*	-8 905 – (-4 844)	-4 060
= UDI	10 041 – 5 463	4 579
+ Depreciación	927 – 443	484
= FNE	10 968 – 5 906	5 063

\*Ídem.

Tabla 7.23 Inversión inicial de alternativa 4

Activo fijo	Cantidad	Precio unitario	Costo total
Banda de preesterilizadora de frascos	18 m	26 250	472 500
Preesterilizadora de frascos	1	201 700	211 785
Envasadora	1	163 350	171 518
Tapadora	1	108 100	113 050
Esterilizadora	1	482 900	507 045
Etiquetadora	1	122 400	128 520
Lavadora de fruta	1	115 500	121 275
Tanque de mezcla AI	1	61 000	64 050
Tanque de escaldado AI	3	84 800	267 120
Tanque de concentración AI	2	248 100	521 010
Válvula de paso de AI	3	6 500	19 500
Bomba de 2 pulg AI	3	16 900	50 700
Banda de lavadora de fruta	5 m	25 000	26 250
Estibas para esterilizadora		3 900	3 900
Tubería 2 pulg AI	12 m	2 800	33 600
Montacargas	1	84 800	89 040
Ventilador	1	5 500	5 775
Equipo de cómputo	—	70 000	70 000
Vehículos	5	160 000	800 000
Muebles de oficina	—	25 000	25 000
Materiales para obra civil	—	485 000	485 000
Nuevos sistemas de transporte	6	172 500	172 500
		<b>Total</b>	<b>\$4359 138</b>

diarios produciendo 3 000 ton/año, incrementando la producción con la alternativa 2, en uno, 2 y 3 turnos. Los datos de depreciación se tomaron de las tablas 4.24 y 7.9.

## ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA ALTERNATIVA 4

### Inversión inicial

El estudio técnico de la alternativa 4 consiste de una nueva línea de producción idéntica a la línea original, pero en esta nueva línea productiva sí hay necesidad de hacer las siguientes modificaciones estructurales a la construcción original:

**Tabla 7.24 Activo diferido de alternativa 4**

Activo diferido	Costo
Mover e instalar etiquetadora original	28 500
Mover e instalar esterilizadora original	37 400
Mover e instalar tapadora original	30 000
Supervisión de la obra	128 000
Instalar nuevos equipos y sistemas de transporte	35 000
<b>Total</b>	<b>\$ 258 900</b>

- Derribar los muros del almacén original.
- Acondicionar todas las áreas que eran jardines, lo cual implica techar y cambiar el piso.
- Construir un almacén de 11 × 25 m sobre el área productiva actual y construir oficinas de 9 × 25 m sobre el estacionamiento. Desde luego que se aprovecharía la construcción que ya existe en la planta alta y que actualmente es utilizada como oficinas.
- Se va a suponer que se requiere de una cimentación especial para instalar el almacén en la planta alta.
- Se compran más muebles de oficina.
- Se compra más equipo de cómputo.
- Se compran 5 elevadores de cangilones (o bandas inclinadas) para transportar materia prima y producto terminado entre el almacén (en el nivel superior) y el área productiva (en el nivel inferior), además de instalar un elevador inclinado de banda, para transportar toda la materia prima del área de descarga hacia el almacén y el producto terminado del almacén hacia el área de carga.
- En la nueva línea de producción sólo se compra un tanque de escaldado adicional.
- Se compran dos vehículos más para el reparto de producto terminado.
- Ya no se considera la renta de un almacén externo.

La inversión en activo diferido consiste en la supervisión de la obra y la instalación de los nuevos equipos de transporte.

### Depreciación y amortización

**Tabla 7.25 Depreciación y amortización**

Concepto	Valor	%	Cargo anual. Años 1 a 5	VS fin de año 5
Activo fijo	3 004 138	8	375 517	1 126 552
Activo diferido	258 900	10	25 890	129 450
Vehículos	800 000	25	200 000	0
Equipo de cómputo	70 000	35	24 500	0
Obra civil	485 000	5	24 250	363 750
	<b>\$4 618 038</b>		<b>650 157</b>	<b>\$1 619 752</b>

### Costos incrementales

La tabla 7.26 se construye bajo las mismas suposiciones que las anteriores tablas referidas a los costos totales de las alternativas 2 y 3. En el estudio técnico del ejemplo de esta parte se puede observar que la alternativa 4 consiste de una línea de producción de idéntica capacidad a la línea original, por tanto, sus costos también se considerarán una réplica de los costos de la línea original.

**Tabla 7.26 Costos totales de la alternativa 4 (cifras redondeadas a miles de pesos)**

Concepto	Costo	Costo	Costo	Costo
Cantidad producida	3 000	4 050	5 100	6 000
Alternativa	O 3 turnos	O+1 turno	O+2 turnos	O+3 turnos
Producción	\$63 797	\$86 126	\$108 455	\$127 594
Administración	598	658	724	796
Ventas	1 021	1 123	1 235	1 359
Costo total	\$65 413	\$87 907	\$110 414	\$129 749
Costo unitario	\$10.90	\$10.85	\$10.82	\$10.81

**Ingresos incrementales****Tabla 7.27 Ingreso de alternativa 4**

Producción ton/año	Número de frascos	Precio unitario	Ingreso total
3 000	6 000 000	\$12.62	\$75 720 000
3 000 + 1 050	8 100 000	\$12.62	102 222 000
3 000 + 2 100	10 200 000	12.62	128 724 000
3 000 + 3 000	12 000 000	12.62	151 440 000

**Tabla 7.28 Alternativa 4 trabajando 1 turno (cifras redondeadas a miles)**

Concepto	O3+1 turno – O3	FNE incremental, años 1 a 5
Producción	4 050 ton/año – 3 000 ton/año	1 050 ton/año
+ Ingreso (vea tabla 7.27)	102 222 – 75 720	26 502
– Costo total (vea tabla 7.26)	–87 907 – (–65 413)	–22 494
= UAI	14 315 – 10 307	4 008
– Impuesto 47%*	–6 728 – (–4 844)	–1 884
= UDI	7 587 – 5 463	2 124
+ Depreciación	1 093 – 443	650
= FNE	8 680 – 5 906	2 774

\*Como es sabido, la tasa impositiva cambia con el tiempo y actualmente en México es mucho menor. Sin embargo, para fines de comparación con las condiciones originales se mantiene la misma tasa de impuestos.

**Tabla 7.29 Alternativa 4 trabajando 2 turnos (cifras redondeadas a miles)**

Concepto	O3+2 turnos – O3	FNE incremental, años 1 a 5
Producción	5 100 ton/año – 3 000 ton/año	2 100 ton/año
+ Ingreso (vea tabla 7.27)	218 724 – 75 720	53 004
– Costo total (vea tabla 7.26)	–110 414 – (–65 413)	–45 001
= UAI	18 310 – 10 307	8 003
– Impuesto 47%*	–8 606 – (–4 844)	–3 761
= UDI	9 704 – 5 463	4 241
+ Depreciación	1 093 – 443	650
= FNE	10 797 – 5 906	4 891

\*Como es sabido, la tasa impositiva cambia con el tiempo y actualmente en México es mucho menor. Sin embargo, para fines de comparación con las condiciones originales se mantiene la misma tasa de impuestos.

Tabla 7.30 Alternativa 4 trabajando 3 turnos (cifras redondeadas a miles)

Concepto	O3+3 turnos - O3	FNE incremental, años 1 a 5
Producción	6 000 ton/año - 3 000 ton/año	3 000 ton/año
+ Ingreso (vea tabla 7.27)	151 400 - 75 720	75 720
- Costo total (vea tabla 7.26)	- 129 749 - (-65 413)	64 336
= UAI	21 691 - 10 307	11 384
- Impuesto 47%*	- 10 195 - (-4 844)	-5 351
= UDI	11 496 - 5 463	6 033
+ Depreciación	1 093 - 443	650
= FNE	12 589 - 5 906	6 683

\*Ídem.

#### TMAR de la alternativa 4

Misma suposición hecha en el apartado de los costos totales incrementales de la alternativa 2.

#### Estado de resultados incremental

Para su cálculo se toman los mismos supuestos que en los cálculos previos.

#### EVALUACIÓN ECONÓMICA POR ANÁLISIS INCREMENTAL Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La evaluación económica de cada uno de los diferentes niveles de producción de cada alternativa siempre se realizan calculando ya sea el *VPN* (valor presente neto) o la *TIR* (tasa interna de rendimiento), pero en este caso tanto la inversión inicial, así como los *FNE* y el valor de salvamento, son valores incrementales, por tanto, independientemente del valor que tenga la empresa original al momento de tomar la decisión de incrementar la capacidad instalada, la inversión incremental de cada alternativa es justamente la inversión realizada en esa alternativa; los *FNE* incrementales son los valores obtenidos en cada una de las tablas correspondientes y el *VS* incremental es también aquel mostrado en cada una de las tablas donde se ha calculado la depreciación y amortización de la nueva inversión; observe que este valor aparece en la columna de la extrema derecha de esas tablas.

#### Alternativa 2

Todos los datos están en miles:

- Producción incremental = 300 ton/año;  $P = 2\,643$ ;  $VS = 927$ ;  $FNE = 902$ ;  $TMAR = 95\%$

$$VPN = -2\,643 + 902 \left[ \frac{((1.95))^5 - 1}{(0.95)((1.95))^5} \right] + 927 / ((1.95))^5$$

$$VPN = -1\,694.32$$

Para calcular la *TIR* se iguala  $VPN = 0$  y se determina la  $i$  por tanteo.  **$TIR = 26.43\%$**

- Producción incremental = 750 ton/año;  $P = 2\,643$ ;  $VS = 927$ ;  $FNE = 1\,755$ ;  $TMAR = 95\%$

$$VPN = -2\,643 + 1\,755 \left[ \frac{((1.95))^5 - 1}{(0.95)((1.95))^5} \right] + 927 / ((1.95))^5$$

$$VPN = -828.27$$

Para calcular la *TIR* se iguala  $VPN = 0$  y se determina la  $i$  por tanteo.  **$TIR = 62.47\%$**

- Producción incremental = 1 200 ton/año;  $P = 2\,643$ ;  $VS = 927$ ;  $FNE = 2\,599$ ;  $TMAR = 95\%$

$$VPN = -2\,643 + 2\,599 \left[ \frac{[(1.95)]^5 - 1}{(0.95[(1.95)]^5)} \right] + 927 / [(1.95)]^5$$

$$VPN = 28.63$$

Para calcular la  $TIR$  se iguala  $VPN = 0$  y se determina la  $i$  por tanteo.  **$TIR = 96.10\%$**

### Alternativa 3

Todos los datos están en miles:

- Producción incremental = 450 ton/año;  $P = 3\,337$ ;  $VS = 1\,067$ ;  $FNE = 1\,153$ ;  $TMAR = 95\%$

$$VPN = -3\,337 + 1\,153 \left[ \frac{[(1.95)]^5 - 1}{(0.95[(1.95)]^5)} \right] + (1\,067) / [(1.95)]^5$$

$$VPN = -2\,128.5$$

Para calcular la  $TIR$  se iguala  $VPN = 0$  y se determina la  $i$  por tanteo.  **$TIR = 26.5\%$**

- Producción incremental = 1 500 ton/año;  $P = 3\,337$ ;  $VS = 1\,067$ ;  $FNE = 3\,271$ ;  $TMAR = 95\%$

$$VPN = -3\,337 + 3\,271 \left[ \frac{[(1.95)]^5 - 1}{(0.95[(1.95)]^5)} \right] + (1\,067) / [(1.95)]^5$$

$$VPN = 21.88$$

Para calcular la  $TIR$  se iguala  $VPN = 0$  y se determina la  $i$  por tanteo.  **$TIR = 95.67\%$**

- Producción incremental = 2 400 ton/año;  $P = 3\,337$ ;  $VS = 1\,067$ ;  $FNE = 5\,063$ ;  $TMAR = 95\%$

$$VPN = -3\,337 + 5\,063 \left[ \frac{[(1.95)]^5 - 1}{(0.95[(1.95)]^5)} \right] + (1\,067) / [(1.95)]^5$$

$$VPN = 1\,841.29$$

Para calcular la  $TIR$  se iguala  $VPN = 0$  y se determina la  $i$  por tanteo.  **$TIR = 150.67\%$**

### Alternativa 4

Todos los datos están en miles:

- Producción incremental = 1 050 ton/año;  $P = 4\,618$ ;  $VS = 1\,620$ ;  $FNE = 2\,774$ ;  $TMAR = 95\%$

$$VPN = -4\,618 + 2\,774 \left[ \frac{[(1.95)]^5 - 1}{(0.95[(1.95)]^5)} \right] + (1\,620) / [(1.95)]^5$$

$$VPN = -1\,744.1$$

Para calcular la  $TIR$  se iguala  $VPN = 0$  y se determina la  $i$  por tanteo.  **$TIR = 55.62\%$**

- Producción incremental = 2 100 ton/año;  $P = 4\,618$ ;  $VS = 1\,620$ ;  $FNE = 4\,891$ ;  $TMAR = 95\%$

$$VPN = -4\,618 + 4\,891 \left[ \frac{[(1.95)]^5 - 1}{(0.95[(1.95)]^5)} \right] + (1\,620) / [(1.95)]^5$$

$$VPN = -405.272$$

Para calcular la  $TIR$  se iguala  $VPN = 0$  y se determina la  $i$  por tanteo.  **$TIR = 103.94\%$**

- Producción incremental = 3 000 ton/año;  $P = 4\,618$ ;  $VS = 1\,620$ ;  $FNE = 6\,683$ ;  $TMAR = 95\%$

$$VPN = -4\,618 + 6\,683 \left[ \frac{((1.95))^5 - 1}{(0.95)((1.95))^5} \right] + (1\,620)/((1.95))^5$$

$$VPN = 2\,224.69$$

Para calcular la *TIR* se iguala  $VPN = 0$  y se determina la  $i$  por tanteo. ***TIR* = 143.61%**

Los resultados dicen que ninguna de las alternativas es mala en cuanto a rentabilidad, pues al parecer la tecnología se utiliza de manera adecuada, ya que la mínima tasa de rendimiento es de 26.43%. La suposición es que los propietarios de la empresa han decidido que ya tienen el suficiente prestigio y calidad reconocida en el mercado, como para que cada nueva inversión que hagan en la propia empresa les proporcione al menos una ganancia de 95%, y desde este punto de vista sólo cuatro de las seis alternativas de producción cumplen con el requisito de superar esa tasa de ganancia.

La decisión final de inversión radica en la certeza que tenga la propia empresa sobre las ventas que puede lograr en el futuro. Es claro que para cualquier alternativa mientras más se utilice la inversión hecha en esa alternativa, el rendimiento económico va a aumentar. Para aclarar más la base sobre la cual se tomará la decisión se construyen unas gráficas como las que se muestran en las figuras 7.17, 7.18 y 7.19. Las gráficas muestran cómo se comporta la producción y la rentabilidad obtenida respecto al tiempo. Las demandas pronosticadas, optimista y pesimista fueron tomadas de la figura 7.3. Las flechas que señalan el incremento de producción, indican que ese nivel de producción se alcanza cuando se trabaja el turno completo; lo mismo sucede con la rentabilidad, por ejemplo, en la alternativa 2 se obtiene una rentabilidad de 26.43% si se trabaja todo un turno completo, se alcanza 62.17% de rentabilidad si se trabajan 2 turnos completos y se obtiene 96.10% al trabajar tres turnos completos.

Lo que dice la figura 7.17 es que si se invirtiera en la alternativa 2, trabajando un solo turno, más o menos al final del tercer año ya no se alcanzaría a cubrir ni siquiera la demanda pesimista por lo que habría que empezar a trabajar otro turno el cual, para el quinto año de operación, estaría trabajando a 50% y el rendimiento sería cercano a 50%. La conclusión de la alternativa 2 es que no se debe invertir en ella, porque en caso de que la demanda creciera a los niveles de los pronósticos optimistas, la alternativa sería insuficiente para cubrir esta demanda para el año 5. Aun trabajando 3 turnos, al final del tercer año se saturaría totalmente la capacidad productiva de esta alternativa.

En la alternativa 3 existe un fenómeno interesante de analizar y es que el área que cubren 2 turnos de trabajo es mucho mayor que el área cubierta trabajando sólo 1 turno o trabajando 3 turnos. Esto se debe al cambio de tecnología descrito en el estudio técnico, donde se recordará que se introduce un nuevo tanque de escaldado y un nuevo tanque de concentración, que al utilizarse de manera más intensiva con dos turnos de trabajo se incrementa sustancialmente la rentabilidad. No sucede lo mismo con el tercer turno, pues siempre se trabajan menos horas en la noche y esto hace que disminuya la rentabilidad.

Observe que en esta alternativa al trabajar un turno en los 5 años se cubre casi el total de la demanda pesimista pronosticada y con 3 turnos de trabajo se cubre 80% de la demanda optimista pronosticada (2 400 de 3 000 ton). Incluso trabajando 3 turnos es la alternativa que presenta la mayor rentabilidad de todas las alternativas con un rendimiento de 150.67%. Otra ventaja que presenta esta alternativa es que no es necesario construir prácticamente nada, excepto el aprovechamiento de las áreas de expansión, lo cual está considerado en todas las alternativas. Esto significa que en caso de que la demanda pronosticada no llegara a los niveles de la demanda optimista, se podría ya no rentar los almacenes externos, esto es, no se compromete tanto capital invertido como en la alternativa 4.

Esta alternativa es la más riesgosa de todas, ya que es donde se realiza la mayor inversión, esperando alcanzar las ventas de la máxima demanda optimista pronosticada. Si esto no sucede se quedaría una buena inversión ociosa en construcción y en equipo, pues podría ser necesario trabajar sólo 1 o 2 turnos para cubrir la demanda real que se presente en los años futuros y se puede observar que el rendimiento económico bajaría sustancialmente.

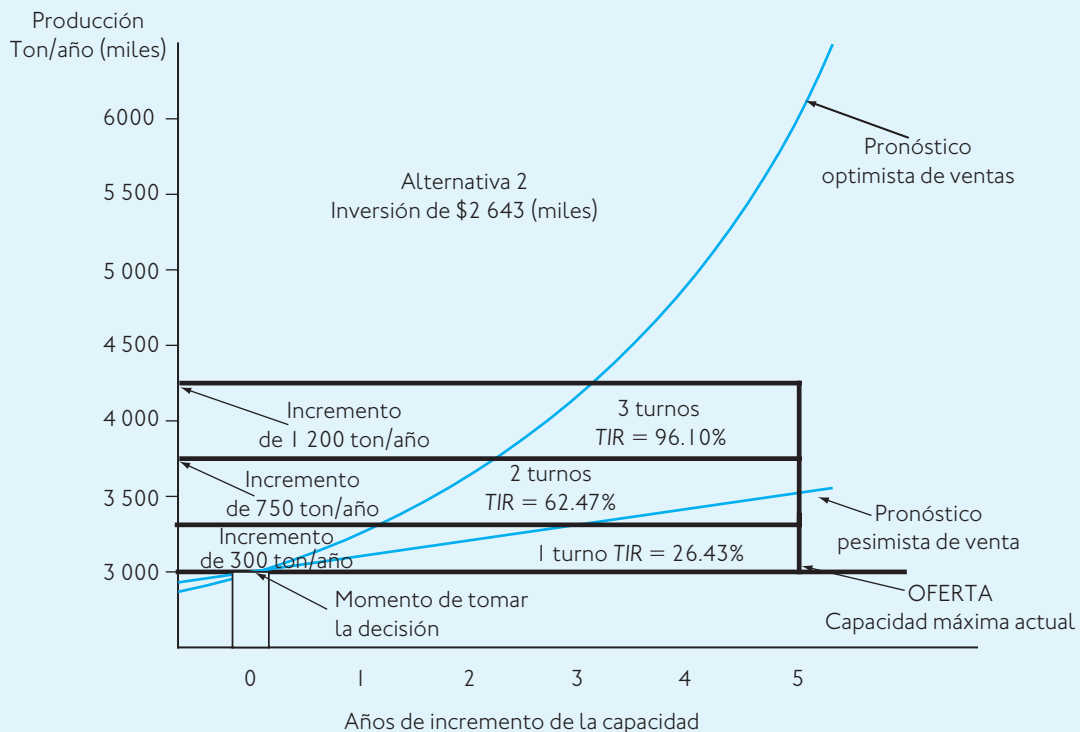


Figura 7.17 Alternativa 2 y los rendimientos económicos obtenidos.

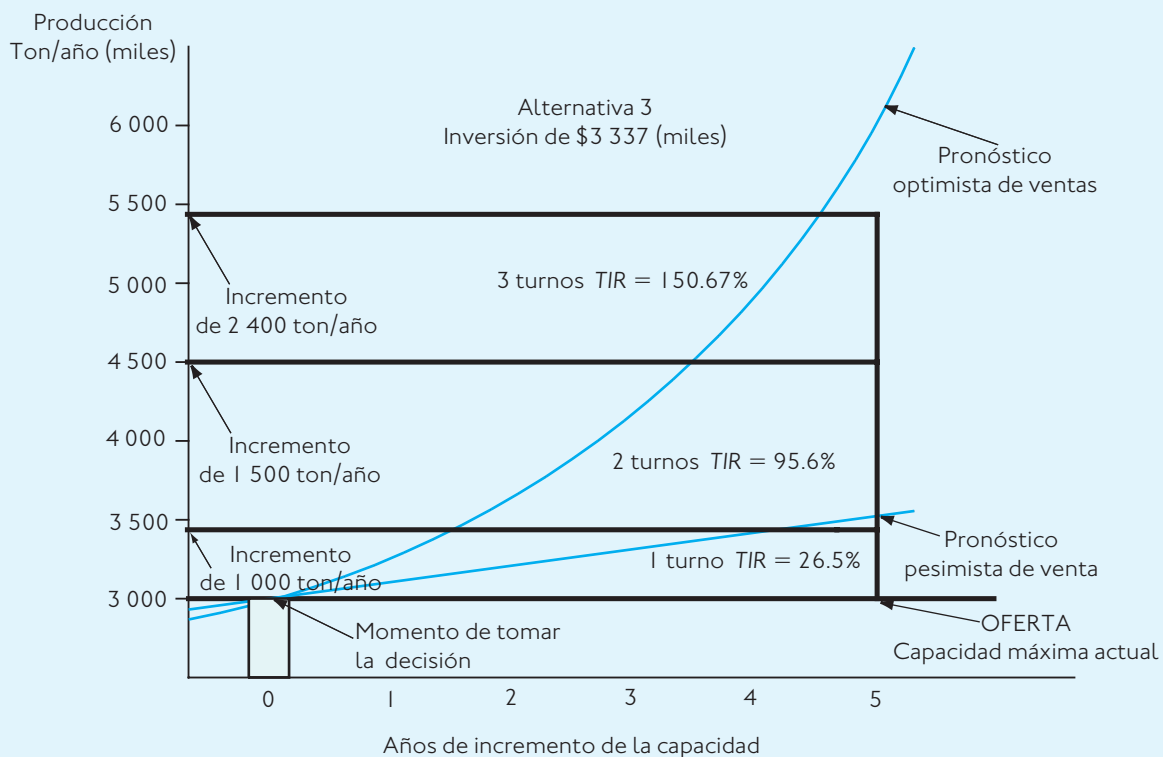


Figura 7.18 Alternativa 3 y los rendimientos económicos obtenidos.

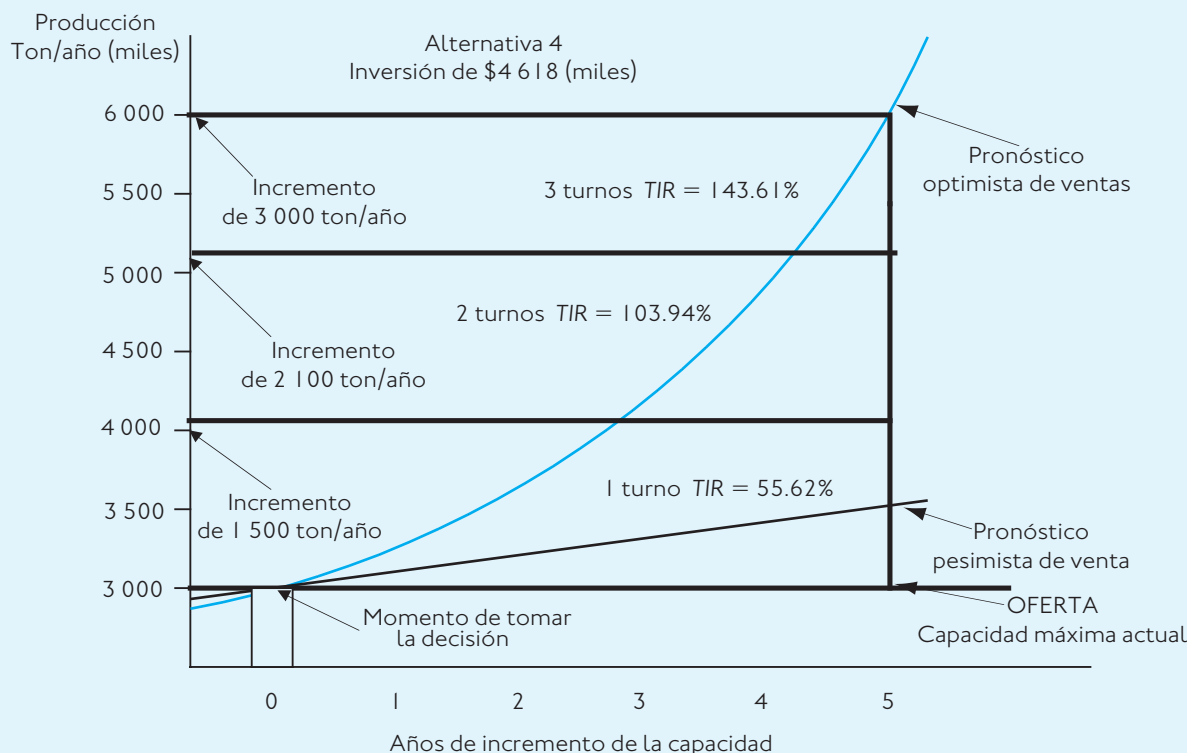


Figura 7.19 Alternativa 4 y los rendimientos económicos obtenidos.

La conclusión general es seleccionar la alternativa 3 por:

- No tener una inversión tan elevada, lo que disminuye el riesgo de la inversión.
- Ser mucho más flexible en el sentido de que si la demanda futura no es tan elevada, se puede dejar de rentar los almacenes.
- Presenta la alternativa con mayor rentabilidad.

## Conclusiones generales de la metodología

El objetivo de una metodología es mostrar una serie de pasos (o métodos), que conduzcan a alguien con un problema específico a obtener una solución razonada, en términos de los métodos empleados para la solución del problema. En este caso, el problema planteado inicialmente es confrontarse con una decisión de inversión para incrementar la capacidad instalada de una empresa de manufactura, y que actualmente no existen metodologías específicas para tomar este tipo de decisiones de forma adecuada.

De todo el análisis presentado, el método propuesto se puede resumir en los siguientes pasos:

- Con base en los registros históricos de las ventas de la empresa, se debe construir una gráfica que muestre la capacidad de producción máxima actual, a la cual se le llamará *oferta*. Calcular un estimado optimista y pesimista de la demanda de los productos que tendrá la empresa; el horizonte del pronóstico debe ser al menos de 5 años. Calcular la magnitud anual de la *demand potencial insatisfecha*, entendida como la diferencia entre la capacidad de producción máxima de la empresa y la demanda calculada en el futuro. Vea la figura 7.3
- Hacer un análisis exhaustivo de la tecnología en uso y disponible en el mercado para:
- No detener la producción actual mientras se realizan las obras físicas de expansión de la capacidad productiva.



- Aprovechar todas las áreas de expansión que pudieran existir en la empresa y dentro del área de producción.
- En la medida de lo posible, ir adquiriendo equipos y maquinaria de producción, conforme se incrementa la demanda a través de los años. Esto evitaría hacer fuertes inversiones en equipos de gran capacidad y que estuvieran con bajo aprovechamiento durante los primeros años.
- Determinar el incremento de la producción por turno de trabajo.
- Observar con especial interés la necesidad de incrementar la capacidad del espacio de almacenes dado el incremento de la producción.
- Determinar el flujo neto de efectivo incremental para cada una de las alternativas generadas.
- Determinar la rentabilidad incremental ya sea en forma de *VPN* incremental o de *TIR* incremental.
- Elaborar una gráfica final por cada alternativa, que muestre cómo dicha alternativa cubre la demanda potencial insatisfecha, optimista y pesimista, a través de los años y cuál es la rentabilidad económica obtenida en cada caso. Vea las figuras 7.17 a 7.19.

## Preguntas y problemas

1. ¿Cómo procedería al cálculo de la *DPI* de una empresa que quiere incrementar su capacidad de producción si no se tienen registros históricos de sus ventas?
2. Mencione al menos dos estrategias que sería conveniente adoptar para llegar a cumplir los pronósticos optimistas de ventas.
3. Discuta por qué no es conveniente calcular el punto de equilibrio en estudios de incremento de la capacidad instalada.
4. Para la alternativa 4 del ejemplo mostrado, sugiera otros métodos de transporte de materiales y proponga una nueva distribución de planta para los mismos.
5. Sugiera al menos otra alternativa para incrementar la capacidad productiva de la empresa elaboradora de mermeladas, que implique la compra de equipos de otras capacidades distintas a las señaladas.





## CAPÍTULO 8

# Evaluación de proyectos en el desarrollo económico regional

### OBJETIVO GENERAL

Al concluir el estudio de este capítulo el alumno conocerá los hechos históricos económicos que han sucedido en países que han desarrollado sustancialmente su sector industrial y han elevado su nivel de vida.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer** los factores macroeconómicos más relevantes de un país.
- Conocer** lo que es y cómo funciona el Consenso de Washington.
- Conocer** algunas medidas macroeconómicas y estrategias de desarrollo que han adoptado algunos países económicamente exitosos.
- Conocer** el concepto de cadenas productivas y su inserción dentro de una estrategia de desarrollo económico.

## ENFOQUE EN COMPETENCIAS

### ¿Para qué se adquieren competencias?

Este capítulo es distinto a los anteriores, en el sentido de que no contiene un ejemplo de aplicación y tampoco técnicas cualitativas o cuantitativas que se deban o se puedan aplicar. Es una reflexión sobre los problemas de desarrollo económico que enfrentan los países latinoamericanos y una propuesta, no para resolver el subdesarrollo, sino para dar una idea de algo que es útil.

En cuanto a las competencias que se adquieren en las universidades, aquí no cabe preguntar cuáles competencias son necesarias, lo que se debe indagar es: ¿para qué se adquieren competencias? Más de una vez se ha acusado a las universidades por preparar a egresados de todas las especialidades para servir a los grandes intereses económicos, tanto nacionales como internacionales. Y como generalmente los egresados, sobre todo de licenciaturas en administración, negocios e ingeniería, tienen como destino laboral la industria, los bancos y los negocios privados, las universidades se han preocupado por preparar a sus estudiantes para encontrar más fácilmente trabajo en esos tres sectores, y parece que, en efecto, estuvieran preparando egresados para servir a esos intereses.

En 2008 se generó la mayor crisis económica de la historia, afectó a muchos países, dejó sin empleo a millones de personas sin importar si eran de países desarrollados o no desarrollados. Aunque tal vez nunca se encuentre a un culpable directo de la crisis, por la forma en que ésta se generó, se deduce que el *egoísmo* y la *avaricia* del hombre fueron los culpables. Desde 2006 ya se había caído la Bolsa de Valores de Shanghai porque en ella se compraron títulos de deuda de bancos estadounidenses, títulos cuyo pago de intereses y de capital, dependía de que se pagaran la mayoría de las hipotecas que habían otorgado los bancos estadounidenses a deudores con poca capacidad de pago.

Ya desde finales de 2006 se había notado una fuerte anomalía en el sistema bancario de Estados Unidos y ningún alto funcionario, ni bancario ni del gobierno, hizo público el problema y evidentemente tampoco hizo algo por detenerlo ¿Competencias? ¿Para qué?... ¿Para saber cómo ocultar información y engañar a millones de inversionistas? Unos años antes, en el 2000, la Compañía Enron había hecho un enorme fraude, por unos 38 mil millones de dólares en el negocio de energía eléctrica, cuando sus directivos siempre enarbolaban la honestidad de la empresa. Otros grandes fraudes del 2008 fueron el de Bernard Madoff por unos 50 mil millones de dólares y el de Allen Stanford por otros 8 mil millones de dólares. La historia de fraudes financieros es interminable.

Es posible afirmar, sin temor a equivocación, que todos los directivos de todas las empresas o instituciones donde se han cometido grandes fraudes, tenían muy desarrolladas todas o casi todas las competencias superiores. Fueron grandes líderes en sus respectivas empresas, tenían *visión estratégica*, sabían realizar una excelente *planeación*, supieron *negociar*, etc., pero todas esas competencias las utilizaron para defraudar por miles de millones de dólares, no sólo a inversionistas estadounidenses sino a todo aquel inversionista que confió en ellos.

No se puede decir que el culpable es el neoliberalismo o el sistema capitalista. Parece que la culpabilidad recae en la *orientación que se le ha dado a la educación*. En cualquier escuela de negocios se enseña a obtener la máxima rentabilidad en las inversiones, a cómo hacer que la gente consuma lo que no necesita, a aplicar reingeniería lo que, por lo general, implica hacer más planas a las organizaciones (a despedir personal), a cómo ganar más mercado a costa de que otros productores lo pierdan, etc., etc. La educación que se imparte en cualquier universidad tiende a enseñar cómo hacer dinero, lo cual no está mal, pero la mala orientación es que en esa enseñanza nunca se cuestionan las consecuencias de hacerse millonario. Las consecuencias que hasta ahora se han tenido, porque muchas personas se han hecho millonarios ilícitamente, es el empobrecimiento de países enteros. No se trata de cambiar los paradigmas de la educación, como tratar de obtener siempre la máxima ganancia monetaria, sino, además, cuestionar sobre las consecuencias para otros de obtener esas ganancias.

La educación enseña muchas competencias, pero nunca cuestiona su ¿para qué? El *egoísmo* y la *avaricia* natural del hombre, aunados a la libertad natural con la que nace, dotado además de una serie de competencias básicas y superiores, han provocado severas crisis económicas a lo largo de la historia. No se culpe al neoliberalismo ni al capitalismo. Por tanto, si se acepta que el culpable es el hombre mismo y la orientación de su educación, hay que reorientar la educación. Desde 1580 Montaigne deseaba que *tanto el maestro como el alumno tuvieran una mente bien orientada, más que llena de datos*. No se trata de no enseñar competencias, al contrario, hay que enseñar muchas competencias superiores a los estudiantes, pero orientadas a hacer el bien para la sociedad, no para perjudicar a la sociedad a cambio del beneficio propio.

Los efectos de este cambio de orientación no se verán en dos o tres años, y quizá ni en diez. Este cambio de mentalidad es un cambio generacional. Es necesario

que a los niños se les enseñen, desde la educación básica, principios éticos y morales, lo mismo que a los maestros de todos los niveles, si esto se hace los resultados se verán hasta que esos niños, ya convertidos en adultos, empiecen a egresar de las universidades con una mentalidad más orientada a pensar en la sociedad en vez de pensar, como hasta ahora, sólo en ellos mismos.

Sirva este capítulo para iniciar una reflexión académica sobre las consecuencias que ha traído para el mundo la *orientación* y las *competencias* que hasta ahora se han impartido en las universidades, y que quienes estén de acuerdo empiecen a reorientar su cátedra, pensando siempre en las consecuencias para otros de hacer dinero de cualquier manera.

## Introducción

En los siete capítulos anteriores del texto se demostró la utilidad de la metodología de *evaluación de proyectos* para uso personal, empresarial o como inversionista. Pero, además, esta metodología aplica en términos macroeconómicos para desarrollar regiones, e incluso para apoyar al progreso de un país.

En este capítulo se presenta, primero, el contexto macroeconómico en el cual se desarrollan la mayoría de los países de América Latina y, en general, los países en vías de desarrollo o economías emergentes, como ahora se les llama. Se enfoca en la política neoliberal impuesta a la mayoría de estos países, con el análisis de ventajas y desventajas. Más adelante se presentan esquemas de desarrollo económico regional que funcionan al margen de cualquier política económica y la forma en que se inserta la *metodología de evaluación de proyectos* en estos esquemas de desarrollo.

En estos días, cercano el fin de la primera década del nuevo siglo, hay muchas cosas que el mundo tiene para preocuparse, básicamente la contaminación del planeta y la pobreza en la que vive más de la mitad de los habitantes de la Tierra. Muchos investigadores sociales han sostenido que los recursos que genera actualmente la Tierra son más que suficientes para alimentar y mantener adecuadamente a los ya 6 000 millones de habitantes que pueblan este planeta y aun la tierra es tan generosa que puede dar para más, *el problema es la distribución adecuada de esos recursos*.

Los países desarrollados poseen tecnología, dinero, recursos y algunos de ellos armas poderosas para apropiarse por la fuerza de los recursos que no tienen en su propio país y que necesitan para sobrevivir. Los países pobres no tienen tecnología, ni dinero, ni armas y sólo poseen algunos recursos naturales y fundamentalmente fuerza de trabajo barata. La concentración de la riqueza es muy alta en los países desarrollados e insulta a la dignidad humana que esa riqueza se concentre en tan pocas manos, el asunto es más crítico en las economías emergentes. Aunque economistas, filósofos y hasta poetas declaran su deseo de una distribución más justa de esa riqueza, es evidente que ni los países, ni las personas ricas, van a distribuir la riqueza que han acumulado sólo por la fuerza de discursos poco convincentes o por filantropía.

No se puede negar la ayuda que los países desarrollados dan a otros países, sobre todo en desastres naturales, o mediante programas internacionales de asistencia social. También las personas muy ricas, a través de sus empresas, crean fundaciones o fondos especiales de ayuda para programas de educación y de salud hacia los más necesitados. Desde luego que éstas son muy buenas acciones, pero distan mucho de ser suficientes para acabar con la pobreza.

Parece, entonces, que la solución para una distribución más justa de la riqueza no es que los países de economías emergentes esperen la ayuda económica de los países desarrollados en cantidad suficiente como para acabar con la pobreza. La única solución viable para estos países es que se desarrollen económicamente en forma autónoma.

## Aspectos macroeconómicos del problema

Quizá la mayoría de los habitantes de los países de economías emergentes se han cuestionado alguna vez sobre las causas de ser *países pobres* y si existe alguna vía para salir de esa pobreza. Esta parte explica de manera sucinta las deficiencias estructurales de las economías, de los países latinoamericanos, para ver si es posible vislumbrar un mejor futuro. Los países latinoamericanos comparten, en esencia, el idioma y la idiosincrasia, es su herencia tras la colonización o conquista, principalmente, por España y Portugal, aunque en el Caribe también existían colonias inglesas, holandesas y, desde luego, estadounidenses.

**Los países que colonizaron** nunca permitieron que los colonizados se desarrollaran en ningún sentido, ni en el educativo, ni en el industrial y menos en el desarrollo de tecnología

El haber sido colonias influyó, de manera definitiva, en su esencia actual. **Los países que colonizaron** nunca permitieron que los colonizados se desarrollaran en ningún sentido, ni en el educativo, ni en el industrial y menos en el desarrollo de tecnología.

Cuando los países latinoamericanos empezaron a ser independientes, durante todo el siglo XIX, empezó la lucha interna para determinar cuál de los grupos que había luchado por la independencia iba a controlarlo políticamente. Este proceso de “estabilización política” interna tomó decenas de años. A México le tomó alrededor de cien años, desde que proclamó su independencia de España en 1810, hasta el término de la guerra civil llamada “Revolución Mexicana”, que terminó en 1920.

El resto de Latinoamérica no es muy distinta. Asonadas, guerras civiles, golpes de estado y dominio de militares en la presidencia de los países (lo cual por desgracia todavía no termina), ha sido la característica en los últimos 200 años en esta parte del mundo. El lector se podrá preguntar: ¿Cuál es la relación de esta historia con las condiciones macroeconómicas actuales de la región? La respuesta es muy sencilla: mientras los países latinoamericanos sostenían luchas internas que sólo debilitaban su economía, los países poderosos, Estados Unidos y los principales países europeos, como Inglaterra, Alemania, Francia e Italia, se desarrollaban no sólo económica sino tecnológicamente.

La dominación tecnológica y la “colonización económica”,<sup>1</sup> han funcionado en el mundo desde hace más de 100 años. Por ejemplo, en la capital de México, desde antes de la conquista del país por España, se padecían fuertes inundaciones, pues la capital, hasta hace unos 300 años todavía era una zona lacustre. Alrededor de 1900, el entonces presidente Porfirio Díaz, solicitó a los ingleses asistencia técnica para construir un drenaje profundo que evitara en el futuro las inundaciones; también solicitó toda la tecnología para la construcción de puertos de altura y para la explotación del petróleo. La recepción de toda esta tecnología y los servicios de construcción respectivos, crearon una deuda con Inglaterra que duró 50 años.

**La dependencia tecnológica** condujo a la colonización económica

México no tenía esa tecnología. **La dependencia tecnológica condujo a la colonización económica.**

Sin embargo, el hecho histórico definitivo para la colonización económica,<sup>1</sup> no sólo en Latinoamérica sino en todos los países en vías de desarrollo del mundo, fue que Estados Unidos ganó la Segunda Guerra Mundial y tuvieron la brillante idea, para ellos, no para los países tercermundistas, de crear la ONU (Organización de las Naciones Unidas), el BM (Banco Mundial) y el FMI (Fondo Monetario Internacional), que en el papel se veían como las organizaciones que salvarían al mundo y que lo llevarían al pleno desarrollo.

Su misión original era reconstruir al mundo después de la enorme destrucción que había dejado la Segunda Guerra Mundial. En realidad, los países latinoamericanos no estaban des-

<sup>1</sup> En este texto se utiliza el término **colonización económica** para indicar el hecho de que los países con deuda externa cuantiosa funcionan como colonias de los países acreedores, en el sentido de que, a similitud de los países que fueron colonizados, hace 400 o 500 años, eran sujetos de explotación de sus recursos naturales, ahora los países colonizados económicamente son sujetos de explotación indiscriminada de sus recursos económicos.

truidos por la guerra, pues no habían participado en ella. Lo que tenían era un enorme atraso económico traducido en pobreza y falta de desarrollo económico. Pero, para ellos, la ONU, apoyada por el dinero del BM y del FMI,<sup>2</sup> tenía la solución, que era proporcionarles toda la tecnología necesaria para industrializarlos, construyendo toda la infraestructura requerida, carreteras, ferrocarriles, presas para generar energía eléctrica y apoyar la agricultura, modernizar el campo, etc. A cambio de ese sueño los países empezaron a adquirir una deuda externa creciente, que se entendía iban a pagar en pocos años, cuando alcanzaran el desarrollo económico.

En Estados Unidos, en la década de los años cincuenta, se alcanza el ideal para cualquier país: enorme desarrollo económico, estabilidad financiera y política y casi el pleno empleo.<sup>3</sup> Sin embargo, el pleno empleo puede parecer bueno para el país y para los habitantes, pero no para los industriales, ya que encarece mucho la mano de obra de cualquier tipo, calificada y no calificada, que fue exactamente lo que sucedió en Estados Unidos en ese tiempo. La respuesta de los industriales se tuvo en pocos años, empezaron a sacar las industrias de Estados Unidos para instalarlas en los países donde la mano de obra fuera mucho más barata y si además ese país tenía las materias primas que iba a requerir esa industria, mucho mejor.

Mientras tanto, a los países latinoamericanos no les iba muy bien. Todos los agentes de la ONU, del BM y del FMI que trabajaban con los gobiernos de Latinoamérica, encontraron una idiosincrasia común en todos los gobernantes, la *corrupción*. De esta manera toda la **infraestructura** que se iba construyendo en los países servía más a los intereses de las empresas trasnacionales que ya se habían instalado ahí, que beneficiar el desarrollo económico del propio país, pero la deuda externa de esos países seguía creciendo inexorablemente. Los acreedores, BM y FMI, nunca cuestionaron a los gobernantes el destino de los préstamos. La deuda externa siguió creciendo y el anhelado desarrollo económico nunca llegó y si llegó fue parcial, lo que generó en los ochenta una crisis mundial de deuda externa en varios países, que consistió en que algunos de los países deudores se declararan en franca incapacidad de pago.

La **infraestructura** que se iba construyendo en los países servía más a los intereses de las empresas trasnacionales, que beneficiar el desarrollo económico del propio país, pero la deuda externa de esos países seguía creciendo inexorablemente

Para resolver la situación se diseñaron dos bloques de procedimientos. El primer bloque consistió en *operaciones de renegociación, refinanciación y reestructuración*. Aquí se incluye prórroga de créditos bancarios, reestructuración de la deuda externa por ampliación del plazo de vencimiento, lo cual podía incluir refinanciamiento de intereses. El intermediario de todas estas operaciones es el Fondo Monetario Internacional (FMI). Se trabaja en dos ámbitos distintos: renegociación de la deuda multilateral oficial, supervisada por el Club de París, que conduce a una reprogramación de los pagos de capital e intereses de los pagos vencidos. Por otro lado, se renegocia la deuda de la Banca comercial, para lo cual se constituyen comisiones de negociación como el Club de Londres.

El otro bloque de procedimientos se llama **operaciones de salvamento** que pueden ser complementarias a las anteriores y son similares a la creación de un mercado secundario en el que los bancos acreedores intercambian sus activos, transforman deuda pendiente en bonos, pero con intereses inferiores, conversión de parte de la deuda pendiente en participación en empresas públicas estratégicas, entre otras.

**operaciones de salvamento** creación de un mercado secundario en el que los bancos acreedores intercambian sus activos, transforman deuda pendiente en bonos, pero con intereses inferiores, y la conversión de parte de la deuda pendiente en participación en empresas públicas estratégicas

Un procedimiento común era la *recompra de su propia deuda en el mercado secundario con un descuento, mediante pago en efectivo a sus acreedores*. El grado de descuento varió de acuerdo a las condiciones de los bancos acreedores y dependiendo también de cuál país deseaba pagar. Así se pudieron observar descuentos de 70% del valor nominal de la deuda a principios de 1986, hasta 45% de descuento en 1988. México compró

<sup>2</sup> En realidad el FMI, más que poseer dinero para préstamos, era un intermediario, es decir, conseguía y consigue, tanto a países que requieren préstamos, así como a bancos comerciales que estén dispuestos a prestar ese dinero.

<sup>3</sup> Los economistas llaman *pleno empleo* a la situación idealizada de una economía cuando todas las personas en edad y condición de trabajar, consiguen un empleo fijo, bien remunerado y con prestaciones sociales adecuadas.

**cambio de deuda por activos de la nación**

el prestamista original u otro agente que ha comprado deuda con descuento en el mercado secundario, se hizo cargo de un préstamo hecho a México, así obtuvo moneda local con su valor nominal completo al tipo de cambio oficial y ya con la moneda local (el peso) compra participaciones en empresas estratégicas

parte de su deuda a 43% de su valor nominal, el 31 de agosto de 1989. Bolivia recompró en enero de 1988 40% de su deuda comercial de 335 mdd con un descuento promedio de 89%, es decir, sólo pagó 11% del valor de su deuda.

Sin embargo, el procedimiento más dañino para los países deudores era el **cambio de deuda por activos de la nación**. México lo utilizó en 1989 y consiste en que el prestamista original u otro agente que ha comprado deuda con descuento en el mercado secundario, se hizo cargo de un préstamo hecho a México, obteniendo a cambio moneda local con su valor nominal completo al tipo de cambio oficial. Con la moneda local (el peso) pudo comprar participaciones en empresas estratégicas. México, por este mecanismo, se vio obligado a vender acero, parte de la industria automotriz, algunas industrias papeleras, mineras y químicas. La ventaja para México fue que con la capitalización de la deuda ya no se pagaron al exterior ni capital ni intereses y los inversionistas extranjeros ganaban si ganaba la empresa que habían comprado, sin ninguna vinculación con fluctuaciones en el mercado financiero, aunque el perjuicio fue que México tuvo que vender muchas empresas estratégicas propiedad del gobierno.

Si los activos adquiridos por el acreedor son privados y la deuda es del gobierno, para redimir la deuda externa, éste aumentará su endeudamiento interno, imprimiendo más dinero, aumentando el déficit fiscal y la inflación existente. En 1987 México realizó una conversión deuda/acciones con el American Express Bank que sustituyó deuda por acciones en un proyecto hotelero por 1 600 millones de dólares.

Otro procedimiento que México utilizó con el Morgan Guaranty Trust de Estados Unidos consistió en *cambiar deuda con descuento por otros instrumentos de deuda más seguros*. En general, el nuevo activo estaba respaldado por garantías sobre el principal y/o los intereses. Para comprarlos, el país deudor debía tener exceso de reservas u obtener recursos de otras fuentes. México refinanció su deuda con deuda fresca con bonos a 20 años. Contó con el apoyo del Tesoro de Estados Unidos. Con España se refinanció 50% de la deuda con ese país y la garantizó el Estado español.

México fue el primer país que aceptó el Plan Brady en julio de 1989. Como consecuencia, obtuvo un descuento de 35% de su deuda (unos 18 000 mdd), aunque haber aceptado dicho Plan llevó a México a la franca colonización económica, ya que a partir de entonces el país tiene que aceptar las condiciones para el manejo de su economía que le impone Estados Unidos.<sup>4</sup> Los Programas de Ajuste Estructural del Plan Brady en realidad fueron planes de choque económico, que si bien sólo funcionaron en el sentido de controlar la inflación, disminuir la demanda interna de productos y provocar alto desempleo, en realidad no tenían más novedad que la emisión de bonos para reestructurar la deuda externa de todos los países que la tuvieran.

El Plan Brady resolvió pocos problemas en menos países, por lo que era necesaria la generación de nuevas ideas. En noviembre de 1989 John Williamson elaboró un documento titulado: “Lo que Washington quiere decir por reformas políticas.” Fue elaborado como documento de trabajo para una conferencia organizada por el Institute for International Economics, al que pertenece Williamson. Fue una clara respuesta al fracaso del Plan Brady para resolver todos los problemas que planteaba la enorme deuda externa de muchos países. Dicho documento fue

<sup>4</sup> El secretario del Tesoro de Estados Unidos, Nicolas Brady, anunció en marzo de 1989 un esquema para la reducción de la deuda de los países con economías emergentes. Este programa, conocido como Plan Brady, buscaba reestructurar la deuda a tasas de interés menores y/o a través de la reducción de la deuda, y luego intercambiarla por bonos. Como requisito, los países debían implementar un Programa de Ajuste Estructural en coordinación con el Fondo Monetario Internacional (FMI). Este programa consistía en ajustar las principales variables económicas (inflación, crecimiento del producto interno bruto, PIB), promover la privatización de empresas públicas y las inversiones nacionales o extranjeras y promover el ahorro y la repatriación de capitales.



conocido años después como el Consenso de Washington.<sup>5</sup> Este documento es un listado de políticas económicas consideradas desde los noventa, por los organismos financieros internacionales y centros económicos con sede en Washington D.C., Estados Unidos, como el mejor programa económico que los países latinoamericanos debían aplicar para impulsar el crecimiento y salir de la crisis que tenían por la deuda externa. Contiene diez puntos:

- Disciplina fiscal.
- Reordenamiento de las prioridades del gasto público.
- Reforma impositiva.
- Liberalización de las tasas de interés.
- Paridad competitiva de la moneda (ver página 278).
- Liberalización del comercio internacional.
- Liberalización de la entrada de inversiones extranjeras directas.
- Privatización de la mayoría de los servicios que presta el gobierno.
- Desregulación financiera y comercial.
- Derechos de propiedad.

Desde luego, estas medidas se deben aplicar en cada país bajo la supervisión del FMI, pero no se han aplicado, hasta ahora, para beneficio del país en cuestión, sino para beneficio de los intereses del grupo de entidades que conforman el Consenso de Washington. Aunque a estas medidas se les ha llamado *neoliberalismo*,<sup>6</sup> en realidad se considera a Friedrich von Hayek el padre de dicha teoría económica, y a Margaret Thatcher y a Ronald Reagan como los primeros presidentes que empezaron a aplicar las teorías de von Hayek.

## La aplicación de los diez puntos del Consenso de Washington

Tal vez, a primera vista, podrá no parecer tan perjudicial la aplicación de los diez puntos del Consenso de Washington, sin embargo, ya se había anotado que los países latinoamericanos están, desde hace unos 30 años, con una pesada deuda externa, con pocas posibilidades de un desarrollo económico sostenido y tecnológicamente dependientes del exterior.

Desde luego, los intereses del Consenso de Washington chocan frontalmente con los intereses de los países deudores. A estos últimos les interesa el desarrollo económico, que implica eliminación progresiva de la pobreza, creación de empleo y crecimiento económico medido en términos del PIB. El Consenso de Washington declara el mismo interés y que al aplicar estrictamente los diez puntos en la economía de un país, se logrará el desarrollo económico, pero los resultados obtenidos en diversos países muestran una realidad muy distinta a la esperada por los países pero que, seguramente, sí cumplen las expectativas del Consenso de Washington.

<sup>5</sup> El propio Williamson cuenta que en ese histórico borrador incluyó “una lista de diez políticas que yo pensaba eran más o menos aceptadas por todo el mundo en Washington y lo titulé el *Consenso de Washington*”. Originalmente ese paquete de medidas económicas estaba pensado para los países de América Latina, pero con los años se convirtió en un programa general. También se debe entender que el Consenso de Washington incluye al complejo político-económico-intelectual, compuesto por el BM, el FMI, el Congreso de Estados Unidos, la Reserva Federal de Estados Unidos y los institutos de expertos económicos, todos con sede en Washington.

<sup>6</sup> Friedrich August von Hayek, nació en Viena el 8 de mayo de 1899, y murió en Friburgo, el 23 de marzo de 1992. Fue un filósofo y economista de la escuela Austriaca, discípulo de Friedrich von Wieser y de Ludwig von Mises. Ha sido uno de los grandes economistas del siglo xx y es considerado por muchos uno de los padres del liberalismo moderno o neoliberalismo. Ha sido también uno de los mayores críticos de la economía planificada y socialista. Fue galardonado con el Premio Nobel de Economía en 1974.

Se analiza cada uno de los diez puntos señalados y se anotan las ventajas y desventajas para ambas partes, países deudores y Consenso de Washington, entienda acreedores de la deuda externa de los países.

#### disciplina fiscal

consiste en que un gobierno gaste sólo los ingresos que puede obtener de diferentes fuentes. En ambos rubros, ingresos y gastos, tanto internos como externos debe haber un equilibrio

### Disciplina fiscal

Consiste en que un gobierno gaste sólo los ingresos que puede obtener de diferentes fuentes. Tales fuentes de ingresos y gastos pueden ser internas o externas. Las fuentes internas tradicionales de *ingresos* para los gobiernos son los impuestos, prestación de servicios y ganancias de las empresas propiedad del Estado o en las que tiene una participación parcial y por el lado de los *gastos* un gobierno gasta en mantener a la burocracia, al ejército, creación de infraestructura, educación y seguridad social.

Las fuentes externas son el *comercio exterior*, donde hay ingresos por exportación de cualquier tipo de bienes o servicios y gastos por importación de bienes o servicios. En ambos rubros, ingresos y gastos, tanto internos como externos debe haber un equilibrio. Si un gobierno tiene ingresos mayores a sus gastos, tiene un *superávit fiscal* y si es al contrario tendrá un *déficit fiscal*. Lo mismo sucede con las fuentes externas, pero como se trata de comercio de bienes y servicios, se le llama *superávit o déficit de la balanza comercial*.

Ningún gobierno puede tener un déficit ni fiscal ni de la balanza comercial muy alto, esto es, no puede gastar permanentemente más de lo que percibe como ingresos. Una medida generalmente aceptada es obtener el cociente de dividir el déficit fiscal y la balanza comercial, llamado *déficit de la cuenta corriente*, entre el PIB.<sup>7</sup> Con un PIB elevado, el déficit fiscal y de la balanza comercial también puede ser elevado, es como decir que si una persona tiene elevados ingresos también puede tener elevadas deudas por su capacidad de pago. Un valor aceptado para esta razón es de 3%; arriba de este valor se empiezan a generar presiones devaluatorias sobre la moneda. Si se sobrepasa el 6%, la devaluación es inevitable y la devaluación será más pronunciada, cuanto más alto sea el valor del cociente. Es como un castigo que sufre el país porque su gobierno gastó mucho más de lo que percibe como ingresos. La **devaluación de la moneda** corrige en poco tiempo el déficit de la balanza comercial, ya que los productos importados son más caros y se compran menos, así como los productos que se exportan son más baratos, lo que eleva las exportaciones.

#### devaluación de la moneda

corrección del déficit de la balanza comercial, ya que los productos importados son más caros y se compran menos, así como los productos que se exportan son más baratos, lo que eleva las exportaciones

Por otro lado, toda la teoría macroeconómica que se enseña en las universidades de Latinoamérica está permeada por las ideas de los estadounidenses, quienes enfatizan una idea: que se necesita de una *inflación baja como base para el crecimiento económico de un país*. Lo que han hecho algunos países, entre ellos México, para cumplir con la primera regla, disciplina fiscal, y a la vez mantener una inflación baja, es reducir el gasto del gobierno. No se gasta en la construcción de infraestructura, se gasta menos en educación y en asistencia social, porque de hacerlo se inyectaría dinero en la economía, lo cual causa inflación pero, a la vez, gastar menos en esos rubros implica detener la actividad de las industrias que son proveedoras de obras de infraestructura, de educación y de asistencia social, como la salud, lo cual origina pérdida de actividad en esas industrias, menor percepción de impuestos por la baja actividad industrial, frenar el crecimiento económico y crear menos empleos.

#### incrementar el déficit fiscal

aumentar el gasto del gobierno implica generar inflación, al inyectar más dinero a la economía, pero a la vez fomenta la actividad industrial, lo que crea más empleos, genera más impuestos debido a una mayor actividad industrial y, desde luego, un mayor crecimiento económico

Hacer lo opuesto, esto es, **incrementar el déficit fiscal**, aumentando el gasto del gobierno, implica generar inflación al inyectar más dinero a la economía, pero a la vez fomenta la actividad industrial, lo que crea más empleos, genera más impuestos debido a una mayor actividad industrial y, desde luego, un mayor crecimiento

<sup>7</sup> El PIB es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un periodo determinado. Existen tres métodos teóricos equivalentes de calcular el PIB: 1) método del gasto, 2) método del ingreso y 3) método del valor agregado. Ningún método es mejor que otro, los tres presentan ventajas y desventajas.

económico. Parece imposible tener disciplina fiscal y baja inflación, aunque hay otros factores que influyen en esta relación.

Se incluyó este punto porque casi todos los países de la región acumularon grandes déficit que condujeron a la crisis de la balanza de pagos, lo que causó elevadas inflaciones que afectaron principalmente a los pobres.

## Reordenamiento de las prioridades del gasto público

Al parecer este segundo punto del Consenso de Washington es muy claro y tiene poco que discutirse, sin embargo, cuando se leen otros puntos, entran en contradicción con éste. Por ejemplo, el gobierno de un país puede pensar que un **reordenamiento del gasto** consiste en reorientar más gasto hacia la educación, servicios de salud, combate a la pobreza, fondos de pensionados del gobierno, entre otros, y gastar menos en sueldos de funcionarios, adelgazando la burocracia. Por su lado, si el Consenso de Washington en el punto 8 señala como objetivo la “privatización de la mayoría de los servicios que presta el gobierno”, entonces se puede suponer que pretende privatizar parcialmente la educación, los servicios de salud, la asistencia a los pobres, etc., con lo cual el gobierno gastaría menos en esos aspectos, por lo que para el Consenso la reorientación del gasto puede significar gastar menos en las necesidades apremiantes del país y pagar más la deuda externa, o que el gobierno gaste más en la construcción de infraestructura industrial para que las empresas transnacionales puedan desempeñarse mejor, aunque no puede dudarse que una mejor infraestructura también ayudaría a la industria nacional. Mientras el Consenso de Washington, que impone condiciones, no declare explícitamente el significado de *reordenamiento de las prioridades del gasto público*, quedará la duda, aunque reiteradamente se ha dicho que busca redistribuir el gasto en beneficio del crecimiento económico y de los pobres.

### reordenamiento del gasto

consiste en reorientar más gasto hacia la educación, servicios de salud, combate a la pobreza, fondos de pensionados del gobierno, entre otros, y gastar menos en sueldos de funcionarios, adelgazando la burocracia

## Reforma impositiva

Éste también es un punto en el que en apariencia ambas partes, países deudores y Consenso de Washington, están de acuerdo. En todos los países latinoamericanos la economía informal es muy grande, lo que ocasiona una elevada evasión de impuestos. Las grandes empresas, por su parte, aprovechan cualquier laguna de las leyes impositivas del país para evitar, pero no evadir, impuestos. Finalmente, los que más pagan impuestos en estos países son las personas que tienen un empleo fijo, los *causantes cautivos*. Sin duda se requiere de una **reforma impositiva** que cause un pago de impuestos más homogéneo y en escala móvil, de acuerdo a la cantidad de ingresos que se perciben.

Sin embargo, es bien sabido que el alto desempleo en los países de la región latinoamericana, ha obligado a muchos gobiernos a ofrecer enormes descuentos en impuestos, a cambio de que empresas nacionales o transnacionales se instalen en determinadas ciudades. Tales empresas, a su vez, ofrecen al gobierno creación de empleos formales y el consumo de ciertas materias primas o ciertos productos regionales, lo cual ayuda a la economía local. Hasta ahora, el trueque le ha parecido justo a los gobiernos que han aceptado esta opción.

El Consenso de Washington no declara con claridad si la reforma impositiva es exclusivamente para aumentar la recaudación fiscal, haciendo que tanto empresas como personas paguen los impuestos justos y nada más, lo cual obviamente es benéfico para cualquier economía, o también dicha reforma implica más beneficios fiscales para empresas transnacionales que trasladen sus instalaciones a ciertos países, como pagar menos impuestos en seguridad social, o que se les permita hacer contratos anuales a los trabajadores, contratos que harían perder la antigüedad al trabajador para efectos de pago de pensiones y edad de retiro.

### reforma impositiva

pago de impuestos más homogéneo y en escala móvil, de acuerdo a la cantidad de ingresos que se perciben

## Liberalización de las tasas de interés

**tasa de interés**  
precio o valor del dinero

El precio o valor del dinero es la **tasa de interés**, y como cualquier producto, su precio se determina por el equilibrio entre la oferta y la demanda. Si hay mucho dinero en una economía, las tasas de interés tienden a bajar y, desde luego, si el dinero es escaso, las tasas de interés tienden a subir. Es claro que este punto entra en contradicción con otros. Si un país ejerce un estricto control fiscal en sus gastos, tendrá que controlar el dinero circulante en la economía y si el dinero es escaso, subirán ligeramente las tasas de interés, lo cual a su vez atraerá a capitales extranjeros que buscan, precisamente, altas tasas de interés para invertir en una economía de baja inflación con gastos gubernamentales controlados. Recuerde que si un gobierno gasta mucho más que sus ingresos, la moneda de ese país empieza a tener presiones devaluatorias.

Por otro lado, el punto 7 del Consenso de Washington, estipula la *liberalización de inversiones extranjeras directas*, con lo cual se cierra un círculo muy peligroso para cualquier país y esto ya pasó en México en 1994. El entonces presidente, Carlos Salinas, permitió la libre entrada de inversión extranjera directa<sup>8</sup> de forma especulativa. Carlos Salinas permitió que se acumulara un déficit de la cuenta corriente de 7% sobre el PIB, con lo cual se produjo inevitablemente la devaluación del 100% de la moneda en diciembre de 1994. La inversión extranjera directa especulativa sacó del país 17 mil millones de dólares en un solo día, dejando al país sin reservas monetarias y en la peor crisis económica de su historia.

Cuando se dice liberalización de inversiones extranjeras directas, quiere decir, entrada libre de capital extranjero directamente a inversiones especulativas, de alto rendimiento<sup>9</sup> y riesgo cero,<sup>10</sup> lo cual obviamente beneficia principalmente al capital internacional que anda en busca de la mejor oportunidad de inversión, sin importar el país donde se invierta. Mucho se ha discutido<sup>11</sup> la conveniencia de dejar entrar libremente estos capitales, ya que afecta directamente a la tasa de interés del mercado y a otros factores de la economía. Si se inunda el mercado con dólares habrá abundancia, lo que disminuirá la tasa de interés del mercado pero, a la vez, el gobierno debe ofrecer una tasa atractiva a cualquier inversionista, pues si el gobierno llegara a ofrecer una tasa igual a los T-bills estadounidenses, sin duda el capital preferirá los T-bills a cualquier otro tipo de moneda con tasa de interés similares. Por tanto, la liberalización de las tasas de interés no parece ser un punto claro, sino más bien peligroso para cualquier economía.

## Paridad competitiva de la moneda

Fijar la paridad de una moneda no debe dejarse al libre juego de las fuerzas del mercado. Todo país debe tener una política cambiaria de manera que la paridad de su moneda sea un instrumento para hacer competitiva a la planta productiva nacional, y esto se nota cuando los productos nacionales son un poco más baratos que productos similares en calidad pero importados; también esa planta productiva es competitiva cuando las exportaciones son competitivas en el exterior debido a la paridad de la moneda; un tercer factor que habla de la paridad com-

<sup>8</sup> Se le llama así al ahorro externo, capitales extranjeros invertidos en un país, que buscan principalmente la inversión especulativa de alta liquidez, es decir, aquella que no comprometa el capital a largo plazo, y que pueda ser sacado del país en un día. Básicamente es la compra de deuda gubernamental con capital extranjero. En México la deuda gubernamental de alta liquidez son los Certificados de la Tesorería (Cetes), que son equivalentes a los Billetes del Tesoro (T-bills) estadounidenses.

<sup>9</sup> En México, la tasa de interés de los Certificados de la Tesorería siempre ha tenido, al menos, cuatro puntos porcentuales más que el rendimiento que otorgan los T-bills estadounidenses, y en muchas ocasiones este diferencial ha sido mucho mayor.

<sup>10</sup> Las únicas inversiones que tienen riesgo cero son las que respalda el gobierno, como los T-bills o los Cetes.

<sup>11</sup> Urzúa, C. M., *How to provoke an economic crises: The mexican way. Mexico: Assessing Neo-liberal Reform*, Londres, University of London, 1997.

petitiva de una moneda es cuando se alcanza el equilibrio de la balanza comercial (ingresos = egresos en el comercio exterior), evitando los procesos de sobrevaluación de la moneda.

Pero la mecánica no es tan simple, por ejemplo, México tiene un enorme ingreso en dólares estadounidenses porque exporta mucho petróleo y porque las remesas que envían los mexicanos radicados en el extranjero se han elevado enormemente.<sup>12</sup> Esta entrada de dólares hace que el peso se aprecie y disminuyan las exportaciones y aumenten las importaciones, presionando a la baja el precio de los productos nacionales y esto se convierte en un factor para controlar la inflación (ancla antiinflacionaria). Este factor desestabiliza la economía, ya que aunque baja el precio de productos nacionales, se desequilibra la balanza comercial al disminuir las exportaciones y aumentar las importaciones, y al aumentar las importaciones se consumen más productos extranjeros debido a una moneda nacional fuerte aunque sobrevaluada y esto desequilibra más el déficit de la balanza comercial.

Conviene recordar aquí que hay otros fenómenos económicos en México, como la restricción en el gasto público, debido a disciplina fiscal impuesta, que ha frenado la inversión en infraestructura, lo que ha creado cuellos de botella que inciden sobre las ganancias y la competitividad interna y externa de las empresas, además de la restricción monetaria que impone el banco central (Banco de México), llamado “corto”, que consiste en retirar dinero de la circulación, con lo cual se presiona al alza las tasas de interés y esto influye para que el peso se aprecie, pues resulta mejor invertir en pesos que en dólares por las tasas que ofrecen ambos países, y de nuevo se presenta el fenómeno del ancla antiinflacionaria.

Como se podrá observar, en la fijación de una paridad monetaria intervienen varios factores, algunos intencionales, que llevan la paridad a niveles no deseados y a hacer que la moneda no sea competitiva. En teoría se podría hacer un cálculo para determinar una paridad de la moneda real y competitiva, y este cálculo deberá eliminar, también teóricamente, los factores que hacen que la moneda se aprecie de manera artificial y no intencional. Tales factores son los ingresos por maquiladoras, por exportación de petróleo y por remesas, los cuales al eliminarse dieran como resultado el equilibrio en la balanza comercial. Este cálculo tomaría en cuenta sólo el potencial que tendría la planta productiva mexicana para ser globalmente competitiva con esa tasa de cambio, tasa que deberá ajustarse periódicamente, de acuerdo a las inflaciones que tengan México y Estados Unidos.

Este último factor, la comparación de las tasas de inflación entre México y Estados Unidos obedece a la teoría de paridad del poder de compra. Esta teoría establece, por ejemplo, que si un artículo similar que sea vendido tanto en México como en Estados Unidos, tiene un precio en México de \$10 000 y en Estados Unidos de \$1 000 dólares, entonces la paridad debe ser de 10 pesos por un dólar. Si un año después, en México hubo una inflación de 7%, el artículo costaría \$10 700 y si en Estados Unidos la inflación hubiera sido de 4%, el artículo costaría \$1 040 dólares, por tanto, la nueva paridad un año después debería ser  $10\ 700 \div 1\ 040 = 10.2884$  pesos por dólar. Esta teoría es simple y atractiva, pero en la realidad económica de un país se mueven muchos más factores que afectan directa o indirectamente la paridad de una moneda.

El quinto punto del Consenso de Washington también parece conveniente para cualquier país, pero como se ha comentado, hay factores que se contraponen para alcanzar esa paridad competitiva. La realidad para México es que mientras se continúe con la disciplina fiscal sustentada en restringir el gasto del gobierno, mientras se permita la libre entrada de capital extranjero y mientras se tenga una dependencia tecnológica casi total, el peso estará sobrevaluado. Una salida para encontrar la paridad real y competitiva es que el gobierno, por decreto, decida la paridad y que haga ajustes periódicos de la misma, también por decreto.

<sup>12</sup> Para el año 2006 estas remesas eran del orden de 20 mil millones de dólares anuales.

## Liberalización del comercio internacional

Es bien sabido que todos los países latinoamericanos son tecnológicamente dependientes de los países avanzados. Los países de Latinoamérica importan medicinas, automóviles, computadoras, maquinaria industrial, entre muchos otros productos. En ocasiones se puede pensar que porque hay una empresa trasnacional que elabora determinado producto en un país, la tecnología de ese producto es de ese país. Si bien es cierto que la empresa trasnacional ha creado cierto número de empleos, su gran negocio es que está en ese país pagando menos impuestos, probablemente contaminando en alguna forma, pero, en esencia, cobra muchas regalías y las ganancias de la propia empresa se van al país que posee la tecnología y no sólo eso, muchas materias primas que el uso de esa maquinaria y esa tecnología requiera, son importadas, las refacciones de la maquinaria son importadas y hasta los técnicos que dan mantenimiento a las máquinas también pueden ser del país poseedor de la tecnología.

### proteccionismo

cierre de fronteras a ciertos productos, asignación de aranceles elevados, o importación de ciertas cantidades de algún producto

Los gobiernos de muchos países aplican el llamado **proteccionismo** a determinados sectores de su industria, cerrando las fronteras a ciertos productos, asignando elevados aranceles, o simplemente no importando más allá de ciertas cantidades de algún producto, y la liberalización del comercio internacional lo que provocaría es justamente que no haya forma de proteger a ninguna empresa por parte del gobierno.

Los países tecnológicamente dependientes están en desventaja contra los exportadores de tecnología. En general, la productividad y la calidad de los productos de países poseedores de tecnología son mejores que la de aquellos países que no la tienen. Con la liberalización del comercio internacional, los países dependientes se ven inundados con productos tal vez no de mejor calidad, pero sí de menor precio, lo que ha llevado al cierre a muchas empresas en estos países poco desarrollados, que elaboraban los mismos productos.

La liberalización del comercio internacional tiene ventajas y desventajas para los países tecnológicamente dependientes. La principal desventaja, como ya ha sido señalada, es que son menos competitivos los productos de estos países, lo que provoca la quiebra de muchas empresas al firmar tratados de libre comercio con países desarrollados. Desde luego, las empresas trasnacionales que logran colocar sus productos en países poco desarrollados, esperan que aquellas empresas que cierran jamás se vuelvan a instalar, por lo que de esta forma, liberalizando los mercados, pueden obtener mercados cautivos por muchos años, e incluso de forma permanente. Ése es el principal objetivo en este punto del Consenso de Washington.

Sin embargo, hay dos ventajas importantes para los países dependientes. El primero es que aquellas empresas de estos países que logran adaptarse rápidamente al cambio, es decir, adquieren tecnología adecuada produciendo con calidad, se vuelven competitivas, ya sea nacional o internacionalmente, contra aquellos productos de las empresas trasnacionales. El segundo punto es que se pone a prueba la capacidad y creatividad de los empresarios que quieren sobrevivir como tales, y aquellos que lo logran se vuelven empresarios altamente competitivos. La liberalización del comercio internacional ha venido a presionar a todo aquel que quiera mantenerse en el mercado, a convertirse en un empresario altamente competitivo y esto es bueno para la planta productiva de cualquier país, dejando poco a poco el antiguo proteccionismo que sólo frenaba el desarrollo económico.

Lo que deben hacer los gobiernos de los países tecnológicamente dependientes, no es evitar entrar a tratados de libre comercio, sino propiciar en sus respectivos países las condiciones para que cada vez haya más empresarios nacionales competitivos y construir la infraestructura, tanto educativa como industrial, para lograrlo, y también firmar dichos tratados cuando las condiciones de infraestructura sean más propicias. De otra manera la dependencia tecnológica será eterna.

## Liberalización de la entrada de inversiones extranjeras directas

Un país se conquista para aprovechar y saquear la mayor cantidad de recursos que sea posible. Desde hace ya algún tiempo **los banqueros y los grandes poseedores de capital** vieron que para lograr esto, ya no era necesaria la intervención armada ni la destrucción física, ya que encontraron una manera mucho más sutil de hacerlo. Los grandes capitalistas (entre otros algunos miembros del Consenso de Washington), han convencido a los gobiernos de muchos países de instalar bolsas de valores y de emitir deuda por medio de bonos o valores, respaldados por el gobierno de ese país.

Desde hace ya algún tiempo **los banqueros y los grandes poseedores de capital** vieron que para obtener la mayor cantidad de recursos, ya no era necesaria la intervención armada ni la destrucción física, encontraron una manera mucho más sutil de hacerlo

La forma de vender esta idea es que una bolsa de valores democratiza el capital de las empresas, esto es, cualquier ciudadano puede convertirse en dueño de una pequeña (o gran) parte de una empresa, si tiene suficiente dinero para comprar acciones de esa empresa, y que la emisión de acciones por parte de una empresa que cotice en la bolsa de valores es la forma más simple de financiar el crecimiento económico de la misma. La emisión de deuda por parte del gobierno a través de títulos de alta liquidez<sup>13</sup> o de algún tipo de bono, es que esos instrumentos son la base para fijar una tasa de referencia en los mercados financieros del país, un instrumento para financiar al propio gobierno, y también pueden ser útiles para controlar parcialmente la cantidad de dinero circulante en los mercados financieros de ese país. Todo esto parece muy convincente, pero lo que busca el gran capital internacional es otra cosa.

Desde hace unos 20 años, se han empezado a instalar bolsas de valores en países en vías de desarrollo. Y puesto que son países tecnológicamente dependientes, están obligados a requerir muchos dólares para que las empresas transnacionales instaladas en su país sigan funcionando. Son países que requieren dólares para su crecimiento económico y son los que ya tenían una pesada deuda externa antes de tener bolsa de valores, además de que normalmente ofrecen altas tasas de rendimiento en los instrumentos de deuda gubernamental, para atraer a las grandes inversiones en dólares.

Lo que en realidad está creando el Consenso de Washington en esos países, es un escenario global para hacer inversiones tanto seguras como de alta liquidez y de alto rendimiento. Al tener opciones de inversión de alta liquidez, el capital internacional puede fluir libremente y de un día a otro al país que considere más estable, política y económicamente, y que esté ofreciendo los mayores rendimientos. Por otro lado, las bolsas de valores ofrecen la posibilidad de apropiarse poco a poco de las empresas que mejor desempeño hayan mostrado a través de la bolsa, lo cual proporciona al gran capital otra opción para apropiarse de la industria de un país, aunque sea parcialmente, pero con el sano pretexto de aportar el capital que la empresa necesita para crecer.

Este punto del Consenso de Washington, no es malo en sí mismo. Lo malo es que al liberalizar la entrada de la inversión extranjera directa, se presiona a los países en vías de desarrollo a elevar las tasas de rendimiento que ofrece el gobierno, y de no ser así, simplemente retiran todo su capital de inmediato, dejando a ese país en graves problemas económicos o provocando que el gobierno de ese país eleve enormemente el interés de los instrumentos de deuda gubernamental para retener ese capital. En diciembre de 1994 México padeció la retirada, en un día, de 17 mil millones de dólares, y de estar pagando un interés de 7% anual, el 19 de diciembre, tuvo que elevar el interés a más de 70% anual, el 22 de diciembre de ese año, para que regresara una parte del capital que había salido. El pago de este interés, a su vez, lesionó enormemente las finanzas públicas, pues con ese interés regresaron varios miles de millones de dólares.

<sup>13</sup> Recuerde que los T-bills en Estados Unidos y los Cetes (Certificados de la Tesorería) en México, son deuda emitida y respaldada por el gobierno, y son inversiones de muy alta liquidez.

Casi todos los países en vías de desarrollo necesitan ese tipo de capital para crecer económicamente. Este punto del Consenso de Washington debería ser, más que liberalizar, regular la entrada de inversión extranjera directa y en la redacción está oculto el verdadero objetivo. Hay dos formas de aceptar la inversión extranjera en cualquier país. La mejor es aquel capital que se compromete en el país, instalando empresas, industrias, hoteles o construyendo infraestructura de cualquier tipo. La segunda es la inversión directa, la cual es la más peligrosa para el país receptor y debería ser regulada, esto es, aceptar dicha inversión hasta cierto límite, que será determinado por el riesgo potencial que un exceso de ese capital pueda representar para el país receptor. En definitiva, la liberalización total a la entrada de este tipo de inversión en cualquier país debe estar vedada, pues es una forma de saquear y controlar económicamente a ese país.

## Privatización de la mayoría de los servicios que presta el gobierno

Es muy cierto que la corrupción disminuye la calidad de los servicios que presta un gobierno,<sup>14</sup> lo cual se traduce en ocasiones en costos mucho más altos de lo normal, además del disgusto de la población por la prestación de malos servicios. Debido a la **corrupción**, el principal problema que presenta la privatización de esos servicios es que ahora tendrían un costo y los servicios no mejorarían sustancialmente. Casi 50% de toda la población de los países latinoamericanos no percibe altos ingresos, como para pagar muchos servicios que ahora son gratuitos porque los ofrece el gobierno. Por otro lado, algunos servicios que antes prestaba el gobierno en México y ahora son privados, como la telefonía en el hogar y los servicios bancarios, no han mejorado mucho desde su privatización, y esto se debe a que para hacer reclamaciones se han creado una serie de procedimientos burocráticos que desaniman a cualquiera a hacer reclamaciones por el mal servicio.

Debido a la **corrupción**, el principal problema que presenta la privatización de esos servicios es que ahora tendrían un costo y los servicios no mejorarían sustancialmente

Sin embargo, puede pensarse que el objetivo del Consenso de Washington no es sólo la privatización de servicios simples y no lucrativos para particulares, como la recolección de basura, el servicio postal, etc., sino hay dos muy importantes y lucrativos. El primero es el servicio de energía eléctrica, tanto doméstico como industrial. Por ejemplo, en México, ya desde hace muchos años, empresas privadas generan energía eléctrica, pero una empresa paraestatal,<sup>15</sup> es decir, que depende totalmente del gobierno, es la única autorizada a distribuir y vender este servicio, el cual es bastante deficiente en todo el país.

Otro servicio, hasta ahora prestado por el gobierno, son las pensiones de trabajadores jubilados. En todos los países hay dos tipos de pensionados, los de empresas privadas y los pensionados del gobierno. En México, desde la creación de las pensiones por decreto presidencial en 1934, el gobierno ha sido el encargado de crear dos fondos, uno para pagar a los pensionados del gobierno y otro para pagar a los pensionados de empresas privadas. Con el paso de más de 60 años y con una alta corrupción,<sup>16</sup> los fondos de pensiones del gobierno son tan exigüos que ya se tienen problemas muy serios para pagar las pensiones, por lo que la solución propuesta, un tanto por razones económicas internas y otro tanto por recomendación del Consenso de Washington, es que los fondos de pensiones ahora sean administrados por bancos privados.

Al aceptar este punto y el siguiente del Consenso, se cierra la pinza. Los bancos reciben y administran los fondos de pensiones, pero con desregulación financiera, lo cual significa que podrán pagar a los pensionados la tasa de interés que ellos fijen y podrán imponer condiciones

<sup>14</sup> La corrupción no es privativa de los gobiernos latinoamericanos ni de los países en vías de desarrollo. Históricamente se ha presentado corrupción también en países desarrollados, como Estados Unidos, Japón y otros. La gran diferencia es que en los países en vías de desarrollo hay casi total impunidad, en tanto que en los países desarrollados un acto de corrupción comprobado se castiga con la destitución del puesto o con prisión.

<sup>15</sup> Esta empresa se llama Compañía de Luz y Fuerza, controlada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

<sup>16</sup> La corrupción en este caso consistió en el mal manejo de los fondos de pensiones del gobierno.



especiales para el retiro de esos fondos por parte de los pensionados, incluso si un banco administrador de pensiones llegara a declararse en quiebra financiera, los pensionados que tuvieran sus fondos en ese banco podrían perder todos sus depósitos y quedarse sin ingresos por el resto de su vida.

Aquí otra vez el Consenso de Washington muestra veladamente otras intenciones: privatizar todos los servicios del gobierno, incluyendo los lucrativos. Es muy cierto que en los países desarrollados todos los servicios que requieren los hogares son privados, excepto las pensiones. Hay que considerar que los ingresos de la población son muy distintos entre un país desarrollado y aquellos ingresos que perciben las familias que habitan en los países en vías de desarrollo, lo cual hace una primera gran diferencia. Por otro lado, hay que tomar en cuenta que el suministro de energía eléctrica, no tanto a hogares sino a las industrias, es un elemento estratégico para el desarrollo económico de un país y resulta peligroso dejarlo en manos privadas, sobre todo si hay participación de capital extranjero. Por parte de los pensionados hay poco que decir; **el gobierno debe garantizar** una pensión segura de por vida, para un retiro digno y con calidad de vida aceptable en la vejez. La privatización de los fondos de pensiones es un gran riesgo para los pensionados.

**El gobierno debe garantizar** una pensión segura de por vida, para un retiro digno y con calidad de vida aceptable en la vejez

Otros servicios muy lucrativos que podrían privatizarse son la educación y los servicios de salud. Al menos en México, y ya desde hace algunos años, la capacidad del gobierno para ofrecer servicios educativos de calidad se ha visto disminuida. En la década de los años sesenta se empezaron a fundar escuelas privadas de todos los niveles, desde la educación primaria hasta universidades con posgrado. Cada año es notorio en el país la disminución de la cantidad y calidad de la educación pública y el aumento de las instituciones privadas. Esto no significa necesariamente una privatización de la educación pública. Lo que significa es una participación menor del gobierno en la impartición de educación gratuita, es decir, la oferta educativa del gobierno crece a un ritmo mucho más lento que la demanda nacional, lo cual es aprovechado por instituciones educativas privadas. Puede pensarse que ésta es una forma de privatizar la educación.

El último servicio público muy lucrativo que puede ser privatizado es el servicio de salud. Nuevamente la corrupción ha hecho mella en la eficiencia de la prestación de estos servicios, y aunque en algunos aspectos de la medicina todavía los servicios de salud que presta el gobierno son muy buenos, se nota una disminución de la calidad general, lo cual también ha sido aprovechado por la iniciativa privada para incursionar en la prestación de estos servicios, aunque a un costo elevado, que la mayoría de la población no puede pagar.

## Desregulación financiera y comercial

**Desregular** significa para el Consenso de Washington, eliminar cualquier tipo de control que implique sanciones, por parte del gobierno, al realizar actividades en los aspectos financiero y comercial. El Consenso es el abanderado mundial del neoliberalismo y su paradigma es el libre mercado, lo cual muestra abiertamente en este punto.

**desregular** para el Consenso de Washington significa eliminar cualquier tipo de control que implique sanciones, por parte del gobierno, al realizar actividades en los aspectos financiero y comercial

La aceptación de este punto implicaría una lucha frontal, sin límites y sin controles, entre economías que poseen mucha tecnología y mucha experiencia en los aspectos financiero y comercial, contra las economías de los países en vías de desarrollo, que tienen una incipiente tecnología y menos experiencia en estos aspectos, una lucha muy desigual, y es evidente quiénes en poco tiempo dominarían el mercado, logrando sobrevivir tal vez pocas empresas nacionales. Éste es el punto central de la *colonización económica*.

De hecho, la liberalización de las tasas de interés se dio en México desde 1988, aunque en aquellos años la banca era propiedad del gobierno mexicano. En 1993-1994 la banca mexicana se vuelve a privatizar y el efecto de la liberalización de las tasas de interés se produce pocos años más tarde, resultando en un bajo apoyo de la banca al desarrollo industrial, un aumento sustan-

cial en el margen de ganancia de los bancos, una aguda caída de la tasa de interés pagado a los pequeños ahorradores, lo cual hizo disminuir la tasa de ahorro interno nacional, forzando a la banca a mantenerse de la especulación en el manejo de activos gubernamentales (Certificados de la Tesorería) y del cobro exagerado por los servicios que presta la banca.<sup>17</sup> Esto es, **la liberalización de las tasas de interés** y un poco de desregulación financiera han hecho que la banca en México esté muy alejada del objetivo principal de toda banca, que es apoyar a la industria para el desarrollo del país, pero sí es una de las bancas con mayores tasas de ganancia en todo el mundo.

**La liberalización de las tasas de interés** y un poco de desregulación financiera han hecho que la banca en México esté muy alejada del objetivo principal de toda banca, apoyar a la industria para el desarrollo del país, pero sí es una de las bancas con mayores tasas de ganancia en todo el mundo

Es muy cierto que al privatizar todos los servicios que presta el gobierno se evitará mucha corrupción y será más sencillo controlar y alcanzar el equilibrio fiscal, pero eliminar los controles (desregular) a las actividades financieras y comerciales es dejar en completa indefensión a la población frente a empresas transnacionales o nacionales voraces. Por eso los neoliberales y el Consenso de Washington claman por eliminar poco a poco la intervención del gobierno en cualquier tipo de actividad comercial. *Debe ser todo lo contrario.*

Es muy cierto que los gobiernos latinoamericanos han demostrado desde siempre incapacidad para gobernar en beneficio de la población, lo que se ha traducido en bajos índices de crecimiento económico, con una o dos excepciones temporales, alto desempleo y una dependencia tecnológica permanente, y aunque llegaran a cometer el error de privatizar la mayoría o todos los servicios que presta el gobierno, lo que nunca deberá aceptarse es la desregulación financiera y comercial. Por el contrario, **la privatización de servicios gubernamentales** deberá implicar un estricto control por parte del gobierno, a fin de evitar abusos por parte de los nuevos prestadores privados de servicios.

**La privatización de servicios gubernamentales** deberá implicar un estricto control por parte del gobierno, a fin de evitar abusos por parte de los nuevos prestadores privados de servicios

## Derechos de propiedad

Estados Unidos, como país colonialista e imperialista, siempre ha adquirido propiedades de muchos tipos en los países que ha conquistado o quiere conquistar. En México, desde 1920, el entonces presidente Álvaro Obregón fue obligado a firmar los Tratados de Bucareli,<sup>18</sup> cuyo fin principal fue que el gobierno mexicano respetara los derechos de propiedad que los estadounidenses tenían en este país. Con el paso del tiempo se han encontrado otros tratados o acuerdos, que habían permanecido ocultos, entre ambos gobiernos y que impusieron ciertas prohibiciones a México para el desarrollo de tecnología.

<sup>17</sup> Estos servicios incluyen el cobro de impuestos, el cobro de servicio telefónico y básicamente el retiro de dinero de cajeros automáticos.

<sup>18</sup> En 1921 Obregón recibió, de parte del Departamento de Estado estadounidense, un proyecto de tratado “de amistad y comercio”, cuya propuesta se refería a los derechos que los ciudadanos de un país tenían cuando vivían en la otra nación. En otras palabras, el gobierno estadounidense se pronunciaba en contra de la nacionalización de los bienes de sus ciudadanos. Obregón reiteró su deseo de respetar los derechos adquiridos por los estadounidenses pero no aceptó el proyecto porque había temas que sólo el Poder Judicial podía resolver. Las negociaciones se iniciaron el 15 de mayo de 1923 y terminaron el 13 de agosto del mismo año. En el Tratado de Bucareli se llegó a los siguientes acuerdos: Las propiedades agrícolas expropiadas a estadounidenses se pagarían con bonos, si no eran mayores a 1 755 hectáreas. En las propiedades que rebasaran dicha extensión el pago sería de inmediato y al contado. Se integraría una comisión encargada de revisar las reclamaciones pendientes a partir de 1868; las reclamaciones originadas por la Revolución se resolverían aparte. Con relación al petróleo, el artículo 27 no era retroactivo para los estadounidenses que habían adquirido sus concesiones antes de 1917, lo que les permitía seguir explotando libremente el hidrocarburo. Los Tratados de Bucareli carecieron de una verdadera validez porque no estuvieron sujetos a la aprobación de los congresos de los dos países firmantes, quedando en un “acuerdo de caballeros” que comprometía únicamente a Obregón pero no a sus sucesores y a que, finalmente, el gobierno de México fuera reconocido por el gobierno de Estados Unidos.

Como este “derecho de propiedad” les ha funcionado muy bien a los estadounidenses en el pasado, lo siguen utilizando como un derecho internacional inalienable. Ya se han formado cortes de derecho internacional para que en apariencia exista una tercera parte neutral que tome la decisión en caso de conflictos, cuando cualquier país sienta que otro lo está despojando de algún derecho de propiedad previamente adquirido en ese país.

El comentario general sobre la aplicación de los diez puntos del Consenso de Washington en cualquier economía que haya adquirido deuda externa con la intermediación del Banco Mundial o del FMI, es que si bien es cierto que esa banca acreedora perdió mucho dinero cuando remató gran parte de la incobrable deuda de muchos países en la década de los ochenta, elaboró un plan, los diez puntos del Consenso de Washington, no sólo para recobrar con creces lo perdido, sino lentamente colonizar en lo económico a los países deudores.

La aceptación íntegra de los diez puntos del Consenso de Washington por parte de cualquier país, prácticamente lo dejaría, por el resto de su historia, en la dependencia tecnológica y económica y sus decisiones de política macroeconómica en manos de sus acreedores, esto es, dejaría a aquel país sin ninguna posibilidad de desarrollo económico de por vida. De hecho, John Williamson escribió un libro llamado *Después del Consenso de Washington. El restablecimiento del crecimiento y las reformas en América Latina*, publicado en 2003 por el Instituto de Economía Internacional de Washington, donde Williamson se retracta de casi todos los diez puntos del Consenso y declara que hubo una mala interpretación de los diez puntos en toda Latinoamérica y que por eso adquirió la fama de ser el instrumento de la aplicación del neoliberalismo.

Sin embargo, el mencionado libro tiene varios mensajes claros. El primero es que la interpretación de los diez puntos es equivocada y que no implican lo que todo mundo piensa. También dice que los decepcionantes resultados de su aplicación se deben a la crisis que padeció Latinoamérica, pero no que esa crisis haya sido causada por la aplicación de los diez puntos, de manera que cuando la crisis haya pasado y la mayoría de los países latinoamericanos se hayan restablecido en su economía, se deberán aplicar estrictamente los diez puntos del Consenso, para que se compruebe que sin crisis económica sí van a funcionar y, finalmente, culpa a las instituciones de gobierno en cada país, pues debido a su bajo desarrollo obstaculizan la estricta aplicación de los diez puntos.

## La crisis económica mundial de octubre de 2008

En octubre de 2008 se generó la mayor crisis económica en la historia de toda la humanidad. Fue mayor que la crisis de 1929 en Estados Unidos, ya que en aquella fecha la economía mundial no estaba tan entrelazada como lo está al inicio del nuevo milenio; por eso una crisis que se inició en Estados Unidos se extendió a las economías del G-7, esto es, al grupo de siete países considerados los más desarrollados desde el punto de vista económico.

La crisis en Estados Unidos inicia en el sector hipotecario. En las décadas previas si un trabajador de ese país obtenía una *green card* (tarjeta verde) en la empresa donde trabajaba, se hacía acreedor a un gran número de créditos, empezando con la obtención de un crédito hipotecario, seguido de créditos para compra de muebles, y un automóvil, de manera que gran parte de su salario era para pagar los créditos adquiridos. Parece que la voracidad de los bancos para otorgar créditos hipotecarios fue más allá de la capacidad de pago de los deudores, esto es, se otorgaron muchos créditos de este tipo a personas poco solventes a quienes sus ingresos no les alcanzaron para pagar todos los créditos adquiridos con sus respectivos intereses.

Una forma común en la que un banco estadounidense sale de este tipo de problemas, es transferir esa deuda hipotecaria a inversionistas externos al banco. Suponga que un banco otorgó créditos hipotecarios por \$1 000 millones de USD (dólares estadounidenses) y que por su voracidad había acumulado una cartera vencida de esas hipotecas equivalente a \$500 millones de USD. Para salir de ese problema el banco emite bonos de deuda por los \$500 millones en forma de bonos. Éstos los ofrece a quien quiera adquirirlos como una inversión y ofrece pagar atractivos intereses.

Debido a la desregularización de los mercados financieros en todo el mundo, esos bonos fueron vendidos a muchos bancos y a pequeños inversionistas, muchos de ellos de Asia y Europa. Los bancos estadounidenses creyeron que tarde o temprano los deudores hipotecarios pagarían sus deudas, pero evidentemente no fue así, de manera que pocos años después de realizar la venta de este tipo de bonos y de que los deudores no pagaran las hipotecas, aquellos bancos asiáticos o europeos y los inversionistas, quienes hasta ese momento habían confiado en el sistema bancario estadounidense, empezaron a exigir el pago de intereses y la devolución del capital invertido, que aunado a la cartera vencida que ya tenían los bancos estadounidenses, generó la crisis.

Para salir de esta crisis algunos gobiernos, principalmente el estadounidense, se vieron forzados a inyectar dinero a los bancos locales, comprando acciones de los mismos, lo cual equivale a que el gobierno se hizo socio de los bancos, significa que en alguna medida se nacionalizó la banca estadounidense, lo cual es totalmente opuesto al libre mercado y a la propiedad privada, paradigma indiscutible del capitalismo, cuyo representante máximo es Estados Unidos. Acciones similares tomaron los gobiernos de Inglaterra y Alemania con sus principales bancos, pues habían comprado una buena cantidad de los bonos de deuda emitidos por los bancos estadounidenses.

Al momento de tener estos serios problemas, los principales bancos de los países desarrollados restringieron el crédito que otorgaban y eso afectó, a su vez, a muchas empresas que para trabajar dependen de créditos a corto plazo provenientes de esos bancos. Por otro lado, al dejar de venderse bienes raíces en Estados Unidos se detuvo no sólo la industria de la construcción, sino el consumo de todos los insumos de esta actividad, lo cual también detuvo, casi instantáneamente, la actividad de esos proveedores que no sólo son estadounidenses, sino que hay muchos insumos importados. Esto es, al momento en que se detiene una gran industria, se detiene la actividad de todos los proveedores, lo cual aunado a la falta de crédito por parte de los principales bancos de todo el mundo, generó la crisis. La actividad financiera y de manufactura en el mundo se empezó a detener, sobre todo de aquellos que tenían una fuerte relación comercial con esos bancos. Millones de personas en todo el mundo financiero e industrial perdieron sus empleos, lo que a su vez frenó el consumo, sobre todo de artículos no necesarios como los automóviles, que si bien es cierto que es un bien más o menos necesario, los consumidores decidieron aplazar la sustitución de sus vehículos uno o hasta dos años, frenando a esa industria y a todas las industrias proveedoras de insumos automotrices.

Parece que hay **una lección que el mundo**, sobre todo el capitalista, debe aprender. Ya no es posible seguir con la desregularización de los mercados, ni el económico (compra-venta de mercancías) ni el mercado financiero

Parece que hay **una lección que el mundo**, sobre todo el capitalista, debe aprender. Ya no es posible seguir con la desregularización de los mercados, ni el económico (compra-venta de mercancías) ni el mercado financiero. Los grandes banqueros del mundo se dieron cuenta de que esa liberalización, esa desregularización, esa eliminación de fronteras y reglas para hacer negocios, si bien les dio mucho dinero concentrando el capital del mundo en pocas manos, al final provocó el colapso del sistema y enormes pérdidas de capital, tan enormes que los gobiernos tuvieron que hacerse socios de esos bancos y con los gobiernos como socios van a cambiar las reglas.

La crisis enseñó que la riqueza debe ser mejor distribuida en todo el mundo. Enseñó que no tiene caso endeudar más a los pobres, concentrando la riqueza en muy pocas manos, si al final los pobres no van a poder pagar y las deudas las tienen que absorber los mismos que propiciaron el endeudamiento, es decir, los bancos.

## Una lección no aprendida

La desregulación financiera, aunada a la voracidad de los principales bancos del mundo, ya había emitido una advertencia de este tipo de crisis en los años setenta y ochenta, cuando se originó una crisis mundial de deuda externa en varios países. La mayoría de los países endeudados con economías emergentes ya no pudieron pagar.

Y aunque en esos años la experiencia de otorgar créditos a entidades poco solventes no quedó sin pago, ya que los bancos recuperaron parcialmente el capital, porque los gobiernos de cualquier país siempre tendrán para pagar, aunque en este pago se incluya parte de su soberanía, en los créditos hipotecarios no hubo forma de recuperar la inversión. Los bancos recuperaron todos los bienes inmuebles cuyo crédito no fue pagado, pero de nada sirvió tener cientos de miles de casas recuperadas, si lo que necesitaban los bancos era dinero en efectivo para seguir funcionando, además de que las casas después de la crisis, disminuyeron considerablemente de valor.

El Consenso de Washington tiene que replantear su paradigma. De la exigencia por una desregulación total pasar a una regulación total y, al parecer, los primeros que ahora tendrán reglas estrictas de actuación serán los propios bancos transnacionales, causantes de la crisis. Los únicos que ganaron muchos miles de millones de dólares en 2008 fueron los vendedores de hipotecas en Estados Unidos.

## Un poco de historia de éxitos macroeconómicos

Durante el siglo pasado el mundo acumuló una cantidad suficiente de experiencias económicas en diversos países como para definir, con cierta precisión, cuáles son las acciones que deben seguir los países pobres para desarrollarse y no volver a cometer los mismos errores que se han cometido hasta ahora. Se describirán de manera sucinta los hechos que se han dado en algunos países que han logrado un desarrollo económico y se tratará de obtener algunos rasgos comunes de esos procesos.

### Japón

El primer comentario es para Japón, un país casi desecho por la Segunda Guerra Mundial, que para la década de los años setenta ya tenía un enorme superávit en la balanza comercial y para 1980 tenía la mitad de las patentes tecnológicas de todo el mundo.<sup>19</sup> El desarrollo de Japón empieza entre 1868-1902 con la dinastía Meiji. El gobierno vio que la economía estaba enfocada solamente a la producción de alimentos y poco a poco empezó a propiciar un cambio hacia la elaboración de productos con más tecnología, lo que condujo a la economía a participar en la industria química, textil, de metales no ferrosos, de la cerámica, del hierro, del acero, de la maquinaria y la imprenta, lo que desplazó a los sectores tradicionales de alimentos y productos de madera, aunque su objetivo fue sustituir importaciones. Después de la Segunda Guerra Mundial, entre 1945 y 1955 se establecieron las bases para el desarrollo moderno con reformas agrarias, laborales, educativas, de impuestos y la paulatina eliminación de los antiguos conglomerados japoneses, una forma ancestral de producción en el Japón.

Para su desarrollo económico Japón tuvo tres tipos de políticas selectivas: *promoción industrial*, *represión financiera* y *promoción de exportaciones*. El gobierno apoyó con elevados niveles

<sup>19</sup> *La enseñanza de la ingeniería mexicana*, UNAM, México, 1991.

de inversión interna, financiada con recursos propios, la inversión en capital humano para promover el desarrollo tecnológico y estabilizó la economía, esto es, la inflación y paridad del yen. El gobierno también dio crédito a esas actividades, bajó la tasa de interés de los créditos, dio incentivos fiscales a la inversión privada y a las exportaciones, bajo los impuestos a los ingresos por dividendos e intereses, subsidió la electricidad y el agua para la industria, disminuyó las barreras arancelarias. La estabilidad de precios y del tipo de cambio, proporcionó la base para que se desarrollara la inversión, y ésta a su vez fue la base para el desarrollo industrial.

A partir de 1960 este país empieza un verdadero crecimiento económico impulsado por la inversión en capital fijo y producción y consumo en masa de bienes durables con apoyo institucional y de los bancos. Con el crecimiento industrial se elevaron los salarios, pero se mantuvieron debajo del aumento de la productividad, propiciando el crecimiento de las ganancias de los productores. Hasta 1990, es decir, durante 30 años, la economía japonesa creció enormemente, hasta su colapso en 1991. El gobierno había apoyado excesivamente a las industrias con préstamos bancarios respaldados por el gobierno; tanto los bancos como el propio gobierno no percibieron que era inminente una crisis de cartera vencida con los bancos. Este problema a su vez generó una falta de liquidez en las empresas, las cuales disminuyeron su ritmo de producción, lo que las llevó a tener una enorme deuda bancaria, bajas ventas y mucha capacidad productiva ociosa por la sobreinversión en los años anteriores. En ese año se entró en una etapa de estancamiento que se prolongó más de 10 años. Se implementaron paquetes fiscales de estímulo y aún así siguió la recesión. Al estallar la crisis los bancos se vieron plagados de créditos incobrables, lo que ha impedido la reasignación eficiente de recursos, la mejora de la productividad y el crecimiento económico. Se siguió prestando a empresas malas y endeudadas, impidiendo asignar esos recursos a empresas más productivas. Se han hecho reformas graduales pero aún no han tenido el éxito esperado por la fuerte oposición de grupos de interés.

Aunque, en general, la producción japonesa estaba en manos de oligopolios, esto propició que los aumentos en la productividad no fueran transmitidos a los consumidores vía menores precios, sino que se hayan repartido entre los dueños y la mano de obra. Para alcanzar una alta productividad y un progreso económico era necesario liberar al país de la explotación y del dominio de la economía de los grandes grupos financieros, de los grandes terratenientes y de la burocracia. La estrategia de desarrollo se basó en la alta tecnología, en el capital intensivo, humano y físico, y en un incremento salarial suficiente.

La continua capacitación de la mano de obra en el trabajo representaba elevados costos para las empresas, las que vieron con buenos ojos el dar empleo de por vida a sus trabajadores, dada la elevada capacitación que la empresa les había proporcionado. El trabajador, por su parte, tenía fuertes incentivos para mantenerse en la empresa por el elevado costo de oportunidad que representaba dejar el trabajo, ya que difícilmente podría encontrar la misma categoría de empleo y el mismo salario en otra empresa, aparte de la presión social que implicaba el cambio de empleo. Los burócratas supervisaban el buen uso de los préstamos del gobierno en las empresas y éstas, en ocasiones, contrataban a aquel burócrata que se pensionaba, si la supervisión que había hecho el burócrata durante años no había sido muy severa, lo cual con el tiempo fomentó la corrupción, pues una vigilancia relajada convenía a ambas partes. El papel de la burocracia en la corrupción se descubrió al analizar el vínculo entre el gobierno y los conglomerados industriales.

En una industrialización dependiente del subsidio el crecimiento es mayor entre mejor sea la rigidez y cumplimiento de normas del proceso de asignación de subsidios, que se discipline y ate a estándares de desempeño. Al final, las bajas tasas de interés propiciaron el financiamiento de empresas de dudosa rentabilidad bajo el amparo del gobierno, que ofrecía una garantía implícita de que rescataría a los bancos de cualquier problema. Los subsidios a empresas no muy rentables, la supervisión relajada y oligopolios en el sector industrial propiciaron, en parte y años más tarde, la crisis asiática.

La inversión privada y subsidiada fuertemente por el gobierno fue el motor de desarrollo de la economía japonesa durante la etapa de crecimiento acelerado. El 75% de la inversión privada fue para plantas y equipo y 20% a la construcción de casas, la diferencia era ejercida por el gobierno en inversión en infraestructura básica. Durante el periodo de crecimiento el gobierno logró acumular un enorme superávit en la balanza comercial, lo que a su vez le proporcionó más recursos para financiar más inversión. Inicialmente el objetivo de desarrollo económico estuvo enfocado a la sustitución de importaciones y el gobierno daba premios a los mejores exportadores y los premios consistían en acceso rápido al crédito, bajas tasas de interés y exenciones de impuestos en función del desempeño del exportador.

El estallido del problema a principios de los noventa contribuyó al aumento del desempleo en Japón, que alcanzó su máximo en 2002 con 5.4% y en 2001 el número de pymes<sup>20</sup> en bancarota fue de 18 000.<sup>21</sup> En ese periodo el yen se siguió reevaluando con perjuicio para las exportaciones, fomentando así que en vez de que aumentara el número de empresas su número empezó a disminuir. Las exportadoras seguían ganando y el yen se seguía reevaluando lo que produjo enormes superávits comerciales.

Los problemas actuales de Japón se reflejan en una pérdida de competitividad internacional, al pasar del primer lugar en 1989 hasta el lugar 26 en 2000.<sup>22</sup> La madurez y experiencia japonesa no ha sido suficiente para propiciar su crecimiento actual, hoy el reto es impulsar la innovación y elevar la productividad de los factores. Japón ha empezado las reformas, ha iniciado con la *conversión de empresas estatales a propiedad privada*, así como el servicio postal y las universidades, se plantean cambios sustanciales en pensiones y seguro médico. Se han creado instituciones para absorber los créditos incobrables y se permitió que nueve bancos se declararan en bancarota y a pesar de eso la cartera vencida de algunos bancos sigue en aumento. El agro ya no estará protegido por el gobierno y ha liberalizado las exportaciones de productos agrícolas. La crisis evidenció la necesidad de contar con un sistema institucional legal y regulatorio bien desarrollado que sustituya a la política burocrática discrecional, con agencias reguladoras independientes.

La globalización y liberalización del sector comercial hoy son evidentes en Japón. Después de la reforma proliferaron nuevos comercios como las tiendas generales, supermercados, tiendas de descuento y cadenas de comida rápida. La mayor competencia y la eliminación de varias capas de intermediarios impactaron positivamente los costos de distribución y hacen al sistema menos complejo y más eficiente. Se teje una estrecha colaboración entre industria, universidad y gobierno para el desarrollo y comercialización de nuevas tecnologías, lo cual ha generado un aumento de la productividad, que promueve las exportaciones al hacer más competitiva a la empresa. Las importaciones son las que han motivado la productividad forzando a los productores nacionales a ser más competitivos o cerrar. Es muy importante una instrucción básica de calidad, pues habrá mejores obreros que entenderán y absorberán más fácilmente la tecnología.

No hay una causa única por la que Japón creció, se puede citar que los factores de capital y trabajo crecieron sustancialmente y el ambiente político fue propicio. El crecimiento del stock físico de capital, maquinaria, construcción, inventarios, caminos y otra infraestructura se emplearon en el proceso de producción. La contribución del capital para el crecimiento fue mayor que en otros países. El incremento de la educación y la experiencia laboral del trabajador medio aumentó la contribución del trabajo a la producción. La fuerza de trabajo estaba altamente capacitada, aunada a la motivación de que el país quería resurgir de la devastación de la guerra. La empresa privada aportó mucho capital, el gobierno proporcionó transporte,

<sup>20</sup> Pequeñas y medianas empresas.

<sup>21</sup> Kerr, Alexander, *The fall of modern Japan*, Penguin Books, 2001.

<sup>22</sup> *World Competitiveness Yearbook*, 2000.

comunicaciones, educación y otras necesidades para el éxito empresarial. Los bancos, por su parte, fomentaron el ahorro, el cual canalizaron al apoyo industrial, que junto con la inversión privada hizo que no se necesitara de deuda externa para crecer. Las mejoras organizacionales y tecnológicas hicieron al trabajador más eficiente. Las empresas ofrecían empleo de por vida, con lo cual los sindicatos sólo fueron un apoyo y no en un oponente dentro de la estrategia de rápido crecimiento económico.

El ministerio de industria y comercio fomentó industrias específicas con asesoría directa para determinar y controlar las cuotas de producción en las cadenas productivas. Proponía y determinaba el tamaño ideal de una industria y sus componentes, así como el grado de protección que esa industria podía recibir por parte del gobierno. Planeó con mucho cuidado la ubicación de todas las empresas que formaban parte de una cadena productiva, para disminuir costos de transporte. Los criterios utilizados eran proyecciones de la demanda, impacto ambiental, requerimientos de materias primas, impacto en el precio, entre otros. Estas acciones generaron entre otras cosas el desarrollo del concepto japonés de *justo a tiempo*. Al instalar una junto a otra a las empresas que formaban una cadena productiva, una empresa producía, por ejemplo, envases de vidrio que eran materia prima de otra, y conforme se iban produciendo los envases de vidrio, iban siendo entregados a menos de 500 m en la empresa que los iba a utilizar para envasar algún producto. La inversión en inventarios en ambas empresas se redujo prácticamente a cero y la planeación de la producción fue mucho más eficiente.

Para que se lograra el *milagro japonés* el gobierno no hizo uso de leyes. En su lugar elaboró la llamada *Guía administrativa*, que sin ser un documento legal creó conciencia en todos los industriales para cooperar voluntariamente con los objetivos nacionales que había trazado el gobierno después de la guerra, como una serie de planes de inversión y crecimiento de las principales industrias, además de que esta *Guía* también se hizo para controlar la excesiva competencia, para fomentar la creación de nuevas industrias o la racionalización de otras, ajustar la producción de acuerdo a los cambios económicos y de mercado, administrar los controles de precios y, en general, para que la industria japonesa funcionara como un todo organizado ayudado, por supuesto, por la protección que tuvieron muchas industrias por parte del gobierno.

## Corea del Sur

Este país se caracterizó en su desarrollo económico por generar nuevas estrategias, por acatar sólo algunos puntos del Consenso de Washington y por integrarse a los mercados globales no sin antes pasar por severos problemas económicos y sociales. Esto hizo que su economía creciera un promedio de 6% anual entre 1983 y 2005. Para lograr este crecimiento Corea pasó por una serie de etapas bien definidas, algunas de mucho sufrimiento para la población.

Entre 1948 y 1960 Corea recibió mucha ayuda de Estados Unidos y tuvo una estrategia de desarrollo interno basada en sustitución de importaciones para el mercado interno, luego vino la etapa de convertirse en exportador. En 1965 la banca era estatal y fomentó el desarrollo industrial manufacturero orientado a mercados internacionales, canalizando créditos subsidiados a sectores estratégicos. Para regular los flujos sobre el capital extranjero el gobierno fue el único en aprobar créditos a las empresas, y dictó leyes para controlar la inversión extranjera directa. Se buscó que las tasas de interés estimularan el ahorro interno, lo que sirvió para fundear a las empresas. Para apoyar las exportaciones Corea dispuso la posesión y el manejo de la banca comercial.

De 1953 a 1960 con ayuda estadounidense se construyó infraestructura industrial y carretera, especialmente para plantas textiles. De 1961 a 1972 hizo reformas económicas que iniciaron la exportación de productos sencillos, intensivos en trabajo. Luego se inició un largo proceso de liberalización comercial subordinada a la estrategia exportadora. A partir de 1972 impulsa industrias más complejas, como la del hierro, del acero, los barcos, los automóviles y



la química e hizo proyectos de sustitución de importaciones de bienes intermedios y de capital con una planeación de largo plazo, que fueron financiados con crédito subsidiado con política discrecional por parte del gobierno. Estos préstamos tenían las características de asignar subsidios a través del sistema bancario, garantía estatal para préstamos internos y externos, programa de aseguramiento de pago tripartita entre gobierno, industria y banca, y derecho explícito de dirección del gobierno en las empresas durante el periodo de amortización de créditos.<sup>23</sup>

Hubo una crisis económica en 1979-1980 que tendió hacia un cambio del modelo económico. Asesinan al presidente Park, quien había apoyado toda la política de desarrollo económico mencionada y el nuevo gobierno toma medidas autoritarias como la ley marcial, la prohibición de cualquier actividad política y el cierre de universidades. Se iniciaron medidas de estabilización y la aplicación de un programa completo de reformas estructurales de mercado. Se critica al presidente Park porque apoyó mucho a la empresa privada, que fue clave en la expansión económica del país, pero esto causó un perjuicio para el bienestar de la población y un enorme beneficio para los propietarios de empresas, pues entre otras cosas suprimió el derecho de huelga y la vida democrática, lo que hizo posible el uso sistemático de políticas industriales discrecionales, pero benéficas para el país y en especial para los industriales. Con el nuevo gobierno, en 1972 fue revocado el derecho de huelga y el gran éxito alcanzado por las empresas textiles se sustentó en altos grados de discriminación y sobreexplotación de obreras. Pero en el largo plazo se evolucionó hacia una sociedad tecnológicamente avanzada, con un régimen democrático y mejores condiciones de vida.<sup>24</sup>

El ministerio de ciencia y tecnología creó institutos públicos de investigación para realizar proyectos de investigación y desarrollo que facilitaran la asimilación de tecnologías extranjeras. Las universidades e institutos de educación superior fueron concebidos como centros de docencia y capacitación de personal para el proyecto de industrialización. La política de ciencia y tecnología se orientó a promover el aumento de la capacidad de innovación interna de las empresas. Se favoreció la importación de equipo para fines de investigación y se crearon mecanismos para apoyar la formación de recursos humanos. Se favoreció el desarrollo de tecnologías consideradas de importancia estratégica, participando empresas privadas que al final podrían reclamar derechos intelectuales de propiedad. Se establecieron redes de investigación en universidades, equipando adecuadamente los laboratorios financiados por corporaciones y al final todos disfrutaron de los resultados de la investigación.

En el largo plazo, el esquema de financiamiento sustentado en el crédito bancario preferencial contribuyó decisivamente a la creación de un sector industrial sólido, aunque en 1997 Corea tuvo una crisis financiera como resultado de su modelo de desarrollo, insolvencia de las empresas y elevado nivel de endeudamiento, contagiado en parte por la crisis asiática.

En general el Estado realizó con eficacia labores de fomento económico, orientación y corrección de las fallas de mercado, aunque algunos consideran que concentró su modelo en pocas empresas. Hasta principios de los ochenta las empresas tenían elevados niveles de financiamiento y tomaron muchos riesgos operando sin amenazas devaluatorias o alza de tasas de interés y esto industrializó al país durante 30 años, pero cuando Corea entró a la globalización basada en la desregulación y apertura a la inversión extranjera, entonces vino la crisis. En tres años el FMI le prestó 58 mil millones de dólares en lo que se considera el mayor rescate financiero en la historia del FMI. Corea se comprometió a la aplicación de un programa de estabilización de precios y salarios, y un paquete de reformas estructurales en los sectores bancario,

<sup>23</sup> Pino, Enrique, *Corrientes de capital internacional y financiamiento en las economías de Asia Pacífico y América Latina. México y la economía mundial. Análisis y perspectivas*, México, Porrúa, UAM, 2001.

<sup>24</sup> Yoon, Je Cho, *Intervención gubernamental, distribución de la renta y desarrollo económico de Corea. El papel del gobierno en el desarrollo económico de Asia Oriental. Análisis institucional comparado*, México, FCE, 2000.

corporativo y laboral. Se acordó un tipo de cambio libre, incluso subvaluando la moneda para que fuera competitiva en los mercados de exportación, política monetaria y crediticia restrictiva y reformas estructurales como la regulación de la inversión extranjera directa subordinada al sistema financiero en su estrategia de industrialización.

Sin embargo, Corea no aceptó del todo las órdenes del Consenso de Washington, y se basó en políticas sustitutivas de importaciones con promoción agresiva de las exportaciones, ambas apoyadas en un fuerte intervencionismo del Estado como planificador, promotor y facilitador del desarrollo, a través de políticas económicas comerciales, fiscales, crediticias, administrativas y promocionales de sectores y ramas específicas de la economía. Fuerte impulso a un desarrollo tecnológico propio, cuyo objetivo fue sustituir importaciones y conquistar mercados extranjeros, junto con la formación de recursos humanos a través del sistema educativo y de la capacitación laboral integrada a la política industrial basada en un plan estratégico que tenía proteccionismo comercial con liberalización comercial selectiva, crédito a tasas preferenciales para sectores seleccionados, participación del gobierno con capital de riesgo asociado con el sector privado en la creación de empresas estratégicas y eficiencia administrativa de funcionarios en el servicio de industrialización.

Corea también padeció una fuerte devaluación de su moneda, tuvo alto endeudamiento con el exterior, crisis bancaria por cartera vencida y se recurrió a un programa de ajuste con el FMI (1997) y renegociación de la deuda externa con los bancos acreedores y finalmente se estabilizó la economía. Con la participación del gobierno en la administración del riesgo por los créditos, los bancos crearon incentivos para maximizar los activos y el crecimiento de las empresas que desalentaban la búsqueda de rentabilidad inmediata. Las empresas, al ampliar las exportaciones y su planta industrial, aseguraban continuidad de los apoyos crediticios y el gobierno redujo el riesgo de fracaso al fortalecer un ambiente de inversión más estable y de largo plazo.

Ante esta crisis hubo necesidad de una reforma enfocada al sector bancario y a sus puntos vulnerables, como cartera vencida, rentabilidad, transparencia en operaciones bancarias, gestión corporativa y calificación de riesgo crediticio. Por tanto, la reforma (1998-2003) condujo a la eliminación, venta o fusión de numerosos bancos y aseguradoras, cancelación de préstamos malos, saneamiento de instituciones reestructuradas y reorganización de instituciones financieras y las que sobrevivieron fueron objeto de una reestructuración de su capital. Se abrió el país a la inversión extranjera y a bancos extranjeros eliminando todas las barreras. El gobierno dio un papel relevante a la inversión extranjera directa para la recuperación económica y el crecimiento sostenido.<sup>25</sup>

Se disminuyó el techo de los créditos para individuos, personas morales y grandes grupos de negocios. Se acumularon altas reservas monetarias internacionales y la libre fluctuación de la moneda permitió elevar la estabilidad. La crisis produjo en 1998 un PIB de  $-6.9\%$  y más de un millón de desempleados. En 2001 Corea ya casi se había recuperado al aplicar la estrategia de aceptar sólo algunos de los puntos del Consenso de Washington.

Lo que demuestra la experiencia coreana es que la intervención del Estado puede desarrollar las economías, el mercado y las industrias, lo que cuestiona la premisa neoliberal de que el mercado es el que regula todo. El mercado debe estar fuertemente influido, pero no rígidamente controlado por el Estado. El financiamiento estatal posibilita que las empresas tengan un elevado apalancamiento y puedan arriesgar un poco más al operar sin la amenaza de grandes crisis financieras.

---

<sup>25</sup> Yoon, Je Cho, *op. cit.*

## China

Sin duda China tiene cifras económicas impresionantes, jamás vistas en la historia. El crecimiento de su economía en términos de PIB ha sido el siguiente:<sup>26</sup> de 1993 a 2004 un promedio de 9.9% anual en el PIB, en 2003 de 10%, en 2004 de 10.1% y en 2005 de 9.9%. En 2002 China se convirtió en el mayor receptor mundial de capital extranjero, desplazó a Estados Unidos. El flujo de inversión extranjera a China provocó que en 2006 Asia superara a Europa como destino distinguido de los inversionistas debido a sus perspectivas de crecimiento, sus crecientes ingresos, su membresía en la Organización Mundial de Comercio y su amplio abastecimiento de mano de obra barata. Durante 2003 China consumió 40% de la producción mundial de cemento, 31% de carbón, 30% de hierro, representó más del 50% del aumento de la demanda mundial de crudo (se convirtió en el segundo mercado petrolero del mundo, después de Estados Unidos), y 90% del crecimiento de la demanda mundial de acero.

Sus reservas internacionales han aumentado en años recientes debido a que el banco central compró la mayoría de los dólares generados por el comercio internacional y a que la inversión interna alcanzó la impresionante cantidad de \$818.900 millones de USD para 2006, y prevé alcanzar el billón de dólares para 2007 o 2008. El superávit comercial de China se triplicó a \$102.000 millones de USD en 2005, cuando en 2004 fue de \$32.000 millones de USD. China ha tenido la flexibilidad para hacer evaluaciones periódicas de los resultados y corregir el rumbo de sus medidas económicas, así logra alcanzar las metas fijadas. Las evaluaciones han significado cambios sectoriales y de paradigmas. Un modelo sustentado en el estatismo económico sin inserción en la economía mundial pasó a la aceptación de la inversión extranjera y a estimular la inversión privada.

Pero no todo es prosperidad y cifras económicas impresionantes, ya que se ha agudizado la pobreza en algunos sectores y las diferencias regionales de bienestar social se han ampliado. La corrupción de las burocracias locales ha ido en aumento, pues todos quieren sacar provecho de su posición política, lo cual ha incrementado las protestas populares.

También la disparidad entre ricos y pobres es cada día mayor, así como entre la población rural y urbana, el desempleo crónico empeora y la contaminación del ambiente es cada día mayor. Las cifras de las enormes diferencias sociales hablan de esta disparidad. En 2005, 10% de los ricos poseían 45% de la riqueza nacional y el 10% más pobre (160 millones) poseían sólo 1.4% de la riqueza. Para 2003, 900 millones de habitantes no tenían acceso a seguros médicos. La población de las áreas urbanas ascendió de 96 a 300 millones en el mismo lapso. La migración del campo a la ciudad ocasiona que estos trabajadores vivan hacinados en barracas, con jornadas que llegan a doblar las que marca la ley, con salarios más bajos que los no migrantes del campo y además son objeto de engaño y explotación por parte de los patrones. Lo que ha ocasionado las elevadas cifras de crecimiento económico es que China no sabe todavía si es mejor el antiguo régimen socialista, ya que el Estado todavía controla toda la economía, o es mejor el incipiente capitalismo que ha acrecentado las diferencias sociales.

La tasa promedio de crecimiento en términos del PIB de los últimos 25 años ha sido 9.4% mientras que sólo en el 2003 la producción de automóviles creció 80%, el valor agregado de la industria en 30%, la producción de acero en 22%, la producción de energía eléctrica en 14% y las ventas al menudeo en 11%, entre otros. El desarrollo de China se centra en el PIB y descuida la calidad y eficiencia del desarrollo económico, lo que ha provocado un desperdicio excesivo de recursos.<sup>27</sup> Muchas industrias contaminantes extranjeras se han asentado ahí porque no hay restricciones ambientales y no todo el beneficio obtenido se ha distribuido a la población. Los brillantes logros chinos están en un punto de inflexión, se ha agravado el desequilibrio en-

<sup>26</sup> Instituto Nacional de Estadística de China, *Reporte anual*, 2005.

<sup>27</sup> "China Today: Misguided socialism plus crony capitalism", *New perspectives Quarterly*, 22, núm. 1, 2005.

tre la agricultura y el ambiente, entre el desarrollo urbano y rural, el desarrollo entre regiones, entre el desarrollo económico y social, entre el ser humano y la Naturaleza, y entre el desarrollo interno y externo. China descuida a la agricultura, que es la fuente de alimentos de cualquier país, por atender el desarrollo de la infraestructura y de la industria, que le proporciona las altas tasas de crecimiento, pero este descuido le podría ocasionar una dependencia alimentaria en el futuro. Los bancos y el gobierno deben aumentar los subsidios a las zonas productoras de alimentos, comprando maquinaria y semillas mejoradas. El foco de inversión en infraestructura debe cambiar de las ciudades al campo. Los objetivos de corto y largo plazos chinos son ampliación de obras hidráulicas para tierras de cultivo, garantizar el acceso a agua potable, construcción de carreteras, fomento de la educación, cultura y sanidad del medio rural, abatir el analfabetismo en el medio rural, impulsar a la informática, impulsar a las empresas de alta tecnología, reforzar manufactura de equipos, entre muchas otras tareas pendientes.

Todo el capital requerido para emprender la industrialización de países emergentes está basado en el ahorro interno y en la inversión extranjera directa, que son el factor determinante del desarrollo económico. China, para su desarrollo económico, ha tomado un camino muy distinto a aquel tomado por Japón y Corea del Sur. Simplemente ha permitido una entrada indiscriminada de inversión extranjera directa, ha ofrecido mano de obra muy barata y ha tolerado que las nuevas industrias extranjeras contaminen su ambiente sin ninguna restricción, además del apoyo que la banca estatal ha prestado al desarrollo industrial. Hasta 2007 este apoyo de la banca estatal, si bien es cierto que ha mantenido una baja volatilidad<sup>28</sup> en la bolsa de valores de China, también fue la culpable de la caída de la bolsa en febrero de 2007 de poco más de 9%, al hacer préstamos a tasas demasiado bajas, préstamos que los mismos chinos adquirirían para invertir en la bolsa de valores.

Los economistas advierten que los principales e inmediatos problemas que el gobierno chino debe resolver son aumentar el ingreso de los campesinos, responder a la fuerte presión de crear empleo bien remunerado y con asistencia social, limitar la colosal expansión de los créditos bancarios, la construcción superflua de proyectos de bajo nivel, disminuir las contradicciones estructurales (que los centros urbanos y el campo tengan todos los servicios) y que disminuya la contaminación ambiental, que ya es un serio problema en China.

China debe cumplir los siguientes requisitos si quiere seguir creciendo al mismo ritmo y no tener problemas serios que la lleven a una crisis económica:

- Reducir la influencia del Estado.
- Seguir reglas de contabilidad de acuerdo a estándares internacionales.
- Mejorar las leyes de bancarrota y de propiedad.
- Reformar el sistema bancario de tal manera que se rija bajo las reglas del mercado.

A ello habría que agregar las recomendaciones de política del mercado, tales como:

- Elevar la tasa de interés del mercado que se encuentra en 5.31% desde 1995.
- Liberalizar precios públicos.
- Flexibilizar el tipo de cambio, lo que le haría que el banco central Chino pueda retomar el control de la política monetaria.
- Privatizar o liquidar empresas públicas ineficientes, dado que cerca del 50% del valor agregado de la industria tiene participación estatal y 25% corresponde a aquellas empresas con participación del gobierno regional o municipal.
- Terminar de sanear sus bancos para una eventual transferencia al sector privado y para un posterior aporte de capital.

<sup>28</sup> Se llama *volatilidad* en la bolsa de valores al cambio que sufren los precios de los títulos negociados y tiene tres dimensiones. La magnitud, la frecuencia y la dirección del cambio. Cuando hay baja volatilidad los valores de estas tres dimensiones fluctúan muy poco.

## India

De acuerdo al Censo Poblacional de 2001 la India tenía 1 027 millones de habitantes y sólo 28% vivía en núcleos urbanos.<sup>29</sup> Un 35% de la población está económicamente activa y no hay cifras de tasas de desempleo, pero el analfabetismo alcanza 55% en la población masculina y 60% en la femenina. Unos 6 millones de habitantes terminaron una licenciatura o un posgrado, aunque el nivel de alfabetización adulta alcanza el 61%, lo cual indica que básicamente los niños y jóvenes están menos alfabetizados. Sólo 31% de la población rural tiene agua potable y 0.5% cuenta con una instalación sanitaria básica.<sup>30</sup>

Con cifras tan dramáticas de pobreza se puede preguntar, ¿qué puede hacer un gobierno para desarrollar a este país? En 1947 la India tenía un crecimiento anual de 1%, expectativa de vida de 32 años y 84% de la población era analfabeta, fue el legado de la colonización inglesa por más de 200 años.

Industrializar la India en pocos años es prácticamente imposible, por la inversión que sería necesaria, más aún con las políticas restrictivas que se han impuesto para evitar el dominio del capital extranjero. Entre otras reformas están las agrarias, cuyo objetivo es eliminar a los terratenientes, introducción de cooperativas y desarrollo igualitario. Para apoyar a la industria se eliminaron las licencias industriales que obstaculizaban la inversión nacional y extranjera. Se devaluó la moneda 20% y se dejó libre a las fuerzas del mercado, se eliminaron restricciones a las importaciones y se ha apoyado mucho a las exportaciones. Desde luego, estas acciones están apoyadas por políticas adecuadas en el aspecto fiscal y en el de control de inversiones. Estas políticas podrán llevar a la India a una lenta industrialización dentro de varias décadas. El crecimiento económico fue de 5.5% entre 1981 y 1990, lo que supera al lento crecimiento que se había tenido sin reformas y que fue de 3.1% promedio entre 1950 y 1980.

Sin embargo, este país ha sorprendido al mundo logrando altas tasas de crecimiento económico en los últimos años, medido en términos del PIB, debido a que en la actualidad su economía está basada en el conocimiento, los servicios de tecnología de la información atraen empleos y generan exportaciones, aunque esta práctica sólo favorece a la población urbana. De cualquier parte del mundo se puede solicitar la elaboración de cierto tipo de trabajos relacionados con la informática, a unos costos muy bajos y con alta calidad. Ésta es la base de su actual desarrollo económico. El crecimiento del PIB fue de 7.8% para 2005, 7.5% para 2006, 7.2% para 2007 y se espera que pueda crecer hasta un 8.5% de 2008 en adelante. Para lograr esto, al principio de la década de los noventa, el entonces presidente de la India inició un programa a largo plazo para explotar las capacidades de los pocos hindúes bien preparados, programa que dio resultados unos 15 años más tarde. Para el año 2007 la India tenía 50% de certificaciones de todo el mundo en CMMI nivel 5 en madurez y capacidad,<sup>31</sup> lo cual ha sido la base para atraer a las empresas que requieren desarrollos de software y también ha sido la base para el crecimiento del PIB.

Su planeación económica es muy rigurosa. La disparidad en el desarrollo entre las áreas urbanas y rurales puede disminuir si se construyen carreteras rurales de interconexión entre distritos y regiones, si se desarrolla y disemina tecnología agrícola y extensión de servicios al

<sup>29</sup> De acuerdo a los últimos informes, la India tenía unos 1 100 millones de habitantes en el 2007, aunque el dato no proviene de un censo oficial.

<sup>30</sup> Todos estos datos aparecen en el mencionado censo poblacional.

<sup>31</sup> CMMI (Capacity and Maturity Model Integrated) es un modelo creado por varios organismos en la NASA (National Aeronautical and Space Agency en los Estados Unidos) para el desarrollo de software. Capacidad y madurez son dos características básicas del modelo para demostrar que se domina el desarrollo de software con una calidad total, desde todos los puntos de vista y son los parámetros que se miden en la certificación. El máximo nivel que se puede alcanzar es el 5, tanto en capacidad como en madurez.

campo, si se diversifican los cultivos por región y por temporada, entre muchas otras acciones que se deberán tomar. Como sea y a pesar del enorme atraso social que tiene la India, es un buen ejemplo de que con estrategias novedosas se puede hacer crecer la economía de un país aunque no se tenga mucho dinero.

## Chile

La evolución económica de Chile es considerada un ejemplo en Latinoamérica de cómo desarrollar la economía de un país. Por más de 10 años ha superado el crecimiento promedio de la región. El avance económico de Chile no dista de ser el fruto de una aplicación estricta de las reglas del Consenso de Washington. Su política económica ha combinado la apertura comercial con restricciones selectivas en la cuenta de capitales y un manejo heterodoxo de la política fiscal.

El régimen militar que duró hasta 1989 se propuso cancelar el modelo tradicional de desarrollo basado en la activa intervención del Estado en la economía y la protección comercial, por lo que privatizó la mayoría de las empresas estatales. La dictadura impulsó un mayor espacio al libre juego del mercado y de la competencia privada en la formación de capital y en la producción. Bajó las tarifas de importación hasta 10%, eliminó otras restricciones comerciales, abrió el mercado financiero a la competencia externa, recortó el gasto y el sector público, además de eliminar diversos controles gubernamentales sobre la actividad económica. A cambio de eso, las libertades individuales prácticamente fueron canceladas durante la dictadura. La drástica liberalización financiera, aunada a la caída de los precios del cobre y al incremento en las tasas de interés en los mercados externos de capital, desembocó en la crisis de 1982-1983, lo que condujo a la quiebra de buena parte de la banca privada chilena y el gobierno tuvo que absorber la deuda externa privada como parte de los pasivos públicos. Para 1985 la liberalización comercial se impulsó, el banco central obtuvo su autonomía y se aceleró la privatización de empresas públicas. La política macroeconómica se basó en profundizar y modernizar la reforma estructural en salud y educación, extendió su cobertura y mantuvo baja a la inflación sin descuidar el crecimiento económico, creó como soporte una prudente política fiscal. Tal vez el único punto del Consenso de Washington que Chile no acató fue liberalizar el flujo de la inversión extranjera directa, se dio cuenta del grave riesgo que corría, por lo que gravó la entrada de este tipo de capitales e incentivó la entrada de capitales comprometidos en crear industrias de cualquier tipo, comprometiendo a esos capitales a permanecer mucho más tiempo en el país, aunque en 1998 terminó con esas imposiciones al percibir que la entrada de capital extranjero había disminuido drásticamente. La política fiscal chilena ha sido prudente al mantener déficits bajos apoyados por ingresos presupuestarios robustos. Esta estructura se define como el balance IVA con el 19%, que es el más alto de la región. Ha mantenido un balance fiscal estructural equivalente a 1 que se generaría si la economía estuviese creciendo en el mediano plazo a su tasa de expansión potencial, lo que permite que el gobierno ejecute su política de gasto de manera consistente con una orientación anticíclica, es decir, que sus gastos tiendan a compensar al menos parcialmente las fluctuaciones del ciclo económico.

El ahorro interno en Chile es muy alto, básicamente porque la reforma al sistema de pensiones le ha permitido a los bancos tener enormes sumas de dinero, lo que les otorga la capacidad de financiar el desarrollo industrial a tasas bajas de interés, aunque el ahorro interno fuera de las pensiones es más la excepción que la regla. El sistema privado de pensiones permite que el pago periódico de pensiones sea autofinanciado, liberando al gobierno de una pesada carga.

A Chile le urge abatir su dependencia de las exportaciones de materias primas como fuente de recursos externos. El cobre aporta el 34% de dichos ingresos. Debe cambiar a exportar productos con más conocimiento, aunque hay que decir que Chile tiene la más alta desigualdad de ingreso de la población, lo que reduce el crecimiento económico potencial dada la concentración de aho-

ro e inversión. Tiende a desintegrar la cohesión social y los principios básicos de la democracia, por lo que los programas sociales deben ser revisados para atender las necesidades de los más pobres. A pesar de esa enorme desigualdad social, Chile ha tenido desde el año 2000 crecimientos positivos en el PIB. En el año 2000 el PIB fue de 5.1%, en 2001 de 3.8%, en 2002 de 1.7%, en 2003 de 5.8%, en 2004 de 6%, en 2005 de 5.6%, en 2006 de 4.3% y de 5.1% en 2007.

## Análisis de las estrategias de desarrollo

Una vez expuestas, de manera sucinta, las estrategias que algunos países han seguido para su desarrollo económico, es conveniente analizar si existen rasgos en común en dichas estrategias. Se hace el análisis en el orden en que fueron presentados los países.

### Japón

Realizó fuertes reformas agrarias, laborales, educativas e impositivas. Promovió la industrialización, control financiero estricto y fomento a las exportaciones. Desarrolló el capital humano, con énfasis en el desarrollo tecnológico. Estabilizó la economía con las siguientes acciones: bajó la inflación, sostuvo una paridad competitiva, bajó la tasa de interés del mercado, promovió los incentivos fiscales a la industria privada, subsidió el agua y la energía eléctrica, disminuyó los aranceles, aumentó los salarios por debajo del aumento de la productividad. Eliminó el predominio de grandes grupos financieros, de terratenientes y de la burocracia.

Con estas acciones Japón alcanzó el primer lugar en competitividad en 1990, pero cayó al lugar 26 en el año 2000 por los errores que cometió el gobierno. Estos errores fueron el excesivo apoyo en créditos a las empresas, lo que creó una enorme cartera vencida y llevó a una crisis de falta de liquidez, lo que a su vez provocó una baja de producción y esto reforzó la incapacidad de pago de las industrias a los bancos. Este hecho, a su vez, generó una disminución en las ventas y se cayó en un círculo descendente de cartera vencida-disminución de ventas. Al final, Japón se quedó con una enorme capacidad instalada ociosa.

La crisis en el Japón ha orillado al gobierno a privatizar empresas, algunos servicios que prestaba como el correo y algunas universidades, y a realizar cambios profundos en pensiones y en seguridad social.

### Corea del Sur

Desde la década de los años sesenta su objetivo fue sustituir importaciones y convertirse en exportador. La banca estatal fomentó todo el desarrollo industrial, esencialmente el de aquellas industrias orientadas a la exportación, con créditos subsidiados a exportadores y a sectores considerados estratégicos. Creó leyes para controlar la inversión extranjera directa. Elevó las tasas internas de interés para fomentar el ahorro interno y poder fondear a las industrias. Liberó el comercio subordinado a la exportación. Impulsó el desarrollo tecnológico, primero en industrias básicas y luego en bienes intermedios.

El presidente Park apoyó mucho al desarrollo industrial, pero prohibió el derecho de huelga y disminuyó el bienestar social y la democracia. Después de su asesinato, se evoluciona hacia una sociedad tecnológicamente avanzada, se crean institutos de investigación orientados a la asimilación de tecnología extranjera y a la generación de tecnología propia, fomento al desarrollo de capital humano y creación de redes de investigación.

Sin embargo, en 1997 padece una crisis financiera por el enorme endeudamiento de las empresas y la insolvencia de éstas para pagar la deuda. La crisis también surge por la apertura a la globalización, por la desregulación financiera y comercial y por la apertura a la inversión extranjera directa. La crisis causó devaluación de su moneda, alta deuda externa, crisis bancaria

por cartera vencida y un PIB de  $-6.9\%$  en 1998. El FMI le prestó 58 mil millones de dólares para el rescate financiero, y aunque se lo pidieron, Corea no aceptó la mayoría de los diez puntos del Consenso de Washington, pero se comprometió a estabilizar la economía y a realizar un paquete de reformas estructurales en los sectores bancario, corporativo y laboral, estableciendo normas para la regulación de la inversión extranjera directa. El gobierno se mantuvo con una fuerte participación en la planificación, promoción y facilitación del desarrollo económico.

## China

Como país que todavía se dice socialista, China adoptó un modelo basado en una total intervención del Estado. No existen empresas totalmente privadas, todas tienen una fuerte participación estatal y, por tanto, un fuerte apoyo financiero con créditos a bajísimas tasas de interés y apoyo en caso de quiebra. Su desarrollo se ha centrado en la construcción de infraestructura y de industrias.

Este modelo ha generado mucha corrupción en el gobierno, enorme contaminación pues no hay controles ambientales a las industrias, pago de salarios muy bajos sin prestaciones sociales (en 2003, 900 millones no tenían atención médica), entrada indiscriminada de inversión extranjera directa, la cual utiliza el gobierno para la creación de industrias. Esto ha generado, entre otras cosas, un descuido a la agricultura y una migración del campo a la ciudad, al grado que en 3 años (de 2003 a 2005) la población urbana creció de 96 a 300 millones.

## India

Es un país que a pesar de sus escasos recursos, ha instrumentado políticas restrictivas a la entrada de capital extranjero a fin de impedir que este capital llegue a dominar al país. Hizo reforma agraria para eliminar a los terratenientes e introdujo cooperativas en el campo. Eliminó la autorización de licencias de funcionamiento industrial que obstaculizaban la inversión. Ha dado mucho apoyo a las exportaciones. Crecimiento económico basado en la prestación de servicios informáticos en todo el mundo.

## Chile

Es el único país que, en la época de la dictadura militar, ha aplicado casi estrictamente los diez puntos del Consenso de Washington, que eliminó casi por completo la intervención del Estado en la economía, privatizó casi todas las empresas estatales y eliminó la protección comercial. Dejó actuar a las libres fuerzas del mercado y a la competencia privada en la formación de capital, bajó las tarifas de importación, abrió y liberalizó el mercado financiero a la competencia externa, recortó el gasto del gobierno reduciendo al sector público, eliminó controles del gobierno en la actividad económica y como dictadura, eliminó todas las libertades individuales. Sin embargo, esto lo llevó a una crisis en 1983, cuando quebraron buena parte de los bancos y el gobierno tuvo que absorber la deuda externa privada.

El único punto del Consenso de Washington que no acató fue la liberalización de la inversión extranjera directa, ya que gravó la entrada de este tipo de capitales, aunque incentivó la entrada de capital extranjero para la creación de industrias, no obstante, al final liberalizó la entrada de capital externo, cuando notó que este tipo de capitales ya casi no llegaba al país. Para forzar el ahorro interno, privatizó el sistema de pensiones, lo que permitió a la banca apoyar al desarrollo industrial a bajas tasas de interés. También tiene un IVA de 19%, el más alto de Latinoamérica. A pesar de todas las críticas, Chile sigue manteniendo un PIB positivo en todos los años del incipiente siglo XXI, y es el promedio más alto de la región en este sentido.



Después de este breve resumen de las economías de los países en vías de desarrollo que han sido y son más estudiados por los logros alcanzados, vale hacer dos preguntas:

- ¿Por qué los demás países de América Latina no han tomado medidas similares u otras medidas para desarrollarse?
- ¿Será posible que algún día la mayoría de los países latinoamericanos inicien un desarrollo económico sostenido?

Hay varios rasgos comunes en las acciones que han tomado este grupo de países:

- Una fuerte participación estatal (con excepción de Chile).
- Apoyo a las exportaciones con créditos, tasas de interés y apoyos fiscales bajos.
- Desarrollo de capital humano, preparando específicamente a universidades y centros de investigación, primero para que absorban y dominen la tecnología extranjera, y después para generar tecnología propia, excepto la India y Chile, que aunque podrían estar haciendo algunos esfuerzos, sus acciones no son tan marcadas en este sentido como en los otros países.
- Control de la inversión extranjera directa, tanto en cantidad como en el uso de esa inversión.

Si la mayoría de los gobiernos de América Latina no han emprendido políticas favorables al desarrollo económico de sus respectivos países, salvo algunas excepciones y por breves periodos, entonces no se tiene razón para esperar un cambio radical en esa actitud. El gran problema de Latinoamérica es la corrupción de sus gobernantes, a quienes les interesa mucho más el beneficio personal que el beneficio de sus gobernados. No se puede negar, de acuerdo a los datos recabados, que ha habido corrupción en los países analizados, pero al menos los respectivos gobernantes han tomado medidas que han beneficiado a la economía del país por determinado número de años.

Aquí hay que entender dos cosas. La primera es que los resultados de un cambio firme en las políticas hacia el desarrollo económico de un país no se pueden observar en el corto plazo. Por corto plazo se quiere decir el periodo de un mandato presidencial, de cuatro a seis años en América Latina, de forma que si el siguiente presidente no da continuidad a su antecesor, en caso de que este último hubiera emprendido las acciones correctas que estuvieran llevando al país a un desarrollo económico, simplemente no habrá resultados. Observe que los cambios en los países analizados se han dado con al menos dos décadas de arduo trabajo, y en ocasiones en mucho más tiempo. El siguiente punto importante es entender la idiosincrasia de los latinoamericanos.

Mucho se ha hablado de que los países asiáticos y europeos que se han desarrollado económicamente, tienen una identidad racial, por la cual ven las cosas de manera distinta a los latinoamericanos, que somos una mezcla de razas proveniente de la colonización, esto es, la falta de identidad racial hace que el esfuerzo sea exclusivamente personal y a lo sumo familiar, pero nunca pensando en los demás o para ayudar a los de la misma raza, lo que seguramente acentúa la corrupción. Otra característica de la idiosincrasia de los latinoamericanos es la impaciencia. Queremos ver resultados de las acciones políticas y en los negocios, a muy corto plazo, y además que los resultados y las ganancias sean sustanciales; si no es así, se cambia la política del gobierno o se cierra la empresa.

Tampoco se pueden negar los esfuerzos que están haciendo los gobiernos de todos los países latinoamericanos para apoyar el desarrollo económico aunque, por los resultados obtenidos, se puede deducir que esos esfuerzos o no están bien enfocados o están muy mal administrados.

## Las cadenas productivas y la evaluación de proyectos

Entre las estrategias de desarrollo económico e industrial que la mayoría de los gobiernos de América Latina han generado, se encuentra el apoyo a las llamadas *cadenas productivas*. Desde finales de la década de los ochenta, algunos autores como Porter,<sup>33</sup> empezaron a ver que para entender a la empresa era necesario ver más allá de los límites físicos de la misma. Con un enfoque de sistemas se observó que los cambios en el ambiente o condiciones macroeconómicas, no sólo de un país, sino del mundo entero, pueden afectar las decisiones que se tomen en una empresa para sobrevivir, así como las innovaciones que surgen en las empresas pueden afectar la forma en que se hacen negocios en todo el mundo, ya que todo es un inmenso macrosistema, compuesto por múltiples sistemas de muy diversos tipos.

Entre otras cosas, se observó que en la actualidad la demanda de cualquier producto cambia más rápido que en el pasado, debido a la cantidad de información con que ahora cuentan los consumidores. Esto ha provocado que el ciclo de vida de los productos sea más corto, pues los gustos de los consumidores cambian más rápidamente. La competencia ahora es mucho más cerrada que en el pasado, lo que obliga a las empresas líderes a dar atención al cliente desde antes de la compra, durante la compra y después de la compra de productos.

Con esta idea nació, entre muchos otros conceptos, el de *cadena de suministros* que es la observación y análisis de todo el proceso de producción de cualquier artículo, que abarca desde los proveedores de materia prima, a la empresa misma, y a las actividades que se hacen posventa, como la atención al cliente. En este mismo contexto se generó el concepto de *cadena inversa de suministros*, esto es, observar ya no al flujo de materiales, como ha sido descrito, desde los productores de materia prima hasta el servicio posventa, sino ahora observar la información que se genera desde el servicio posventa y que regresa hasta el productor de materia prima, pues es la información base para que la elaboración de productos vaya enfocada hacia la satisfacción del consumidor final.

La llamada *globalización*, liberalización y desregulación del comercio internacional, ha provocado mucha presión para que los productores que quieren sobrevivir en los mercados internacionales, tengan que elaborar productos con una calidad superior a aquella con la que producían en el pasado. La globalización ha provocado la eliminación de muchos pequeños productores en cualquier país, y a su vez ha hecho que las grandes cadenas elaboradoras y distribuidoras de productos sean las que dominen cada vez sectores más amplios de los mercados mundiales, con la ayuda de las nuevas tecnologías de información, de comunicación y de transporte, las cuales, desde luego, están a disposición de las empresas con más poder económico.

Se pueden confundir los términos *cadena productiva* con *cadena de suministros*. Mientras que la **cadena de suministros** analiza los flujos tanto de material como de información desde el origen de la materia prima hasta la atención al consumidor final, la **cadena productiva** analiza al conjunto de empresas que elaboran materia prima, productos intermedios, productos finales, y a las empresas que distribuyen el producto y administran toda la cadena. La estabilidad, cohesión y permanencia de esta cadena sólo es posible por la información que fluye a través de ella de los costos y ganancias de cada empresa participante.

Otros conceptos que se han generado alrededor del análisis industrial es el de **cadena de valor**,<sup>34</sup> definida como todas las actividades que agregan o crean valor sobre

### cadena de suministros

analiza los flujos tanto de material como de información desde el origen de la materia prima hasta la atención al consumidor final

### cadena productiva

analiza al conjunto de empresas que elaboran materia prima, productos intermedios, productos finales, y a las empresas que distribuyen el producto y administran toda la cadena

### cadena de valor

todas las actividades que agregan o crean valor sobre el producto, como la manufactura, venta, distribución, investigación y desarrollo

<sup>33</sup> Porter, Michael, *Planeación estratégica*.

<sup>34</sup> Porter Michael, *op. cit.*

el producto, como la manufactura, venta, distribución, investigación y desarrollo. Desde luego, en cada una de las etapas de la cadena de suministros se le va agregando valor al producto. Otro concepto es la **red empresarial** que es un conjunto de empresas que intercambian información con un objetivo estratégico y se conectan por medio de una extranet o comunicación por Internet de alta seguridad. Esta red empresarial puede estar formada por un conjunto de empresas independientes, o que pertenezcan a una misma cadena productiva. En este marco de análisis, un último concepto generado es el de **clusters** o agrupaciones de empresas, pero en este caso se refiere a una agrupación física de empresas del mismo sector productivo en un territorio determinado, por ejemplo, todas las empresas que generan alta tecnología en Estados Unidos, están ubicadas en el Silicon Valley, en California, de manera que un cluster puede ser de empresas textiles, maquiladoras, o de cualquier otro tipo.

La figura 8.1 muestra el concepto de cadena productiva y cadena productiva inversa. Casi en todos los países de América Latina se han estudiado las cadenas productivas y los respectivos gobiernos han creado instancias para apoyar el funcionamiento de dichas cadenas, aunque los resultados obtenidos no han sido muy satisfactorios, tal vez por el concepto que tienen las instancias de gobierno de la forma en que las cadenas productivas deben crearse y operar. Por ejemplo, si ya existe una empresa en funcionamiento, la instancia gubernamental promueve que esa empresa forme su propia cadena y normalmente se tiende a identificar a un líder de la cadena, ya sea oferentes o compradores.

Las cadenas productivas existen en forma natural, pues son todas las empresas que constituyen un eslabón de la cadena de suministros, de manera que el gobierno busca que se declaren

#### red empresarial

conjunto de empresas que intercambian información con un objetivo estratégico y se conectan por medio de una extranet o comunicación por Internet de alta seguridad

#### clusters

agrupaciones de empresas, en este caso se refiere a una agrupación física de empresas del mismo sector productivo en un territorio determinado

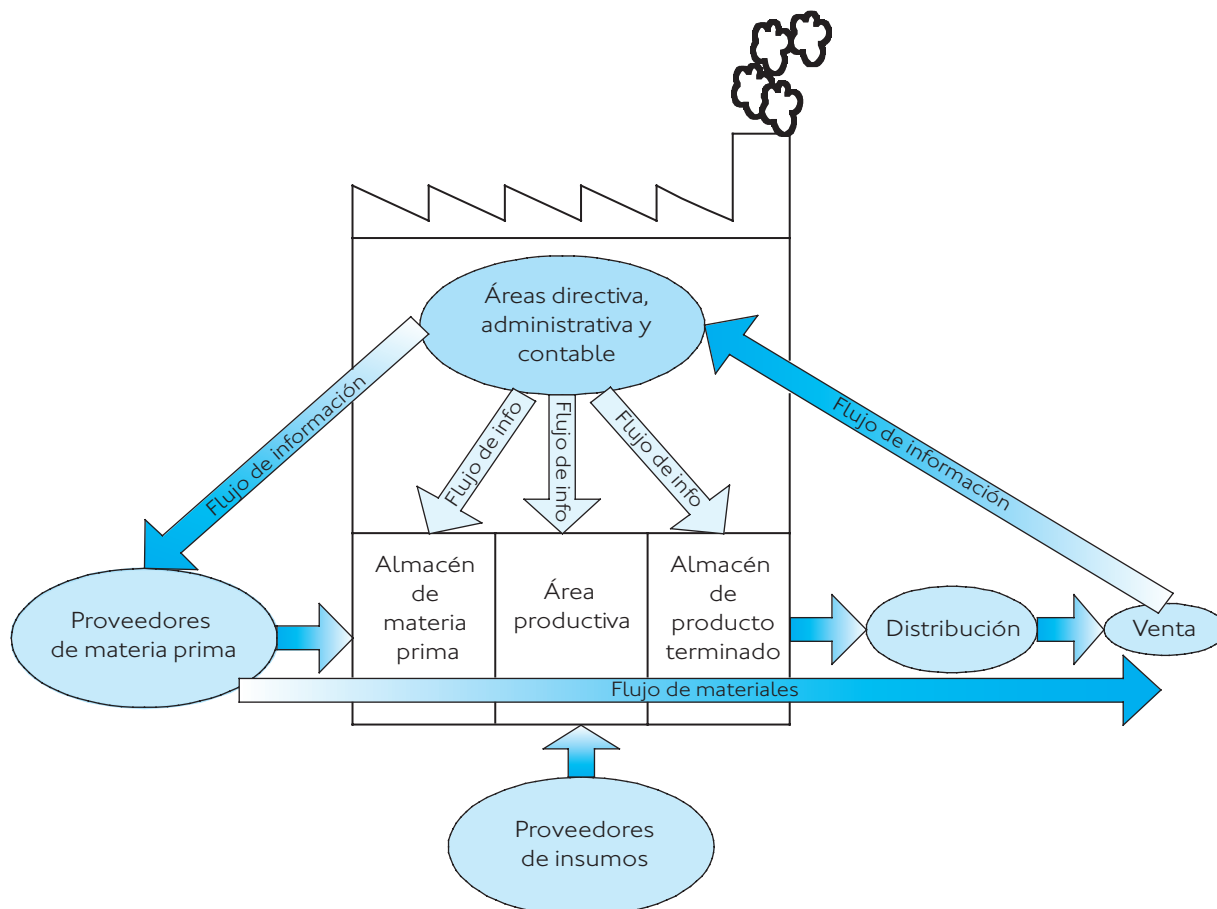


Figura 8.1 Cadena productiva simplificada.

formalmente como una *cadena productiva*, y en ese momento tienen más acceso a créditos y a otros beneficios. Para tener acceso a esos beneficios, ya se han generado toda una serie de reglamentos para regular las cadenas desde los puntos de vista legislativo, ejecutivo y judicial.

Si las cosas funcionan realmente así, lo que se estaría mostrando es una visión corta de planeación a largo plazo. En la sección anterior se observaron rasgos comunes en las acciones que los gobiernos de los países analizados emprendieron para fomentar su desarrollo económico. Entre los rasgos comunes están una fuerte intervención estatal, créditos a bajas tasas de interés y apoyo a las exportaciones. Quizá los gobiernos latinoamericanos traten de proporcionar este tipo de apoyos pero, por la forma en que están funcionando, es claro que esperan resultados a muy corto plazo, sólo reacomodan lo que ya existe, en vez de arrancar desde un principio.

Si la industria japonesa fue y es capaz de trabajar con inventarios cero, utilizando el concepto de *justo a tiempo*, no es porque a alguien se le ocurrió. Si los japoneses fueron capaces de generar y trabajar con el concepto de *círculos de calidad*, no es porque repentinamente se encontraron que todos sus obreros eran ingenieros. Ambas cosas, entre muchas otras, son resultado de una planeación a muy largo plazo del gobierno japonés, que para desarrollar la industria instaló parques industriales y tuvo cuidado de que la empresa que fuera a elaborar un producto final, cualquiera que éste fuera, pidiera a sus proveedores de materia prima que se instalaran en el mismo parque industrial, de forma que la entrega de materias primas por parte de esos proveedores no tomara más de 15 minutos. El gobierno también promovió, desde el principio de su reestructuración, la formación de capital humano, lograrlo normalmente puede llevar casi una generación (unos 25 años), de manera que no fue casual que los obreros, todos ingenieros, empezaran a proponer soluciones a los problemas de producción de aquellas industrias donde trabajaban y así nacieron los *círculos de calidad*, pero si en América Latina se quiere aplicar el concepto de justo a tiempo y los círculos de calidad en las empresas, *nada más porque en Japón dio resultado*, definitivamente se obtendrá muy poco o nada, porque no se ha trabajado para llegar a esos resultados. Lo mismo sucede con las *cadenas productivas*, que han dado muy buenos resultados en algunos países de Europa y Estados Unidos.

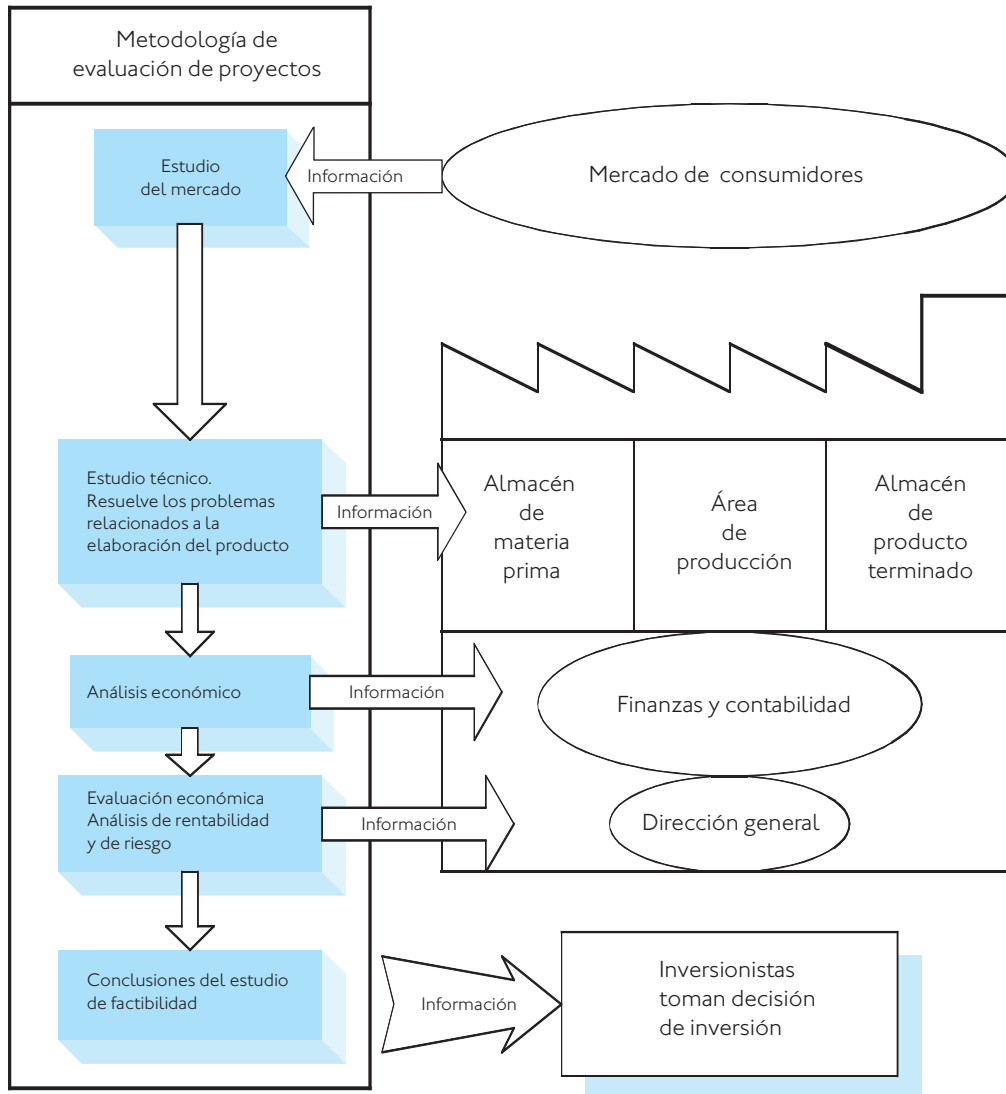
Por otro lado, la evaluación de proyectos es una herramienta clásica de planeación a largo plazo. La metodología bien aplicada contempla proyecciones de ventas a un mínimo de cinco años, diseñar una planta productiva con suficiente flexibilidad como para absorber cambios en los sistemas productivos y en la capacidad instalada, y también realiza un análisis de rentabilidad económica de largo plazo. Observe en la figura 8.2 la metodología de la evaluación de proyectos y su relación con el mercado y la industria.

Se puede observar en esta figura, cómo la metodología, con las técnicas que se tienen disponibles, toma información del mercado y a su vez va generando información para definir las áreas de producción, de contabilidad y finanzas, genera índices de rentabilidad económica útiles a la dirección de la empresa y, finalmente, las conclusiones de toda la metodología sirven de base para que los inversionistas tomen una decisión de inversión.

El uso de esta metodología se puede extender a una buena planeación y organización de cadenas productivas, pero no a partir de industrias que ya están en funcionamiento, sino como parte de una planeación a largo plazo por parte del gobierno para las industrias que se instalarán en el futuro. Lo que hace falta ahora es planear a largo plazo.

## La planeación del desarrollo industrial

Hasta este momento se tienen tres elementos: el concepto de *cadenas productivas*, la *metodología de evaluación de proyectos* y una *necesidad urgente*, en toda Latinoamérica y en todos los países de economías emergentes, *de hacer planes concretos* que a largo plazo propicien su desarrollo económico.



**Figura 8.2** La metodología de la evaluación de proyectos y la información que genera.

Para que funcionen las cadenas productivas se debe instalar una empresa que ya tenga un estudio de factibilidad y una venta casi asegurada de sus productos, y alrededor de ella se deberán instalar tantos de sus proveedores de materia prima como sea posible. Cada proveedor, a su vez, deberá guiar su capacidad instalada por la demanda de los productos que tenga la empresa elaboradora del producto final. Para ejemplificar estos conceptos, en la figura 8.3 se muestra la cadena productiva idealizada de la empresa elaboradora de mermeladas que se ha venido analizando a lo largo del texto.

Los datos de producción máxima y necesidades de materia prima para distintos niveles de producción se muestran en la tabla 8.1.

La cadena productiva ideal de la industria elaboradora de mermeladas debería tener a su alrededor a cada uno de los nueve productores de las materias primas, señaladas en la tabla, produciendo las cantidades mostradas. Sin embargo, se observa claramente que esto no es posible en algunas materias primas, por la mínima cantidad anual que necesitaría la industria de mermeladas, por ejemplo, el azúcar, la pectina, el ácido cítrico, el benzoato de sodio y las cajas de cartón. Pero en otras materias primas, como en la fruta, podría comprar cultivos por adelantado para asegurar tanto precio como cantidad y poder contar con un proveedor permanente

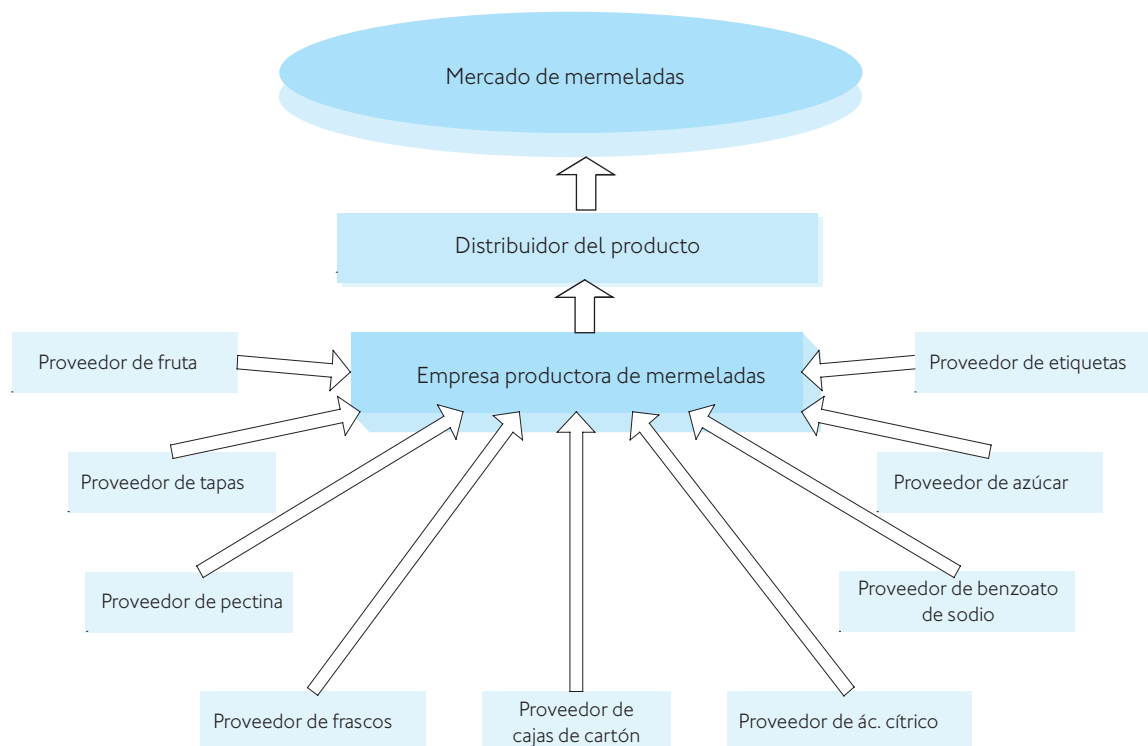


Figura 8.3 Cadena productiva idealizada para la empresa productora de mermeladas.

de fruta. En cuanto a los frascos, etiquetas y tapas, bien se podría tomar la decisión de cambiar de frascos de vidrio a frascos de plástico, en cuyo caso probablemente le resultaría rentable a un inversionista instalar una empresa para ser proveedor exclusivo de frascos y tapas de plástico para la empresa elaboradora de mermeladas.

Se podrá notar cómo a una empresa pequeña, como la productora de mermeladas, le sería difícil armar su cadena productiva de manera que pudiera tener a proveedores exclusivos de materia prima instalados muy cerca de ella. La planeación industrial por parte del gobierno consistiría precisamente en convocar a otras empresas que necesitaran materias primas similares a instalarse en el mismo parque industrial, con lo que se estaría hablando de un *cluster* o grupo de empresas del mismo ramo instaladas en un área geográfica muy pequeña. Si bien es cierto

Tabla 8.1 Necesidades de materia prima para diferentes niveles de producción

Materia prima	1 turno		2 turnos		3 turnos	
	diario	anual	diario	anual	diario	anual
Fruta	1 491 kg	4 47.3 ton	2 982 kg	894.6 ton	4473 kg	1 342 ton
Azúcar	700 kg	2 10 ton	1 400 kg	420 ton	2 100 kg	630 ton
Pectina	70 kg	2 1 ton	140 kg	42 ton	2 10 kg	63 ton
Ácido cítrico	0.7 kg	0.21 ton	1.4 kg	0.42 ton	2.1 kg	0.63 ton
Benzoato	3.5 kg	1.05 ton	7 kg	2.1 ton	10.5 kg	3.15 ton
Frascos 500 g	7 000 un	2.163 M	14 000 un	4.326 M	21 000 un	6.489 M
Etiquetas	7 000 un	2.163 M	14 000 un	4.326 M	21 000 un	6.489 M
Tapas	7 000 un	2.163 M	14 000 un	4.326 M	21 000 un	6.489 M
Cajas de cartón	581 un	1 79.7 M	1 162 un	359.4 m	1 743 un	5.39 m

Nota: kg, kilogramo; ton, tonelada; un, unidades; m, miles de unidades; M, millones de unidades.

que por el tamaño no sería rentable para la mayoría de los proveedores de materia prima de la empresa de mermeladas instalarse como proveedores exclusivos, si se creara un cluster de empresas de alimentos en un solo parque industrial, entonces probablemente convendría a los inversionistas instalar empresas elaboradoras de pectina, de ácido cítrico, de benzoato de sodio y, sobre todo, de frascos de vidrio, en el mismo parque industrial para proveer de todas estas materias primas a todas las industrias de ese cluster.

Otra ventaja que podría tener un cluster de este tipo es el aprovechamiento de los medios de distribución. Como los alimentos normalmente se venden a las mismas cadenas distribuidoras, un solo transporte, como ferrocarril o tráileres, podrían distribuir la producción de varias empresas con un solo vehículo, en el caso de los tráileres, o ser enviados a un mismo centro de acopio en las grandes ciudades, en el caso del ferrocarril. Desde luego, parte de la planeación del desarrollo industrial implicaría proveer a cada parque industrial con al menos una línea ferroviaria para conectar sus productos de manera económica con el resto del país.

La desventaja del esquema actual de distribución, tanto de materias primas como de productos terminados, es que la mayoría de las industrias son una serie de pequeñas empresas distribuidas aleatoriamente a lo largo de todo el país, cada proveedor de materia prima debe buscar a sus propios compradores y entregarle las materias primas en pequeñas cantidades y en pequeños vehículos, a distancias muchas veces muy grandes, lo que eleva el precio de las mismas. Lo mismo sucede con los productos terminados, que al ser elaborados en su mayoría por micro o pequeñas empresas, cada una con sus propios medios de distribución transportan, relativamente, pequeñas cantidades del producto a múltiples consumidores, lo que eleva su costo total.

La figura 8.4 muestra el funcionamiento de un pequeño *cluster* de empresas elaboradoras de diferentes tipos de alimentos envasados.

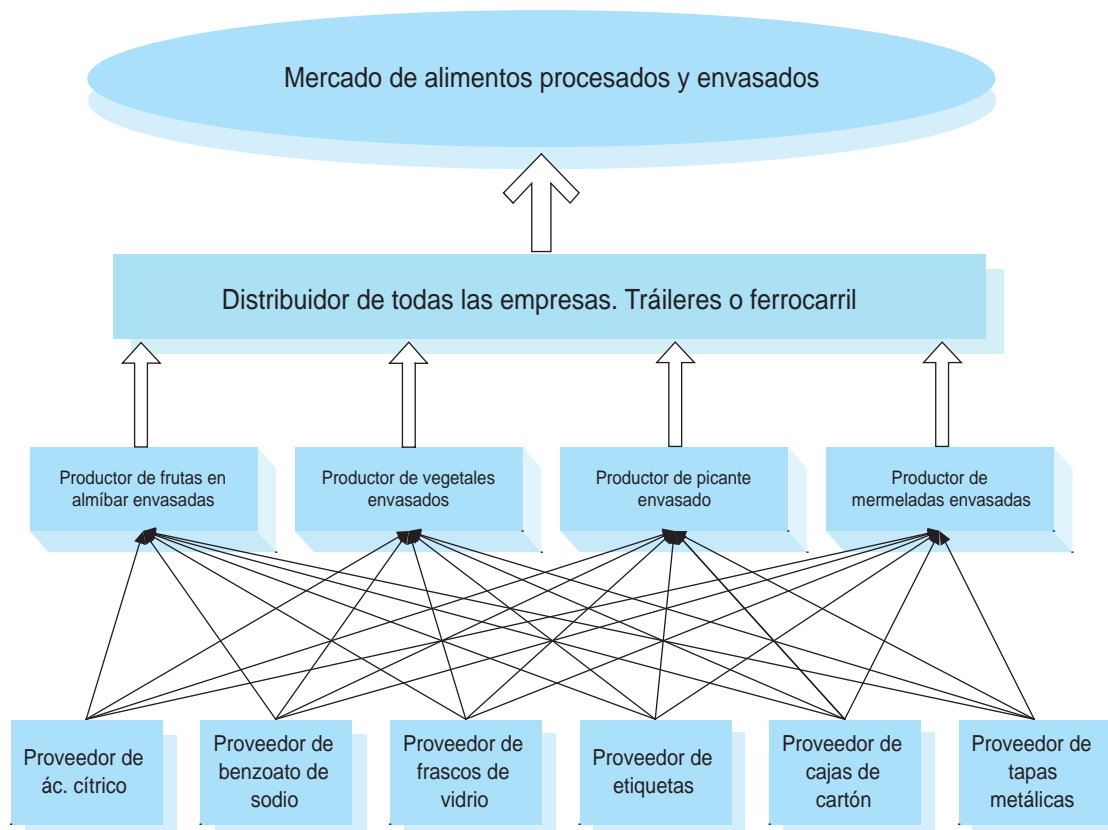


Figura 8.4 Cluster de industrias envasadoras de alimentos procesados.

Observe en la figura 8.4 cómo las cuatro industrias envasadoras de alimentos estarían consumiendo todas o casi todas las materias primas producidas en el mismo parque industrial. Las empresas envasadoras podrían no ser tan grandes, pero como son cuatro (o más), es económicamente factible para cada productor de materias primas instalar una empresa y convertirse en el proveedor exclusivo de esa materia prima para las cuatro industrias.

Suponga que la producción anual de cada industria envasadora de alimentos es la siguiente:

- Frutas en almíbar: 8 millones de unidades anuales.
- Vegetales: 10 millones de unidades anuales.
- Picante: 3.4 millones de unidades anuales.
- Mermeladas: 5 millones de unidades anuales.

Esto da un total de 26.4 millones de frascos de vidrio, seguramente de distinta capacidad, pero que resulta interesante para una productora de frascos de vidrio instalarse en ese parque industrial. Aquí es donde entran los estudios de factibilidad para cada una de las diez empresas mostradas en la figura 8.4. Los estudios de mercado para cada una de las empresas proveedoras de materias primas no serían necesarios, pues la demanda de sus productos estaría determinada por la demanda agregada de las cuatro empresas, de manera que sólo sería necesario optimizar los procesos productivos y determinar que cada una fuera económicamente rentable por separado.

Las ventajas que obtendrían las diez empresas serían:

- Para los productores de materia prima:
  - Demanda conocida de su producto.
  - Entrega del producto a la industria consumidora en menos de 15 minutos.
  - Inventarios mínimos.
  - Costos de envío por producto mínimo.
  - No es necesario un departamento de ventas.
  - Programación de la producción simplificada.
  - Se puede compartir el servicio de mantenimiento.
  - Se puede compartir el servicio de control de calidad.
- Para las industrias envasadoras de alimentos:
  - Trabajar con inventarios cero.
  - Tiempos conocidos de entrega de materia prima.
  - Costos mínimos de entrega de materia prima.
  - Se puede aprovechar un transporte común para el envío de producto terminado al mercado (tráileres o ferrocarril).
  - Disminución de costos de transporte de producto terminado.
  - Se podría tener un almacén general de producto terminado para las cuatro empresas en los grandes centros de consumo.
  - Se puede compartir el servicio de mantenimiento.
  - Se puede compartir el servicio de control de calidad.

Los últimos puntos señalados, compartir los servicios de mantenimiento y control de calidad, serían posible ya que las diez empresas tendrían equipo similar al procesar alimentos o materias primas para esa industria, y las pruebas de calidad también serían similares en muchos aspectos, en vez de que cada una tuviera estos servicios de forma particular a un costo mayor. La tendencia actual es hacia el servicio externo, también llamado *outsourcing* o tercería, y el auge de este tipo de servicios es porque se argumenta que las empresas deben dedicarse a elaborar el producto del cual dominan la tecnología. Cuando una empresa además quiere dominar los aspectos de mantenimiento y de control de calidad, usualmente no lo hace tan bien como



una empresa especializada en prestar este tipo de servicios. De esta forma, además de las diez empresas mencionadas, se pueden agregar al *cluster* dos más, una de mantenimiento industrial y otra de control de calidad especializada en alimentos. Dichas empresas tendrían equipo especializado para mantenimiento exclusivo para empresas procesadoras de alimentos y la de control de calidad también tendría equipo especializado para atender a ese tipo de industria.

Una ventaja adicional para este tipo de *clusters* especializados, es el tratamiento de aguas residuales. Los gobiernos municipales o estatales enfrentan el problema de tratamiento de aguas del drenaje común, cuyas aguas normalmente contienen desechos muy diversos, desde casas habitación, hasta desechos industriales de todo tipo, en tanto que si hubiera grupos de empresas con aguas residuales conteniendo desechos similares, sería mucho más sencillo tratar esas aguas para su reutilización.

La formación de este tipo de *clusters* o de cadenas productivas, no se puede realizar con las empresas que ya están instaladas. La forma en que podrían llegar a funcionar de manera adecuada es con empresas de nueva creación, para que la capacidad instalada de los proveedores esté totalmente adaptada a las necesidades de las empresas consumidoras, y este ajuste de capacidades instaladas se puede hacer con estudios de factibilidad.

El gobierno podría apoyar la formación de este tipo de *clusters* o de cadenas productivas exclusivamente para empresas exportadoras, esto es, que las cuatro empresas envasadoras de alimentos tuvieran como objetivo principal la exportación. Como la exportación de productos se realiza básicamente por barco, entonces sería conveniente construir una línea ferroviaria del parque industrial hacia el puerto de altura más cercano, con lo cual disminuirían los costos de transportación de los productos terminados y serían más competitivos en el mercado internacional, además de facilitar el envío de los productos. Bajo este esquema, también sería conveniente que el gobierno apoyara financieramente no sólo a una, sino a las diez empresas, pues la sobrevivencia de las empresas elaboradoras de materia prima dependería de la sobrevivencia de las empresas envasadoras de alimentos.

Las empresas que conformen cualquier tipo de *cluster* o de cadena productiva podrían obtener múltiples beneficios, y el gobierno facilitaría muchos trámites. Éste puede ser un esquema de planeación industrial a largo plazo, ya sea para nuevos empresarios o como un programa de descentralización y reubicación de industrias instaladas en los grandes centros urbanos que contaminan y consumen valiosos recursos para la población, como el agua.

Una industria nunca va a moverse de su ubicación actual, o una nueva nunca se va a instalar en un parque industrial, normalmente alejado de los grandes centros de consumo, si no percibe una serie de beneficios económicos, como los que se han señalado. Los resultados de la planeación del desarrollo económico e industrial no se van a obtener en el corto plazo. Se necesita un mínimo de diez años para percibir, de manera tangible, esos beneficios, siempre y cuando la planeación del desarrollo económico esté bien realizada y reciba el apoyo financiero necesario del gobierno correspondiente.

La idea de los *clusters* industriales no es nueva, lo nuevo son los retos que enfrentan las naciones. El problema al que ahora se enfrentan muchas naciones es el desafío de China, que inunda a todo el mundo con sus productos, a un precio inferior al que tienen los productos locales. Esto se debe al apoyo que por parte de su gobierno tienen las empresas chinas, de manera que el efecto de estos productos chinos baratos en las economías de muchos países, es que están cerrando muchas empresas, sobre todo las micro y pequeñas empresas, ante la incapacidad de ser competitivas en cuanto a precio, por lo que muchas personas que antes eran empresarios y que manufacturaban productos, ahora se están convirtiendo en simples revendedores de productos asiáticos.

La creación de *clusters* especializados presenta la ventaja de reducción de costos en muchos sentidos: estar instalados cerca de las fuentes de materias primas, en caso de productores de frutas, verduras, carne enlatada, etc., lo que reduce costos de transporte; tener a varios, si no es que a todos los proveedores de las otras materias primas, como frascos de vidrio o de plástico, pro-

ductores de etiquetas, productores de tapas metálicas, materiales de empaque, etc., muy cerca, con lo que también se reduce el costo de transporte de esas materias primas; se trabajaría con inventarios cero o muy cercanos a cero, lo que reduciría la inversión en almacenes (inversión en activo circulante) y daría más liquidez a la empresa; si se contara con un ferrocarril dentro del área donde se ubica el *cluster*, los costos de transporte de producto terminado también se reducirían sustancialmente; si entre todos los miembros del *cluster* rentaran bodegas o centros de distribución en las grandes ciudades consumidoras, también reducirían los costos, etc. Un *cluster* especializado funcionando de la manera descrita, podría generar ahorros acumulados en el producto que podrían reducir el costo unitario entre 10 y 15% de su costo actual, lo cual podría hacer competitivo en cuanto a precio a cada producto elaborado en el *cluster*.

Esto parece un sueño, y tal vez lo sea, debido a que hay muchos obstáculos a vencer antes de que un *cluster* de este tipo pudiera instalarse y operar con éxito. A los gobiernos, incluyendo desde luego a los latinoamericanos, las empresas no les pueden pedir recibir un trato fiscal similar a aquel que reciben las empresas chinas por parte de su gobierno, por lo que el único camino que queda es la reducción de costos para ser competitivos.

Dentro de los obstáculos a vencer está el que los gobiernos planifiquen la reconstrucción de sus respectivas empresas de manufactura, de manera distinta a como lo venían haciendo. La crisis mundial del 2008-2009 ha dejado miles de empresas en quiebra, pero que tarde o temprano serán reabiertas, pero el primer obstáculo es que no deberán ser reabiertas de la misma forma en que estaban operando antes de la crisis, sino mediante una planificación cuidadosa del gobierno para formar *clusters* especializados. Los pasos concretos serían hacer estudios sobre:

- Posible especialización de los *clusters*, por ejemplo, *clusters* de industrias de productos marinos, de hortalizas envasadas, de frutas envasadas, de productos lácteos, de la industria textil, etcétera.
- Determinar su ubicación exacta para obtener los beneficios mencionados.
- Que el gobierno construyera líneas de ferrocarril en cada *cluster* o al menos excelentes vías de comunicación.
- Dar créditos blandos a las industrias del *cluster*.

Suponga que al menos un gobierno latinoamericano hiciera un estudio de este tipo, que ofreciera todas las facilidades mencionadas y que se demostrara en el estudio que sí es posible disminuir el costo de producción (y, por tanto, el precio de venta) entre 10 o 15% (o tal vez más), aún así, faltaría por vencer el obstáculo más grande de todos.

La idiosincrasia de los empresarios latinoamericanos es especial, sobre todo en las micro y pequeñas empresas. Lo más difícil sería ver al empresario que está enfrente, como miembro del *cluster*, ya no como un rival de mercado sino como un socio en algunos aspectos de ambas empresas, como la compra de materia prima, envío del producto en el mismo transporte, rentar la misma bodega en los centros de distribución, etcétera.

Mucho del progreso de los países asiáticos se debe a que ellos confían más los unos en los otros, tal vez por identidad de raza, tal vez porque sus gobiernos son más honestos que los gobiernos latinoamericanos, o por cualquier otra causa. Esta mayor cohesión social, por la cual la población trabaja para el bien de la nación, más que para el bien personal, ha sido, entre muchos otros factores, la clave del despegue económico de esos países. Se han dado cuenta que al trabajar primero para el bien de la nación, años más tarde tendrán como fruto que ese bienestar nacional se refleje en bienestar personal y familiar.

En tanto que en los gobiernos latinoamericanos haya corrupción, se crea desconfianza de los habitantes en muchos sentidos, empezando desde luego a desconfiar de los apoyos que el gobierno pueda otorgar a los industriales. Pero la crisis económica mundial del 2008-2009 fue una crisis coyuntural, es decir, una crisis cuyas decisiones de reparación y reconstrucción del sistema económico que se tomen en los siguientes diez años determinarán la distribución de la riqueza en el futuro y ése es el principal reto, tanto para los gobiernos, así como para los

habitantes, cambiar su visión de cómo debe construirse un futuro económico con más igualdad para todos.

## Preguntas y problemas

1. Analice en grupo cuál de las estrategias de desarrollo que han seguido algunos países le parece más apropiada y por qué.
2. Investigue si en su país el gobierno sigue alguna estrategia de desarrollo, similar a alguna de las mencionadas en este capítulo o distinta.
3. Si el resultado de la investigación anterior es negativo, investigue la causa.
4. Determine los efectos de la crisis económica mundial de 2008 en su país.
5. Con base en los modelos de desarrollo económico mostrados, discutan en clase cuál sería el modelo más apropiado para su país.
6. Investigue el inventario de recursos naturales que tiene su país.
7. Investigue cuáles de esos recursos se explotan científicamente.
8. Investigue la tecnología que aún no se posee y que es necesaria para explotar los recursos naturales de su país.
9. Discutan si sería posible instalar grupos de empresas por sector, para explotar ciertos recursos naturales, siempre que se tuviera la tecnología necesaria.

## Bibliografía

- América Latina, México y la economía mundial. Análisis y perspectivas*, Porrúa-UAM, México, 2001.
- Calva, José Luis (coordinador), *Macroeconomía del crecimiento sostenido*, Porrúa-UNAM, México, 2007.
- Calva, José Luis (coordinador), *Agenda para el desarrollo. Desarrollo económico: estrategias exitosas*, Porrúa-UNAM, México, 2007.
- "China Today: Misguided socialism Plus Crony Capitalism", *New Perspectives Quarterly*, 22, núm. 1, 2005.
- Instituto Nacional de Estadística de China. *Reporte anual 2005*.
- Kerr, Alexander, *The Fall of Modern Japan*, Penguin Books, 2001.
- Porter, Michael, *Planeación estratégica*, CECSA Editores, México, 1999.
- Ruiz de Esparza Gracida, José Luis, *La enseñanza de la Ingeniería Mexicana*, UNAM, México, 1991.
- Urzúa, C. M., *How to Provoke an Economic Crises: The Mexican Way. México: Assessing Neo-liberal Reform*, University of London, Londres, 1997.
- World Competitiveness Yearbook*. 2000.
- Yoon, Je Cho, *Intervención gubernamental, distribución de la renta y desarrollo económico de Corea. El papel del gobierno en el desarrollo económico de Asia oriental. Análisis institucional comparado*, FCE, México, 2000.



# Índice

## A

- Abasto suficiente, 84
- Actividad, tasas de, 190
- Activo, 155
  - circulante, 145
  - definición, 146
  - rotación de, total, 190
- Activos fijos, 225
- Activos totales, rendimiento sobre, 191
- Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio, 42
- Administración
  - del riesgo, 211
  - por procesos, 103
  - y organización, 104
- AFT véase* Total de activos fijos y diferidos
- Agrupaciones de empresas *véase* Clusters
- Ajuste de los datos a una recta, 60-61
- Alisamiento exponencial *véase* Método de suavización
- Almacenamiento, 91
- Almacenes, 99-100
- American Express Bank, 274
- Amortización, 141
  - definición, 144
- Análisis
  - de datos, 12, 14, 138, 180
  - de la demanda, 15, 231-233
  - de la demanda y la oferta, 225-228
  - de regresión, 18-21, 23-24
  - de riesgo, 211, 214-215
  - de sensibilidad, 191-192
  - de varianzas, 24
  - del proceso o la tecnología, 90
  - económico, 230
  - estructura de, 13
  - incremental, 224, 230-231
  - multidisciplinario, 2
  - Sistemático de los Medios de Comunicación dentro de la empresa, 99
  - Sistemático de los Servicios, 99
  - Sistemático del Manejo de Materiales, 99
- Análisis y administración del riesgo, definición de, 9
- Ancla antiinflacionaria, 279
- ANDEVA *véase* Análisis de varianzas
- ANOVA (*Analysis of variance*) *véase* Análisis de varianzas
- Antecedentes del estudio *véase* Marco de desarrollo
- Anteproyecto, definición de, 5
- Apalancamiento, tasas de, 190
- Apariencia positiva, 51
- Aprovechamiento del espacio cúbico, 229
- Árboles de decisión, método de, 207
- Área de tratamiento de desechos contaminantes, 100-101
- AS *véase* Análisis de sensibilidad
- Aspecto financiero y contable, 104
- Automatizar, 78
- Avaricia, 270

**B**

Balanceo de líneas, 98  
 Balanza comercial, 279  
   superávit o déficit de la, 276  
 Banco de México, 279  
 Banco Mundial, 272-273  
 Bienes de consumo, clasificación, 15  
 BM *véase* Banco Mundial  
 Bucareli, tratados de, 284

**C**

Cadena(s)  
   de suministros, 300  
   de valor, 300  
   productiva(s), 300, 301, 302, 304  
 Cálculo de *n véase* Tamaño de la muestra  
 Calidad  
   círculos de, 302  
   control de, 100  
 Calificación del riesgo, 214-215  
 Cámara Nacional de la Industria de las Conservas  
   Alimenticias, 60, 62, 68  
 Cambio de deuda por activos de la nación, 274  
 CANAINCA, *véase* Cámara Nacional de la Industria  
   de las Conservas Alimenticias  
 Canal(es)  
   de distribución, 49  
   para productos de consumo popular, 49  
   para productos industriales, 49-50  
 Capacidad instalada, 94, 225  
   incremento de la, 224  
   máxima, 225-226  
 Capacidad, madurez y, 295  
*Capacity and Maturity Model Integrated*, 295  
 Capital, 155  
   costo de, 151  
   humano, 297  
   libre entrada de, 279  
 Cetes, 278  
 Círculos de calidad, 302  
 Club  
   de Londres, 273  
   de París, 273  
*Clusters*, 305, 307-309  
 CMMI *véase Capacity and Maturity Model Integrated*  
 CNA *véase* Consumo nacional aparente  
 Cobertura del mercado, 50  
 Coeficiente  
   de correlación, 40  
   de variación, 29  
 Colonización económica, 272, 283  
 Combustibles, 141  
 Comercialización  
   definición, 48  
   objetivos de la, 50  
 Comercio exterior, 276  
 Comisión Federal de Electricidad, 282  
 Compañía de Luz y Fuerza, 282  
 Competencia, reacción de la, 46-47  
 Competencias, 270-271  
 Componente  
   de la serie, 24  
   fijo, distribución de la planta por, 95  
 Comportamiento del revendedor, 47  
 Comprador, disminución del poder adquisitivo, 210  
 Conclusiones del estudio de mercado, 52-53  
 Conducta del usuario *véase* Método de  
   observación  
 Confiabilidad, 51  
 Consenso de Washington, 275-285  
 Consumo de energía eléctrica, 94  
 Consumo nacional aparente, 15  
 Constante  $\alpha$ , 25  
 Control  
   de calidad, 100, 141  
   sobre el producto, 50  
 Conversión de empresas, 289  
 Corea del Sur, 290-292, 297-298  
 Correlación simple y parcial, 21-23  
 Corrupción, 273, 282  
 “Corto”, 279  
 Costo(s), 50  
   costeo absorbente, 140  
   de administración, 142  
   de agua, 141  
   de capital *véase* Tasa mínima aceptable de  
     rendimiento  
   de energía eléctrica, 141  
   de mano de obra, 140  
   de materia prima, 140  
   de oportunidad, 140  
   de producción, 140  
   de venta, 142-143  
   definición de, 139  
   del pronóstico, 39  
   e inversión, 204  
   financieros, 143  
   futuros, 140  
   hundidos, 139  
   para combatir la contaminación, 142  
   por depreciación y amortización, 144  
   total mínimo, 86  
   totales incrementales, 250, 252-253, 256, 261-262  
 Creatividad, 74-75, 224  
   e innovación, 204  
 Crédito comercial, 255-256  
 Crisis económica de 2008, 285-287  
 Criterio de esta obra, 9  
   enfoque propuesto, 209-211  
 Cronograma de inversiones, 144  
 Cuestionario  
   de instalación y puesta en marcha, 94  
   de los fletes y de seguros, 94  
   de mantenimiento, 94  
   definición, 25  
   diseño de un, 25  
   reglas de un, 26-27  
 Cuenta corriente, déficit de la, 276

Cursograma analítico, 92, 93  
CV *véase* Coeficiente de variación

## Ch

China, 293-294, 298  
Chile, 296-297, 298

## D

Datos, 12, 14  
  disponibilidad de, 39  
Definición  
  del problema, 14  
  del producto, 14  
Déficit fiscal, 276  
Demanda,  
  análisis de la, 15, 231-233  
  análisis de la, y la oferta, 225-228  
  cíclica o estacional, 16  
  continua, 16  
  de bienes finales, 16  
  de bienes intermedios o industriales, 16  
  de bienes necesarios, 16  
  de bienes no necesarios o de gusto, 16  
  definición de, 15  
  estimación de, 30  
  insatisfecha, 16, 43, 44  
  por obsolescencia, 16  
  potencial insatisfecha, 12, 227-228, 267  
  satisfecha, 16  
  tipos de, 16  
Demora, 91  
Departamento de producción, 100  
Dependencia tecnológica, 272, 280  
Depreciación, 141  
  acelerada, 145  
  definición, 144  
  y amortización, 250, 252, 256, 260  
Derechos de propiedad, 275, 284-285  
Derivados financieros, 213-214  
Desarrollo  
  marco de, 5  
  países en vías de, 272  
Descartes, Ley de los signos de, 184-185  
Desregulación  
  del comercio internacional, 300  
  financiera y comercial, 275, 283-284  
Destino en la demanda, 16  
Desviación estándar ( $\sigma$ , sigma), 27  
Deuda  
  cambio de, por activos de la nación, 274  
  recompra de, 273  
  tasas de, 175, 190  
Diagrama  
  de bloques, 90  
  de flujo del proceso. 90-92  
  de hilos, 92-93  
  de recorrido, 92-93, 96  
  sinóptico, 93

Dimensiones, 94  
Dinastía Meiji, 287  
Dinero, valor del, a través del tiempo, 181  
Disciplina fiscal, 275  
  definición, 276  
  y baja inflación, 277  
Diseño de recopilación de los datos, 14  
Disponibilidad de datos, 39  
Disminución del poder adquisitivo, 210  
Distribución de la planta, 94-99  
Distribución adecuada de los recursos, 271  
DPI *véase* Demanda potencial insatisfecha

## E

Economía, condiciones generales de la, 224  
Educación, orientación de la, 270  
Egoísmo, 270  
Embarques del producto terminado, 99  
Empleo, pleno, 273  
Empresas calificadoras, 214  
*Engineer véase* Ingeniero  
Envases, 141  
Equipo  
  clave, 77  
  total adicional, 229  
Equipos auxiliares, 94  
Equivalencia, concepto de, 181  
ER *véase* Error relativo permisible  
ERP (*Enterprise Resources Planning*) *véase*  
  Planeación de los recursos de la  
  empresa  
Error  
  definición, 24  
  relativo permisible, 28-29  
Errores en el análisis de regresión, 23-24  
Escala de medición  
  intervalos, 33  
  nominal, 32  
  ordinal, 32  
  proporcional, 33  
Escenario del pronóstico de ventas, 233  
Estado de pérdidas y ganancias *véase* Estado de  
  resultados pro-forma  
Estado de resultados  
  incremental, 230, 250, 254-256  
  pro-forma, 150  
Estrategia  
  de introducción al mercado, 51  
  de mercadeo, 47  
Estratificación, 27  
definición, 34  
Estructura de análisis, 13  
Estudio de mercado,  
  conclusiones del, 52-53  
  definición de, 7  
  objetivos del, 12  
Estudio de prefactibilidad *véase*  
  Anteproyecto  
Estudio de tiempos y movimientos, 119

- Estudio económico  
definición de, 8  
estructuración general del, 139
- Estudio técnico, 104, 105, 233-250  
cuestionario, 25-26  
definición de, 7  
para incrementar la capacidad instalada,  
228-229
- Evaluación de proyectos  
definición de, 3  
estructura general de la, 4  
metodología de la, 4, 271, 303  
proceso de la, 5-6
- Evaluación económica  
caso práctico, 193-199  
definición de, 8
- Existencia de refacciones, 94
- Éxitos macroeconómicos, 287-299
- F**
- Fabricación, tecnología de, 89
- Facilidad de uso, 51
- Factor humano, 204
- Factores relevantes  
para compra de equipo y maquinaria, 94  
para la localización, 87-88
- Fijación del precio, 46-47
- Financiar, 213
- Financiamiento, 153-155  
TIR con, 188
- Fiscal, déficit y superávit, 276
- Flexibilidad, 94, 95  
principio de, 230, 231
- Fluctuaciones cíclicas, 17
- Flujos netos de efectivo, 151, 182, 184,  
185-186, 252
- FMI *véase* Fondo Monetario Internacional
- FNE *véase* Flujos netos de efectivo
- Fondo Monetario Internacional, 272-273,  
274
- Fondos de pensiones, 282-283
- Fuentes primarias, 25
- Fuentes secundarias, 17  
tipos de, 17
- G**
- G-7 *véase* Grupo de los Siete
- Gasto(s)  
de un gobierno, 276  
reordenamiento del, 275
- GATT *véase* Acuerdo General sobre Aranceles y  
Comercio
- Globalización, 300
- Grados de libertad, 24
- Gran visión, *véase* Perfil
- Green card* *véase* Tarjeta verde
- Grupo de los Siete, 285
- Guía administrativa*, 290
- H**
- Horizonte de tiempo, 39
- I**
- Iconograma, 93
- Identificación de la idea *véase* Perfil
- Impuesto(s), 276  
al activo, 174  
empresarial a tasa única, 174  
sobre la renta, 174
- Incertidumbre y riesgo, 208-209
- India, 295-296, 298
- INEGI *véase* Instituto Nacional de Estadística,  
Geografía e Informática
- Inflación  
baja, 276  
cero, técnica de, 211
- Información  
macroeconómica, 214  
necesidades y fuentes de, 14
- Informe, 14
- Infraestructura, 273  
necesaria, 94
- Ingeniería del proyecto, 89
- Ingeniero(s), 9, 74, 75  
definición, 75  
*Ingenieros y las torres de marfil*, 23
- Ingresos  
de los gobiernos, 276  
incrementales, 250, 253-254, 256
- Innovación, 74-75
- Inspección, 91
- Instalación en forma escalada, 229-230
- Institute for International Economics, 274
- Instituto de Economía Internacional de Washington,  
285
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e  
Informática, 30-31, 35
- Integración total, 95
- Interés, número de veces que se gana el, 190
- Intermediarios  
definición, 48  
beneficios de los, 48-49
- Introducción, definición de, 5
- Inversión  
alternativa de mayor y menor, 257  
inicial, 143, 250, 252-253, 256, 259  
inicial incremental, 230  
proyecto de, 2
- Investigación de mercados  
características de la, 13  
definición de, 13  
pasos de la, 14
- IVA en Chile, 296
- J**
- Justo a tiempo, 80, 290, 302
- Japón, 287-290, 297



## L

Laplace, regla de, 208  
 Lección  
   no aprendida, 287  
   para el mundo, 286  
 Ley de los signos de Descartes, 184-185  
 Liberalización, 275, 300  
   de la entrada de inversión extranjera directa, 281  
   de las tasas de interés, 278, 284  
   del comercio internacional, 280  
 Libre entrada de capital, 279  
 Líderes, 270  
 Línea de manufactura, 76, 77  
 Localización, 105  
   óptima, 7, 86  
 Lote(s), 76  
   económico, 146-147

## M

Madurez y capacidad, 295  
 Mano de obra necesaria, 94  
 Manufactura, 76  
   de procesamiento continuo, 77  
   por línea, 76  
   por lotes, 76  
   por órdenes de producción, 76  
   por proyecto, 76  
 Maquila, 226  
 Materia prima, necesidades de, 303  
 Matriz de pago, 208  
 Mantenimiento, 100, 141  
 Marco de desarrollo, definición de, 5  
 Marco de referencia *véase* Marco de desarrollo  
 Margen de beneficio, tasa de, 191  
 Matemáticas, conocimiento y dominio de las, 12  
 Medición  
   definición, 32  
   del riesgo de mercado, 211-213  
   escalas de, 32-33  
 Menudeo, 34  
 Mercado, 104  
   cobertura del, 50  
   condiciones generales del, 224  
   definición de, 12  
   estrategia de introducción al, 51, 52  
   libre, 41  
   nicho de, 51  
   oligopólico, 41-42  
   polipólico, 44  
   riesgo de, 204, 211-213  
 Mercadotecnia, 142-143  
 Método científico, *véase* Metodología de investigación  
 Metodología  
   de investigación, 12  
   de la evaluación de proyectos, 4, 271, 303  
 Método(s)  
   analítico-administrativo, 205  
   cualitativo por puntos, 86-87

cuantitativo de Vogel, 88  
 de árboles de decisión, 207  
 de correlación, 21-23  
 de costeo absorbente, 140  
 de escalación, 86  
 de evaluación sin el valor del dinero a través del tiempo, 189-191  
 de evaluación económica que elimina el factor inflacionario, 215-220  
 de experimentación, 25  
 de Lange, 85-86  
 de las medias móviles, 18  
 de línea recta, 144-145  
 de medias, 25  
 de mínimos cuadrados, 18  
 de observación, 25  
 de regresión, 18-21  
 de suavización, 25  
 del gasto, 276  
 del ingreso, 276  
 del valor agregado, 276  
 ecuaciones no lineales, 18  
 Monte Carlo, 207  
   propuesto, 266  
   *rolling back*, 207  
   SLP, 97-99  
   tecnológico, 218-220  
 Milagro japonés, 290  
 Mínima distancia de recorrido, 95  
   para los materiales, 229  
 Mínimo de rentabilidad económica, 220  
 Modelo Baumol, 146  
 Moneda  
   devaluación de la, 276  
   paridad competitiva de la, 275  
   restricción monetaria, 279  
 Monte Carlo, método 207  
 Morgan Guaranty Trust, 274  
 Movimientos irregulares, 17  
 Muestra, tamaño de la, 27-28  
 Muestreo  
   de bola de nieve, 39  
   de conveniencia de sitio, 39  
   de estratos o cuotas, 38-39  
   definición, 27  
   no probabilístico, 27, 38-39  
   probabilístico, 27  
   tamaño de la muestra, 28  
   tipos de, 39-40

## N

NASA *véase* *National Aeronautical and Space Agency*  
*National Aeronautical and Space Agency*, 295  
 Naturaleza y usos del producto, 15  
 Necesidad(es)  
   de materia prima, 303  
   en la demanda, 16  
 Neoliberalismo, 275, 283  
 Nicho de mercado, 51

- Nivel mínimo de ventas, 218-220
- Nueva filosofía, 209-211
- Nueva TMAR, 254, 257
- Número de veces que se gana el interés, 190
- O**
- Objetivos
  - de la comercialización, 50
  - del estudio, 6
- Oferta, 41-42, 227
  - competitiva o de mercado libre, 41
  - definición, 42
  - máxima, 226
  - monopólica, 41
  - oligopólica, 41-42
  - y demanda, análisis de, 225-228
- Oficinas, 100
- ONU *véase* Organización de las Naciones Unidas
- Operación(es), 90
  - combinada, 91
  - de renegociación, refinanciación y reestructuración, 273
  - de salvamento, 273
- Oportunidad en la demanda, 16
- Órdenes de producción, 76
- Organigrama general de la empresa, 101-102
- Organización de las Naciones Unidas, 272
- Organización inteligente, 102, 103
- Orientación anticíclica, 296
- Orientación de la educación, 270-271
- Outsourcing*, 306-307
- P**
- Pago, matriz de, 208
- Países
  - en vías de desarrollo, 281
  - pobres, 272
  - tecnológicamente dependientes, 280
- Paridad
  - competitiva de la moneda, 275, 278-279
  - del poder de compra, 279
- Pasivo, 155
  - circulante, 145
  - definición, 148
- Perfil, definición de, 5
- Periodo
  - de trabajo, 98
  - promedio de recolección, 190
- Peso, paridad del, 279
- PIB *véase* Producto interno bruto
- Plan Brady, 274
- Planeación, 224, 270
  - de los Recursos de la Empresa, 103
  - del desarrollo industrial, 302-309
- Planeación Sistemática
  - de la Distribución de Instalaciones, 97
  - de las Construcciones, 99
- Planta, distribución de la, 94-99
- Pleno empleo, 273
- Poder adquisitivo, disminución del, 210
- Precio(s), 94
  - análisis de, 44-45
  - base del, 46
  - comportamiento del revendedor, 47
  - control de, 47-48
  - definición, 44
  - internacional, 45
  - local, 45
  - nacional, 46
  - promedio, 46
  - proyección de los,
    - regional externo, 45
    - regional interno, 45
- Principio
  - de flexibilidad, 230, 231
  - de utilización del espacio cúbico, 229
- Prioridades del gasto público, 275
- Privatización de servicios, 275, 282-283, 284
- Probabilidad, 206
- Procesamiento y análisis de los datos, 14
- Proceso productivo, 77
  - distribución de la planta por, 95, 96
  - tipo de, 95
- Producción
  - constante, 186
  - incremento en la, 229
  - máxima, 303
  - procesos o técnicas de, 84-85
  - proceso de, 89
  - volumen de, 95
- Producto(s),
  - apariencia positiva, 51
  - cantidad de, 97
  - clasificaciones del, 15
  - confiabilidad, 51
  - control sobre el, 50
  - de conveniencia, 15
  - definición del, 14
  - distribución de la planta por, 95, 96
  - facilidad de compra, 51
  - facilidad de uso, 51
  - no buscados, 15
  - por comparación, 15
  - por especialidad, 15
  - precio del, 47
  - tipo de, 95
  - trayectoria del, 50
- Producto interno bruto, 20-21, 23, 40, 276
  - per cápita*, 23
- Programas de Ajuste Estructural del Plan Brady, 274
- Promedios móviles *véase* Método de medias móviles
- Pronóstico,
  - tiempo disponible para un, 39
  - de ventas, 233
  - elección de un método de, 39
- Propiedad, derechos de, 275, 284-285
- Proteccionismo, 280
- Proveedor, 94

Proyecto,  
 definición de, 2  
 definitivo, definición de, 5  
 ingeniería del, 7, 89  
 localización óptima del, 7, 86  
 objetivos del, 6  
 tamaño óptimo, 7  
 Proyecto de inversión, definición de, 2  
 Prueba del ácido 189-190, *también véase*  
 Tasa rápida  
 Prueba F, 24, 40  
 Punto de equilibrio, 8  
 definición, 148  
 PYMES en Japón, 289

## R

Razón circulante *véase* Tasa circulante  
 Razón de deuda total a activo total, 190  
 Razones financieras, 189-191  
 Razones de liquidez, 189-190  
 Reacción de la competencia, 46-47  
 Recepción  
 de materiales, 99  
 Recompra de deuda, 273  
 Recursos financieros, 85  
 Red empresarial, 301  
 Reforma impositiva, 275  
 definición, 277  
 Regla de Laplace, 208  
 Regresión con 2 y 3 variables, 18-21  
 Remesas del extranjero, 279  
 Rendimiento sobre activos totales, 191  
 Rentabilidad  
 económica menor a la esperada, 204  
 mínimo de, económica, 220  
 tasa de, 191  
 Reparto de utilidades a los trabajadores, 174  
 Reordenamiento del gasto, 275  
 Riesgo  
 análisis y administración del, 9, 211, 214-215  
 calificación del, 214-215  
 cero, 278  
 de mercado, 204, 211-213  
 e incertidumbre, 208-209  
 financiero, 213-214  
 no sistemático, 211-212, 213  
 tecnológico, 211-213, 219  
 y rendimiento, 215  
*Rolling back*, método de, 207  
 Rotación de activo total, 190

## S

Salarios mínimos, 35-37  
 Salud financiera, 175  
 Salvamento, operaciones de, 273  
 Sanitarios, 100  
 SBP *véase* Planeación Sistemática de las  
 Construcciones

SCA *véase* Análisis Sistemático de los Medios de  
 Comunicación dentro de la empresa  
 Secretaría de Educación Pública, 30-31  
 Secuencia, 97  
 Segunda Guerra Mundial, 272, 287  
 Seguridad y bienestar para el trabajador, 95  
 SEP *véase* Secretaría de Educación Pública  
 Series de tiempo, 17  
 Servicios auxiliares, 100  
 SHA *véase* Análisis Sistemático del Manejo de  
 Materiales  
 Sigma ( $\sigma$ ) *véase* Desviación estándar  
 Silicon Valley, 301  
 Sistema de producción de una sola pieza, 80  
 Sistemas ligeros, 22  
 SLP (*Systematic Layout Planning*) *véase* Método SLP  
 SM *véase* Salarios mínimos  
 SUA *véase* Análisis Sistemático de los Servicios  
 Suministros, cadena de, 300  
 Superávit fiscal, 276

## T

*T-bills*, 278  
 Tabulación sencilla o cruzada, 34  
 Tamaño  
 de la muestra ( $n$ ), 27-28  
 de la planta, 75, 84-85  
 del proyecto, 84  
 óptimo, 7  
 Tarjeta verde, 285  
 Tasa(s)  
 circulante, 175, 189  
 de actividad, 190  
 de apalancamiento, 190  
 de deuda, 175  
 de ganancia, 195  
 de interés, 275, 278  
 de margen de beneficio, 191  
 de rendimiento sobre el valor neto de la empresa,  
 191  
 de rentabilidad, 191  
 impositiva, 258  
 interna de rendimiento, 180, 184-189  
 mínima aceptable de rendimiento, 151-153, 182,  
 184, 188, 250  
 rápida, 175  
 Técnica de inflación cero, 211  
 Tecnología  
 de fabricación, 89  
 no optimizada, 204  
 Tecnologías de información y comunicación, 138,  
 180  
 Temporalidad en la demanda, 16  
 Tendencia del tiempo, 17  
 tendencia secular, 17  
 variación estacional, 17  
 fluctuaciones cíclicas, 17  
 movimientos irregulares, 17  
 Teoría de paridad del poder de compra, 279

- Tercería *véase* Outsourcing  
TIC *véase* Tecnologías de información  
y comunicación  
Tiempo, 97  
disponible para realizar el pronóstico, 39  
horizonte de, 39  
Tipos de muestreo, 39-40  
TIR *véase* Tasa interna de rendimiento  
Títulos de alta liquidez, 281  
TMAR *véase* Tasa mínima aceptable de  
rendimiento  
Total de activos fijos y diferidos, 175  
Trabajo  
capital de, 145  
periodo de, 98  
Transporte, 91  
Tratados de Bucareli, 284  
Tratamiento estadístico de los datos, 14  
*Travel chart*, 96
- U**
- Unidades productivas, 43  
Utilidad antes de impuesto, 174  
Utilización del espacio cúbico, 95, 229
- V**
- Valor de rescate *véase* Valor de salvamento  
Valor de rescate fiscal, 145, *también véase* Valor de  
salvamento  
Valor de salvamento, 185  
Valor monetario esperado, 206  
Valor neto de la empresa, tasa de rendimiento sobre  
el, 191  
Valor presente neto, 180  
con y sin inflación, 194  
definición, 182  
Variable(s)  
dependiente, 23  
ilegítima, definición, 41  
independientes, 23  
Variación estacional, 17  
Ventas  
escenario del pronóstico de, 233  
históricas, 224  
Visión estratégica, 180, 224, 270  
Volatilidad, 294  
Volumen de producción, 95  
VPN *véase* Valor presente neto  
VS *véase* Valor de salvamento

